

## Tesis Doctoral

# EL OLVIDO INDUCIDO POR LA RECUPERACIÓN: LA NATURALEZA DE LOS PROCESOS DE INHIBICIÓN EN MEMORIA

Doctoranda:

Patricia Elena Román Fernández

Directores:

María Teresa Bajo Molina

Carlos Javier Gómez-Ariza

Departamento de Psicología Experimental y Fisiología del  
Comportamiento



Universidad de Granada

Editor: Editorial de la Universidad de Granada  
Autor: Patricia Elena Román Fernández  
D.L.: GR.1793-2008  
ISBN: 978-84-691-5645-2



*“...en una conversación, cada uno trata de apoderarse del silencio, para poder hablar.”*  
*Jorge Luis Borges*



# Índice

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|  |    |
|--|----|
| ÍNDICE   | 5  |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS   | 5  |
| ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS   | 8  |
| INTRODUCCIÓN   | 11 |
| 1. INHIBICIÓN  | 15 |
| 1.1. EL CONCEPTO DE INHIBICIÓN   | 15 |
| 1.1.1. EFECTOS ASOCIADOS A LA INHIBICIÓN   | 17 |
| 1.2. EXPLICACIONES ALTERNATIVAS AL FENÓMENO INHIBITORIO:<br>INHIBICIÓN E INTERFERENCIA | 24 |
| 1.3. CRITERIOS PARA DISOCIAR INTERFERENCIA E INHIBICIÓN                                | 28 |
| 1.3.1. INDEPENDENCIA DE CLAVE  | 28 |
| 1.3.2. DEPENDENCIA DE LA RECUPERACIÓN  | 29 |
| 1.3.3. DEPENDENCIA DE LA COMPETICIÓN   | 30 |
| 2. MEMORIA E INHIBICIÓN: OLVIDO INDUCIDO POR LA RECUPERACIÓN                           | 35 |
| 2.1. EL PARADIGMA DEL OLVIDO INDUCIDO POR LA RECUPERACIÓN                              | 37 |
| 2.1.1. CRITERIOS DE INHIBICIÓN   | 41 |
| 2.1.1.1. INDEPENDENCIA DE CLAVE  | 41 |
| 2.1.1.2. ESPECIFICIDAD DEL EFECTO POR LA RECUPERACIÓN                                  | 45 |
| 2.1.1.3. DEPENDENCIA DE LA COMPETICIÓN   | 46 |
| 3. LA NATURALEZA CONTROLADA DE LA INHIBICIÓN   | 51 |
| 3.1. EVIDENCIA DESDE EL ESTUDIO DE CORRELACIONES ENTRE<br>TAREAS                       | 55 |
| 3.2. LA INHIBICIÓN Y LOS RECURSOS ATENCIONALES   | 57 |
| 3.3. INHIBICIÓN Y DETERIORO DEL CONTROL EJECUTIVO                                      | 59 |
| 3.4. EL PROBLEMA DE COSTES Y BENEFICIOS  | 62 |

|  |     |
|--|-----|
| 4. EL ESTUDIO DE LOS PROCESOS NEUROFISIOLÓGICOS ASOCIADOS A LA INHIBICIÓN _____          | 69  |
| 4.1. BASES NEUROFISIOLÓGICAS DE LOS PROCESOS EJECUTIVOS _____                            | 72  |
| 4.2. BASES NEUROFISIOLÓGICAS DE LOS PROCESOS INHIBITORIOS _____                          | 75  |
| 4.2.1. ESTUDIOS DE INTERRUPCIÓN DE LA RESPUESTA PREPOTENTE _____                         | 75  |
| 4.2.2. SELECCIÓN DE RESPUESTA _____  | 77  |
| 5. MOTIVACIÓN DE LA SERIE EXPERIMENTAL _____   | 83  |
| 6. SECCIÓN EXPERIMENTAL _____  | 91  |
| 6.1. EL PAPEL DE LOS PROCESOS DE CONTROL EN EL OLVIDO INDUCIDO POR LA RECUPERACIÓN _____ | 91  |
| EXPERIMENTO 1 _____  | 91  |
| MÉTODO _____   | 92  |
| RESULTADOS _____   | 94  |
| DISCUSIÓN _____  | 97  |
| EXPERIMENTO 2 _____  | 99  |
| MÉTODO _____   | 100 |
| RESULTADOS _____   | 101 |
| DISCUSIÓN _____  | 104 |
| EXPERIMENTO 3 _____  | 109 |
| MÉTODO _____   | 110 |
| RESULTADOS _____   | 112 |
| DISCUSIÓN _____  | 117 |
| 6.2. BASES NEUROFISIOLÓGICAS DE LA INHIBICIÓN NO-INTENCIONAL EN MEMORIA _____            | 120 |
| EXPERIMENTO 4 _____  | 120 |
| MÉTODO _____   | 125 |
| RESULTADOS _____   | 128 |
| DISCUSIÓN _____  | 130 |
| EXPERIMENTO 5 _____  | 132 |
| MÉTODO _____   | 134 |
| RESULTADOS COMPORTAMENTALES _____  | 138 |
| RESULTADOS ELECTROFISIOLÓGICOS _____   | 140 |
| DISCUSIÓN _____  | 163 |
| 7. DISCUSIÓN GENERAL _____   | 171 |
| 7.1. INHIBICIÓN NO INTENCIONAL Y TAREAS DUALES _____                                     | 172 |
| 7.2. ACTIVIDAD CORTICAL ASOCIADA A LA INHIBICIÓN EN EL EFECTO OIR _____                  | 177 |
| 7.3. INHIBICIÓN Y CONTROL _____  | 181 |
| 7.4. PROCESOS INHIBITORIOS EN BILINGÜISMO _____  | 184 |
| 7.5. CONCLUSIONES _____  | 187 |
| 8. REFERENCIAS _____   | 191 |
| 9. APÉNDICES _____   | 217 |
| 9.1. APÉNDICE 1. EXPERIMENTOS 1, 2 Y 3: MATERIALES. _____                                | 217 |

|  |     |
|--|-----|
| 9.2. APÉNDICE 2. QUICK PLACEMENT TEST _____            | 219 |
| 9.3. APÉNDICE 2. EXPERIMENTOS 4 Y 5: MATERIALES. _____ | 219 |

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

|   |     |
|---|-----|
| FIGURA 1. MODELOS EXPLICATIVOS DEL DETERIORO DE LA RECUPERACIÓN.  | 27  |
| FIGURA 2. EJEMPLO DE COEXISTENCIA DEL DETERIORO POR INHIBICIÓN DURANTE LA CODIFICACIÓN Y EL POSTERIOR BLOQUEO   | 28  |
| FIGURA 3. ESQUEMA DE LA TAREA OIR Y RELACIÓN ENTRE ESTÍMULOS  | 38  |
| FIGURA 4. RELACIÓN ENTRE CATEGORÍAS Y EJEMPLARES EN UNA TAREA OIR CON INDEPENDENCIA DE CLAVE  | 42  |
| TABLA 1. INTEGRACIÓN DE LAS TRES DIMENSIONES PROPUESTAS EN QUE SE PUEDEN CLASIFICAR LAS TAREAS INHIBITORIAS   | 54  |
| FIGURA 5. RELACIÓN ENTRE LA MAGNITUD DEL EFECTO DE SUPRESIÓN MANIFESTADO EN UNA TAREA OIR Y LA HABILIDAD DEL CONTROL INHIBITORIO  | 64  |
| FIGURA 6. ESQUEMA DEL PROCESO DE REGISTRO ELECTROENCEFALOGRÁFICO Y EXTRACCIÓN DE ERPS   | 71  |
| FIGURA 7. ESQUEMA DE LA TAREA OIR EN EL EXPERIMENTO 1   | 95  |
| TABLA 2. PORCENTAJES DE ACIERTO Y DESVIACIONES TÍPICAS DE LOS EJEMPLARES CORRECTAMENTE RECUPERADOS EN LA FASE FINAL DE RECUERDO LIBRE CORRESPONDIENTES AL EXPERIMENTO 1 | 97  |
| TABLA 3. PORCENTAJES DE ACIERTO Y TIEMPOS DE REACCIÓN MEDIOS CORRESPONDIENTES AL EXPERIMENTO 2  | 103 |
| TABLA 4. PORCENTAJE DE FALSAS ALARMAS Y DESVIACIONES TÍPICAS CORRESPONDIENTES AL EXPERIMENTO 3  | 115 |
| TABLA 5. PROMEDIOS DE ACIERTO Y TIEMPOS DE REACCIÓN CORRESPONDIENTES AL EXPERIMENTO 3   | 116 |
| FIGURA 8 ESQUEMA DE LA TAREA DE DENOMINACIÓN DE DIBUJOS EN DOS IDIOMAS DEL EXPERIMENTO 4  | 128 |
| TABLA 6. PORCENTAJES DE ACIERTO Y DESVIACIONES TÍPICAS CORRESPONDIENTES A LA FASE DE RECUPERACIÓN CON CLAVE EN EL EXPERIMENTO 4   | 129 |
| FIGURA 9 PORCENTAJES DE ACIERTO EN LA PRUEBA CON CLAVE FONOLÓGICA DEL EXPERIMENTO 5   | 131 |

|  |     |
|--|-----|
| TABLA 7. PORCENTAJES DE ACIERTO Y DESVIACIONES TÍPICAS CORRESPONDIENTES A EXPERIMENTO 5 _____  | 138 |
| FIGURA 11. PORCENTAJES DE ACIERTO EN LA PRUEBA DE RECUPERACIÓN CON CLAVE FONOLÓGICA EN EL EXPERIMENTO 5 _____  | 140 |
| FIGURA 12. PROMEDIOS DE LOS ERPS REGISTRADOS CORRESPONDIENTES AL GRUPO DE BAJO NIVEL DE L2 EN EL EXPERIMENTO 5 _____   | 142 |
| FIGURA 13. PROMEDIOS DE LOS ERPS REGISTRADOS CORRESPONDIENTES AL GRUPO DE ALTO NIVEL DE L2 EN EL EXPERIMENTO 5 _____   | 143 |
| FIGURA 14. ONDAS PROMEDIO DE LOS ERPS REGISTRADOS EN FCZ CORRESPONDIENTES AL GRUPO DE BAJO NIVEL DE L2 EN EL EXPERIMENTO 5 _____                                 | 144 |
| TABLA 8. PROMEDIOS DE AMPLITUD DE ONDA Y DESVIACIONES TÍPICAS CORRESPONDIENTES A LA VENTANA TEMPORAL 300-350 MS. EN EL EXPERIMENTO 5 _____                       | 146 |
| FIGURA 15. INTERACCIÓN DEL IDIOMA Y EL NÚMERO DE ENSAYOS DE DENOMINACIÓN PARA EL ÁREA PREFRONTAL EN LA VENTANA TEMPORAL DE 300-350 MS. EN EL EXPERIMENTO 5 _____ | 148 |
| FIGURA 16. INTERACCIÓN DEL NIVEL DE L2 Y EL IDIOMA PARA EL ÁREA FRONTOCENTRAL EN LA VENTANA TEMPORAL DE 300-350 MS EN EL EXPERIMENTO 5 _____                     | 149 |
| FIGURA 17. PROMEDIO DE LAS AMPLITUDES DE ONDA CORRESPONDIENTES AL PRIMER ENSAYO EN L1 Y L2 PARA FPZ, FCZ, Y CZ _____   | 151 |
| FIGURA 18. INTERACCIÓN DEL NIVEL DE L2 Y EL IDIOMA EN EL PRIMER ENSAYO DE DENOMINACIÓN EN LA VENTANA TEMPORAL DE 300-350 MS. _____                               | 152 |
| FIGURA 19. PROMEDIO DE LAS AMPLITUDES DE ONDA A LO LARGO DE LOS ENSAYOS EN L2 PARA FPZ, FCZ Y CZ _____   | 153 |
| FIGURA 20. AMPLITUD MEDIA EN FUNCIÓN DEL NIVEL DE L2 Y EL NÚMERO DE ENSAYOS DE DENOMINACIÓN EN LA VENTANA TEMPORAL DE 300-350 MS. _____                          | 154 |
| TABLA 9. PROMEDIOS DE AMPLITUD DE ONDA Y DESVIACIONES TÍPICAS CORRESPONDIENTES A LA VENTANA TEMPORAL DE 475-525 MS. DEL EXPERIMENTO 5 _____                      | 157 |
| FIGURA 21. INTERACCIÓN DEL IDIOMA Y EL NÚMERO DE ENSAYOS DE DENOMINACIÓN PARA EL ÁREA PREFRONTAL EN LA VENTANA TEMPORAL DE 475-525 EN EL EXPERIMENTO 5 _____     | 158 |

|   |     |
|---|-----|
| FIGURA 22. INTERACCIÓN DEL IDIOMA Y EL NÚMERO DE ENSAYOS DE DENOMINACIÓN PARA EL ÁREA FRONTOCENTRAL EN LA VENTANA TEMPORAL DE 475-525 MS. | 159 |
| FIGURA 23. INTERACCIÓN DEL IDIOMA X NÚMERO DE ENSAYOS DE DENOMINACIÓN PARA EL ÁREA CENTRAL EN LA VENTANA DE 475-525.                      | 160 |
| FIGURA 24. AMPLITUD MEDIA EN FUNCIÓN DEL NIVEL DE L2 Y EL IDIOMA EN LA VENTANA TEMPORAL DE 475-525 MS.                                    | 161 |
| FIGURA 25 AMPLITUD MEDIA EN FUNCIÓN DEL NIVEL DE L2 Y EL NÚMERO DE ENSAYOS DE DENOMINACIÓN EN LA VENTANA TEMPORAL DE 300-350 MS.          | 163 |
| TABLA 10. DISTINCIÓN ENTRE CONTROL PROACTIVO Y REACTIVO EN EL MODELO DEL MECANISMO DUAL DE CONTROL COGNITIVO                              | 183 |
| FIGURA 26. TRES MODELOS DE LA INTERVENCIÓN DE PROCESOS DE CONTROL EN LA INHIBICIÓN  | 184 |

*“... it is important to distinguish between automatic and intentional forms of inhibition, at least until it can be determined whether these qualitatively different constructs have a common underlying bases”*  
Harnishfeger (1995)

Uno de los principios más generales en el estudio de la memoria o del lenguaje es que la exposición a estímulos externos tiene como consecuencia la activación automática de representaciones mentales en la memoria. Dicha activación se extiende a representaciones similares que comparten características con el estímulo que se presentó (Anderson, 1983; Collins y Loftus, 1975; McKoon y Ratcliff, 1992; McNamara, 1992; 1994; Ratcliff y McKoon, 1988). Estos procesos de activación automática que tienen consecuencias positivas para el sistema cognitivo porque facilitan el procesamiento (Meyer y Schvaneveldt, 1971), sin embargo, a veces, también pueden producir interferencia e introducir ruido en el sistema (Anderson, Bjork y Bjork, 1994). Desde algunas teorías se ha propuesto que existen procesos inhibitorios, también automáticos, subordinados a la activación, que tienen como función impedir la difusión de la misma (Harnishfeger y Bjorklund, 1993). Desde este punto de vista, la inhibición se ha considerado un proceso opuesto a la activación, complementario a la misma pero que comparte muchas de sus características. Así, la activación automática dispararía de forma reactiva procesos de inhibición también de carácter automático, similares a la inhibición lateral (ver Bjork, 1989; Anderson et al., 1994; MacLeod, Dodd, Shear, Wilson, Bibi, 2003 para una discusión de esta perspectiva). Sin embargo, desde hace algunas décadas, la inhibición

se ha comenzado a estudiar de forma independiente, como un proceso de control que se activa con el objetivo de solventar o prevenir una situación de competición.

La comparación de los procesos de activación e inhibición se ha hecho desde distintas áreas. Por ejemplo, a nivel evolutivo, se han comparado ambos procesos y se ha observado que los mecanismos inhibitorios aparecen más tardíamente que los excitatorios (Harnishfeger, 1995). Desde esta perspectiva evolutiva, se ha considerado que los recursos de que disponemos para la ejecución de operaciones cognitivas (p.e. la capacidad de activar información de forma automática) no incrementa con la edad, sino que lo que cambia y se desarrolla es la eficacia con que utilizamos nuestros recursos cognitivos para realizar operaciones mentales, y que esto depende de que estas operaciones se realicen con la participación de procesos de control. Uno de estos procesos de control sería la inhibición (Hasher, Lustig y Zacks, 2007). Mientras que la propuesta de procesos de inhibición automática/lateral es ampliamente aceptada en el estudio de la memoria y el lenguaje y se han implementado modelos teóricos donde la inhibición es reactiva a la activación (ver Dijkstra y Van Heuven, 1998; Tipper, Meegan y Howard, 2002), la inhibición como mecanismo de control ha sido objeto de gran controversia (ver MacLeod et al, 2003). El objetivo de este trabajo es explorar las características de los procesos inhibitorios y muy especialmente la naturaleza controlada de la inhibición. Para ello, queremos identificar la relación de los fenómenos conocidos como inhibitorios con los procesos ejecutivos de control. Ése es el objetivo de este trabajo.

**Capítulo 1.**  
**La Inhibición**



## 1. La Inhibición

*Ignoring competing information can be an active process.  
Tipper y Cranston, 1985*

### 1.1. EL CONCEPTO DE INHIBICIÓN

Algunos investigadores han propuesto (Anderson, 2003; Anderson y Bjork, 1994) que el control de la memoria se ejerce mediante un mecanismo inhibitorio que tiene como función suprimir la activación de representaciones de memoria irrelevantes o no deseadas. Cuando hablamos de inhibición como un proceso de control de la memoria, nos referimos a la supresión que se ejerce sobre una representación mnemónica cuando ésta interfiere en la activación de otra, teniendo como consecuencia la menor accesibilidad de esa representación, al menos de forma temporal. Por lo general, la presencia de un café puede provocar la activación de numerosos trazos asociados con él, como su sabor, el calor... pero también de un cigarrillo. La respuesta automática del fumador es sacar su paquete de tabaco. Para el fumador, la recuperación de este recuerdo no es tan deseable y a menudo pasan meses antes de que la mera presencia del olor a café deje de producir las sensaciones asociadas al cigarrillo o incluso la respuesta de pedir un cigarro a la persona más próxima. La capacidad de inhibir esa respuesta y la de incluso inhibir el pensamiento del cigarrillo, pueden ayudar al fumador a dejar de fumar. Situaciones como ésta, en que se activan distintas

representaciones, y no todas ellas deseables o relevantes, suceden de forma continua en nuestra vida. La incapacidad de suprimir la activación de los trazos asociados daría lugar en nuestra mente a una situación parecida a la de una habitación con cinco personas hablando simultáneamente del mismo tema. El proceso de frenar la activación de estos recuerdos asociados sería un ejemplo de funcionamiento del proceso inhibitorio.

Este proceso de control de la memoria es adaptativo ya que permite reducir la interferencia y trabajar sólo con la información relevante, pero lleva consigo consecuencias: retener de forma repetida el acceso de unas representaciones dominantes ante la necesidad de producir otras, puede producir *olvido* si más tarde se requiere hacer uso de las representaciones inhibidas (Anderson, 2005). Posteriormente volveremos al olvido como consecuencia de la actuación de procesos inhibitorios, pero antes queremos señalar que la inhibición como forma de control no es un proceso que se haya propuesto sólo desde el campo de la memoria sino que el concepto de inhibición de una respuesta, una representación o la información proveniente de un estímulo, con la finalidad de mejorar el procesamiento o recuperación de otra, aparece en el ámbito de la percepción, la atención, el comportamiento motor, la memoria, el lenguaje y en ámbitos más generales como los comportamientos sociales, o clínicos (MacLeod, 2007). Por esta razón, el proceso de inhibición ha recibido numerosos intentos de definición, con el riesgo señalado por Friedman y Miyake (2004) de que, al hacerlo, se engloben fenómenos distintos entre sí. Para MacLeod y sus colaboradores (2003), es necesario *definir* lo que se entiende por inhibición en cada situación y *establecer los criterios* para determinar en qué casos está actuando y en qué casos no.

### 1.1.1. Efectos asociados a la inhibición

Como mencionamos más arriba, la inhibición es un *mecanismo que reduce la activación de representaciones que interfieren con el procesamiento de información relevante, e interrumpe la puesta en marcha de procesos y respuestas no deseadas o inapropiadas*. Pero, ¿por qué es necesario proponer la existencia de este mecanismo? Varios fenómenos que proceden de distintos campos de investigación se pueden explicar desde la propuesta de la inhibición como mecanismo que reduce la interferencia. Aunque no es nuestra intención hacer una revisión exhaustiva de estos fenómenos queremos mencionar algunos para mostrar las características comunes a ellos.

Por ejemplo, dentro del marco de los efectos atencionales, encontramos un ejemplo en la tarea de *priming* negativo (Tipper, 1985). El procedimiento general para encontrar este efecto consiste en pedir a los sujetos, en dos ensayos consecutivos, que respondan a uno de dos estímulos que se presentan simultáneamente. Hablamos de *priming* negativo porque la respuesta al estímulo objetivo en el segundo ensayo es más lenta si éste apareció como estímulo distractor que se debía ignorar en el primer ensayo, en comparación a una condición control en la que el objetivo del segundo ensayo no apareció como distractor en el primero. Aunque no existe acuerdo en la explicación del efecto (ver Tipper, 2001 para una revisión), la idea más generalizada es que el efecto refleja la actuación de la inhibición. Se supone que durante el primer ensayo, para facilitar el procesamiento del estímulo objetivo, se produciría la inhibición de la representación del estímulo distractor. Consecuentemente, cuando se presenta el estímulo en el siguiente ensayo, su representación estaría inhibida (menos nivel de activación) y la respuesta al mismo requeriría

más tiempo. El priming negativo ha sido la muestra paradigmática de los procesos inhibitorios en el campo de la atención, pero otros fenómenos como la *inhibición de retorno* (Posner y Cohen, 1984), en la que atender a una localización reduce la posibilidad de volver a ella, también se han explicado como consecuencia de estos mecanismos. En ambas tareas, la repetición del distractor, y con ello el aumento de la activación y capacidad de competición de éste, incrementa el efecto de supresión cuando posteriormente se presenta como objetivo (Chao y Yeh, 2005; Strayer y Grison, 1999).

La existencia de mecanismos inhibitorios también se ha propuesto para explicar el control de las respuestas motoras. Detener una respuesta preponderante que, sin embargo, no es apropiada en un determinado momento es, quizás, la función más evidente del proceso inhibitorio y numerosas tareas la han explorado (Durston, Tottenham, Thomas, Davidson, Eigsti, Yang, Ulg y Casey, 2003). La interrupción de respuestas dominantes se ha hecho a través de tareas como la *antisacádica* (Hallett, 1978) o la tarea *go/no-go*. Por ejemplo, en las tareas *go/no-go*, los participantes responden presionando un botón ante la presencia de un estímulo, y deben contener la acción en presencia de otro. Para incrementar la interferencia y por esto la demanda de la supresión de la respuesta motora, suele manipularse la frecuencia de aparición de los estímulos. La realización de una respuesta poco frecuente en el contexto de otra respuesta más frecuente, hace necesario inhibir la respuesta habitual. Por tanto, como en el caso de la inhibición de estímulos irrelevantes, la competición entre respuestas parece disparar la inhibición (Braver, Barch, Gray, Molfese, y Snyder, 2001; Jones, Cho, Nystrom, Cohen, y Braver, 2002).

Una lógica similar, en el campo de la memoria, ha sido la utilización del paradigma *think/no-think*, propuesto por Anderson y Green (2001) para inhibir la recuperación de recuerdos no deseados.

Al igual que en la tarea motora go/no-go, se debe detener una respuesta prepotente, pero en este caso la respuesta que se debe evitar es interna. En el procedimiento think/no-think se entrena a los participantes en recordar pares de palabras, de modo que se debe responder con una de ellas ante la presencia de la otra. En una segunda fase, se presenta sólo un estímulo del par y se da instrucciones a los participantes de decir la respuesta practicada ante parte de los estímulos, y de evitar pensar en la respuesta ante otro conjunto de estímulos. Las instrucciones en esta tarea enfatizan que no se trata de una simple supresión de la respuesta vocal, sino que se debe impedir el acceso de la respuesta aprendida a la conciencia. Evidencia de que las respuestas no deseadas se han inhibido se obtiene en una prueba de recuperación final con claves en que se pide a los participantes que intenten recordar todas las palabras presentadas, tanto las que repasaban en la segunda fase como aquellas en las que evitaban pensar. Los resultados muestran que las palabras en las que se evitó pensar se recuerdan peor que las palabras de una condición control que se presentaban durante la segunda fase. Es decir, se produce un deterioro del recuerdo de aquellos estímulos evitados en relación con aquellos cuya clave no había sido presentada en la segunda fase. Esta tarea representa un ejemplo claro de una de las funciones que ejerce la inhibición sobre la memoria: el control de pensamientos no deseados (Anderson y Green, 2001). Pero la inhibición en memoria también ejerce una función muy importante en el control de recuerdos irrelevantes que interfieren en el proceso de recuperación de información relevante.

Una de las tareas que más se ha utilizado para estudiar la función de la inhibición en el proceso de recuperación es el procedimiento de práctica en la recuperación (Anderson, 2003; Anderson y Bjork, 1994; Anderson y Bell, 2001, Bajo, Gómez-Ariza; Fernández, y Marful, 2006; Gómez-Ariza, Lechuga, Pelegrina y Bajo,

2005). En esta tarea, los participantes estudian una lista de categorías con algunos de sus ejemplares. Posteriormente, se les pide que recuerden la mitad de los ejemplares de la mitad de las categorías (fase de práctica). En la prueba final, deben recordar todos los ejemplares de todas las categorías. Cuando los participantes realizan esta tarea, normalmente recuerdan con menor probabilidad los ejemplares no practicados de las categorías practicadas que los ejemplares (evidentemente, no practicados) de las categorías no practicadas, lo que se conoce como efecto de olvido inducido por la recuperación. Este resultado indica que el hecho de practicar algunos ejemplares de una categoría, dificulta el recuerdo posterior del resto de ejemplares (no practicados) de la misma categoría. La interpretación de este efecto es que la recuperación de algunos ejemplares durante la fase de práctica produce la inhibición de ejemplares relacionados, dando lugar a la disminución de la interferencia durante el recuerdo. De este modo, los ejemplares que han sido inhibidos en la fase de práctica se recuerdan con mayor dificultad en la prueba final.

El efecto de *part-list cuing*, en el que la presentación de parte de los estímulos de una lista como claves, reduce la probabilidad de recuperar el resto (Slamecka, 1968), se ha atribuido también a la actuación un mecanismo inhibitorio similar al que actúa en el olvido inducido por la recuperación (OIR) (Bäuml y Aslan, 2004). Aunque este efecto no siempre se atribuye a mecanismos inhibitorios (Baden y Baden, 1995), algunos autores proponen que al menos en algunas condiciones, el efecto es debido a la inhibición de los ejemplares no presentados (Aslan y Bäuml, 2007). Así, la recuperación de los ejemplares que se presentan como pista da lugar a la inhibición y olvido de aquellos que no se presentan, y en este sentido, el efecto de *part-list cuing* reflejaría la función de la inhibición en la reducción de la interferencia, de igual manera que lo hace el efecto OIR. Sobre el

procedimiento de práctica en la recuperación y el efecto de olvido que produce volveremos más tarde, ya que son centrales para la investigación experimental que presentamos.

También dentro del campo de la memoria, la importancia de la inhibición en el control de la de información que no es relevante o que ha dejado de serlo, se ha estudiado mediante el procedimiento de *olvido dirigido* con el método de lista (Basden y Basden, 1998; Bjork y Bjork, 1996; Conway, Harries, Noyes, Racsomány, y Frankish, 2000). En la tarea de olvido dirigido, se presentan dos listas de palabras para estudiar. Tras el estudio de la primera, se pide a los participantes que la olviden para aprender una nueva. A continuación, se les presenta una segunda lista de palabras para su estudio, y tras una tarea distractora destinada a eliminar los efectos de recencia, se pide a los participantes que intenten recordar las palabras tanto de la primera como de la segunda lista presentada. El recuerdo de los participantes en esta condición de olvido de la primera lista se compara con el de otro grupo de participantes, al que se presentan las dos listas y se pide que recuerden ambas (es decir, en ausencia de instrucciones de olvido). El efecto de olvido dirigido se observa cuando los participantes en la condición de olvido, recuerdan menos palabras de la Lista 1 que de la Lista 2. Además, normalmente los participantes recuerdan menos palabras de la Lista 1 en la condición de olvido que en la condición de recuerdo (lo que se denomina costes del olvido dirigido) y más palabras de la Lista 2 en la condición de olvido que en la condición de recuerdo (lo que se denomina beneficios del olvido dirigido), debido a la reducción de la interferencia proactiva de la Lista 1 en la condición de olvido.

Finalmente, en nuestra revisión de distintas tareas y efectos que pueden reflejar la actuación de mecanismos inhibitorios en distintas áreas de investigación, queremos mencionar otro ejemplo interesante que procede de los estudios del lenguaje y más

concretamente de las investigaciones sobre la selección léxica en bilingüismo. Los efectos asimétricos que se obtienen en el paradigma de *cambio de código* se han interpretado también como consecuencia de la actuación de mecanismos inhibitorios que ayudan a seleccionar el idioma apropiado (Green, 1998). El procedimiento implica la denominación de dibujos o números en uno de dos idiomas. Normalmente el idioma en el que se ha de nombrar el dibujo o leer el número, se señala por el color en que éste se presenta (p.e. azul-nombrar en inglés; rojo-nombrar en español). El efecto de cambio se encuentra al comparar dos ensayos consecutivos: en los ensayos de cambio, el primer y segundo ensayo implican idiomas diferentes, mientras que en los de no-cambio los dos ensayos implican el mismo idioma. El efecto consiste en que denominar en un idioma distinto al del ensayo anterior, produce un coste en el tiempo de respuesta, o lo que es lo mismo, los ensayos de cambio producen tiempos de reacción (TR) más lentos que los ensayos de no-cambio. Lo más interesante en la aplicación de esta tarea al estudio de la relación entre idiomas, es que existe una asimetría en este coste: cambiar del segundo idioma (L2) al primero (L1) genera mayor coste que cambiar de L1 a L2, es decir, denominar una palabra en el propio idioma requiere más tiempo cuando previamente se ha producido una palabra en el otro idioma (Meuter y Allport, 1999). Esta asimetría, que en primera instancia puede resultar poco intuitiva, se ha interpretado como consecuencia de la inhibición y producto de la mayor interferencia que produce el idioma dominante sobre el nuevo. Para denominar en L2, es necesario inhibir la representación léxica del idioma dominante que se activa ante la presentación del dibujo o del número. Debido a esto, si en el siguiente ensayo el sujeto tiene que cambiar y denominar en L1, ha de sobreponerse a la supresión que hubo de imprimir sobre el L1, lo que se traduce en más tiempo de respuesta. Independientemente del tipo de información, el deterioro en

los ensayos de cambio se ha explicado en términos más allá de la simple re-configuración de las demandas de una tarea. El coste en la ejecución dependería del solapamiento de las dimensiones más relevantes entre tareas, o lo que es lo mismo, sólo se produce cuando existe interferencia entre el tipo de tareas que se han de alternar (Rubinstein, Meyer y Evans, 2001).

En resumen, en esta sección hemos intentado mostrar distintas tareas y efectos que se han explicado como resultado de la inhibición. Tal y como adelantamos, no hemos pretendido ser exhaustivos en nuestra revisión, sino solamente mostrar que desde muy distintos campos se ha propuesto la inhibición como un proceso que ayuda en la selección, ya sea de estímulos externos (atención) o internos (memoria o lenguaje) y así como en el control de respuestas, ya sean éstas externas (acción) o internas (pensamientos no deseados). Los efectos revisados tenían en común dos aspectos importantes a los que volveremos más tarde: En primer lugar, la inhibición siempre actúa en presencia de interferencia y competición de otros posibles estímulos o respuestas externas e internas, ya que su función es facilitar los procesos de selección mediante la reducción de la interferencia presente. En segundo lugar, la consecuencia de la inhibición es reducir, al menos temporalmente, la accesibilidad a las representaciones potencialmente interfirientes. Posteriormente volveremos a estas dos características de la inhibición, pero antes queremos mencionar algunas de las explicaciones alternativas que se han ofrecido para algunos de los efectos mencionados más arriba. Con todo ello pretendemos señalar la importancia de establecer criterios con los que poder defender la existencia de la inhibición.

## 1.2. EXPLICACIONES ALTERNATIVAS AL FENÓMENO INHIBITORIO: INHIBICIÓN E INTERFERENCIA

Una de las características básicas de la inhibición es que responde ante situaciones de competición y e interferencia. Por ello, no es extraño encontrar en la literatura un uso solapado de los términos inhibición e interferencia, (Harnisfeger, 1995). La inhibición *se considera un mecanismo que reacciona ante la interferencia*: cuanto mayor es la cantidad de interferencia, mayor es la magnitud de la inhibición que se ejerce para eliminarla (Neill, Valdes y Terry, 1995). A pesar de esta dependecia mutua es necesario diferenciar entre ambos constructos. Así, Harnisfeger define la interferencia como *la competición cognitiva entre estímulos, procesos o respuestas* (pág. 189) que daría lugar a un deterioro en la ejecución, mientras que la inhibición constituiría el mecanismo activo que se pone en marcha para contrarrestar dicha interferencia. Por tanto, podemos observar que el deterioro en la ejecución ante determinados estímulos puede ser consecuencia de la interferencia, sin que en esa situación actue la inhibición, o lo que es lo mismo, la interferencia por sí misma produce un deterioro de la ejecución, y por lo que la presencia de interferencia no siempre tiene que explicarse en términos inhibitorios. La confusión conceptual entre interferencia e inhibición ha hecho que en determinadas ocasiones se consideren inhibitorios efectos que no lo son. Por tanto, parte de las discusiones alrededor de efectos que podrían ser consecuencia de la inhibición se ha centrado en eliminar explicaciones alternativas, basadas la mayor parte de ellas en la interferencia.

Una de estas discusiones que ha llevado a la propuesta de explicaciones alternativas se ha ofrecido en el ámbito del priming negativo. Por ejemplo, algunos autores proponen (Mayr y Buchner, 2006; Neill et al., 1995) que, en el segundo ensayo, cuando se

presenta el estímulo que en el ensayo previo había sido un distractor, se activa la respuesta asociada a ese estímulo (no-respuesta), y ya que esta respuesta es incompatible con la que se ha de dar en ese ensayo, el tiempo en responder es mayor. Es decir, el efecto se produciría porque durante el primer ensayo se asocia cada uno de los estímulos a una respuesta (responder o no responder), y la recuperación de la respuesta asociada al estímulo distractor en el segundo ensayo produce interferencia con la respuesta apropiada. Es por tanto la interferencia y no la inhibición la que produciría, desde esta perspectiva, el mayor número de errores y las respuestas más lentas que caracterizan el fenómeno de priming negativo. Aunque, las investigaciones sobre el efecto de priming negativo han ofrecido evidencia a favor (Mayr y Buchner, 2006; Neill et al., 1995) y en contra (Allport, Tipper y Chmiel, 1985; Lowe, 1985; Tipper y Cranston, 1985) de la explicación basada en la interferencia y resolución del conflicto, creemos que esta controversia es importante y que es un ejemplo que señala la importancia de establecer criterios que disocien las explicaciones basadas en la inhibición de las basadas en la interferencia.

En el campo de la memoria, desde modelos asociativos como el de Raaijmaker y Shiffrin (1981), se han intentado explicar muchos de los fenómenos que describimos en la sección previa, como consecuencia del fortalecimiento de asociaciones entre estímulos y de fenómenos de bloqueo. Según estos modelos, el fortalecimiento de la relación entre pares de estímulos o entre un estímulo y el contexto hace que haya mayor probabilidad de que se recupere posteriormente ante el mismo contexto o pista al que se asoció. La recuperación del estímulo fortalecido bloquearía la recuperación de otras representaciones de memoria que tienen una fuerza menor. Desde una perspectiva similar, John Anderson, en su modelo ACT (1993), asume que la cantidad de activación es limitada y se reparte entre las

distintas representaciones asociadas a un mismo nodo por lo que el fortalecimiento de una de estas representaciones reduciría la activación destinada a otras con el resultado de una menor probabilidad de recuperación cuando ambas respuestas se activan. Así, en los estudios de olvido dirigido, en situaciones de prueba de recuerdo libre, los estímulos con instrucciones de recordar, estarían más activos y se producirían antes, bloqueando la producción de aquellos de la lista cuyas instrucciones eran de olvido. Estas explicaciones también se han considerado para otras tareas y fenómenos como el think/no-think o el OIR. A pesar de ello, estas explicaciones no siempre se sostienen porque, por ejemplo, en el procedimiento de olvido dirigido se mantiene el menor recuerdo de la lista “olvidada” y el beneficio de la “recordada” en la condición de olvido cuando se insta a los participantes a recordar sólo la primera lista o a recordarla antes de la segunda lista (Bjork, Bjork y Anderson, 1998); o, en el caso de las tareas de think/no-think y OIR, los efectos aparecen con claves que no se presentaron y, por tanto, que no estaban fortalecidas (Anderson y Spellman, 1995; Anderson y Green, 2001). De nuevo, creemos importante señalar estas explicaciones alternativas y la necesidad de descartarlas cuando se explica un efecto en términos inhibitorios.

Como ha señalado Tipper (2001) la explicación en términos inhibitorios difiere de las explicaciones basadas en la interferencia mencionadas más arriba en el *locus* de los efectos, ya que unos hacen hincapié en los procesos de codificación mientras otros lo hacen en los procesos de recuperación. En la Figura 1, basada en Anderson y Levy (2007), se muestra un ejemplo del locus de los efectos en los dos tipos de modelos.

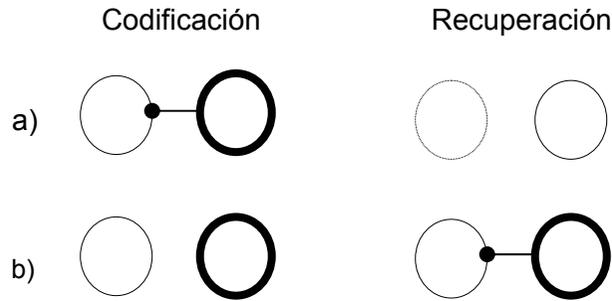


Figura 1. Modelos explicativos del deterioro de la recuperación. Arriba, modelo basado en la inhibición del estímulo durante la recuperación selectiva. Durante la codificación, la recuperación de un estímulo provoca la supresión de los competidores. Durante la prueba la probabilidad de recuperar el competidor es menor porque está menos activado (a). Abajo, representación del modelo basado en la recuperación episódica. Durante la prueba, el estímulo fortalecido en la codificación bloquea la recuperación del relacionado (b).

Otro aspecto que produce el solapamiento de los conceptos de inhibición e interferencia es la *relación que existe entre la susceptibilidad a sufrir interferencia y el deterioro de los procesos inhibitorios*. Esta correlación hace que, en situaciones en que no se predice la presencia de efectos propios de la inhibición, sí aparezcan efectos de interferencia que se pueden confundir con los inhibitorios. Como veremos más adelante, Anderson y Levy (2007) lo han considerado como uno de los principales problemas que aparecen en la interpretación de los resultados observados en poblaciones en las que se presupone déficit en inhibición. Si se ignora que distintos procesos pueden estar implicados en la producción de los efectos, es fácil confundir unos efectos con otros y no hacer intentos de disociación. Como muestra la Figura 2, los procesos inhibitorios no son necesariamente incompatibles con los de interferencia, de manera que los dos pueden coexistir y, en muchos casos, el efecto que se produce puede ser una mezcla de ambos. Por ello, es importante delimitar el efecto de cada uno de los procesos para disociar entre ellos. En el siguiente apartado discutimos los criterios que se han utilizado para disociar la interferencia de la inhibición. En este

apartado hablamos de estos criterios de forma general, ya que en el siguiente capítulo los detallamos en el caso concreto del efecto de olvido inducido por la recuperación, que es el fenómeno que será objeto de estudio en la parte empírica de este trabajo.

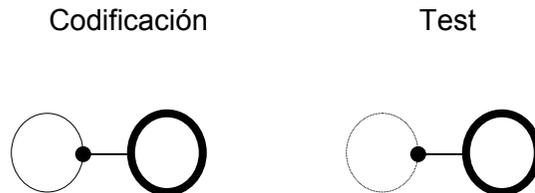


Figura 2. Ejemplo de coexistencia del deterioro por inhibición durante la codificación y el posterior bloqueo sobre el estímulo ya inhibido procedente del estímulo con mayor activación.

### 1.3. CRITERIOS PARA DISOCIAR INTERFERENCIA E INHIBICIÓN

#### 1.3.1. Independencia de clave

Según Tipper (1985), para poder afirmar que el deterioro de una representación es fruto de la inhibición, es necesario conocer el destino en sí de la representación que se ha visto afectada y mostrar que es esta representación la que está menos activada. Dicho de otro modo, desde esta perspectiva se propone que la inhibición se produce sobre la representación del ítem mismo (Levy y Anderson, 2008), de ahí que el criterio fundamental para justificar la hipótesis inhibitoria sea la independencia de clave (Anderson y Spellman, 1995). Si la representación está realmente inhibida, la falta de accesibilidad debería mostrarse en cualquier situación en que sea necesaria la recuperación de esa representación. Así, en las tareas de memoria, por ejemplo, el efecto de olvido debería aparecer incluso cuando se prueba con claves distintas de las empleadas durante el estudio. Por el contrario, si el deterioro en la recuperación se pudiese describir en

términos de interferencia asociativa, es decir, del fortalecimiento de la conexión de unos nodos en detrimento de otros, entonces este deterioro sólo debería observarse en el contexto de la clave de recuerdo o de respuesta original a la que fue asociada. La independencia de claves se ha observado en distintos paradigmas como el de part-list cuing (Todres y Watkins, 1981); think/no-think (Anderson y Green, 2001) o en el de práctica en la recuperación (Anderson y Spellman, 1995; Bajo et al., 2006) empleando pruebas con claves no presentes en la fase de estudio o a través de pruebas de reconocimiento.

### 1.3.2. Dependencia de la recuperación

Para que podamos atribuir el efecto a la inhibición debemos mostrar que no es un mero producto de la presencia o fortalecimiento de algunas asociaciones, sino que depende de la necesidad de recuperar y seleccionar información. Por ejemplo, en la tarea de priming negativo se ha observado que sólo aparece un coste en la respuesta al estímulo previamente ignorado cuando el estímulo objetivo ha sido producido correctamente durante el primer ensayo. Cuando se falla en su producción, lo que se encuentra es un efecto de facilitación (Tipper, 1985, pero ver Milliken y Joordens, 1996 para efectos de priming negativo sin requerir selección del *prime*). Igualmente, Bäuml (1996) encontró con el procedimiento de olvido dirigido, que el olvido de la lista original provocado por la presentación de otra lista antes de la prueba de recuerdo final, no dependía del grado de estudio de la lista objetivo, ni del nivel de recuerdo de la lista que se interpolaba, manipulado a través del tiempo de exposición de los estímulos. Por tanto, el mero fortalecimiento de las representaciones que interfieren no produce olvido del material, sino que es necesario que haya recuperación selectiva de cierta

información ya sea ésta abierta o encubierta (Anderson, Bjork y Bjork, 2000; Bäuml y Aslan, 2004; Storm, Bjork y Bjork, 2007).

### 1.3.3. Dependencia de la competición

Aunque, tal y como se ha comentado en el punto previo, la recuperación es necesaria, sin embargo no es suficiente: es fundamental que exista cierto grado de competición entre las representaciones. Como ya se ha comentado, una propiedad de la inhibición es que se pone en funcionamiento ante una situación de interferencia. Según Hasher y sus colaboradores (2007), la presencia de determinadas claves u objetivos produce la activación automática de información. Estas claves ponen en marcha mecanismos excitatorios que incrementan la activación de la información relevante para el objetivo y, simultáneamente, ponen en marcha mecanismos inhibitorios para suprimir la información irrelevante que podría interferir con la primera. La dependencia de la competición de la inhibición se ha puesto de relieve en numerosas ocasiones, observándose un mayor deterioro o falta de accesibilidad para la información no relevante cuanto mayor es la capacidad que tiene de competir. Es decir, cuanto mayor es la competición que produce un determinado estímulo/respuesta/representación, mayor es la inhibición que actúa sobre él, y menor es la accesibilidad a la información o respuesta inhibida en un momento posterior (ver MacLeod, 2007). Un ejemplo clásico de la dependencia de la competición para que se active la inhibición, es la necesidad de una segunda lista para que aparezca el efecto de olvido dirigido. En el olvido dirigido, la presentación de una lista con la instrucción “olvidar” sin que haya procesamiento de una posterior con la instrucción de “recuerdo”, no lleva a un menor recuerdo de ésta en comparación con una lista para olvidar en una condición estándar olvidar-recordar (Bjork, 1989). Este resultado

muestra que no es necesaria la puesta en marcha de mecanismos inhibitorios cuando no hay información que suponga interferencia sobre la información que se quiere recuperar. Por ello y de igual modo, la magnitud de los efectos inhibitorios depende del grado de interferencia presente en la situación. Una de las manipulaciones más frecuentes para estudiar esta propiedad ha sido la variación de las relaciones de fuerza entre los competidores y los estímulos que se deben recuperar. En distintos paradigmas se ha observado que se produce olvido cuando lo que se ha de inhibir son las representaciones más fuertes, y que es menor o inexistente cuando la representación que se debe inhibir es débil (Anderson et al., 1994; Bäuml, 1998; Bäuml, Kissler y Rak, 2002).

En resumen, a lo largo de este capítulo se ha tratado de delimitar el concepto de inhibición y para ello se han tomado evidencias procedentes de distintas áreas. Sin embargo, uno de los problemas en la investigación dentro de la inhibición ha sido precisamente la cuestión de si el deterioro en el rendimiento presente en distintos tipos de tareas es debido a un mecanismo común y si el conocimiento procedente de unas puede aplicarse a otras. En el último apartado hemos intentado establecer una serie de características y criterios que deben estar presentes para que se considere un efecto inhibitorio. En el siguiente capítulo nos centramos en los procesos de inhibición en memoria e intentaremos mostrar que estos criterios se pueden aplicar a los efectos que allí discutimos



## **Capítulo 2.**

### **Memoria e inhibición: Olvido Inducido por la Recuperación**



## 2. Memoria e inhibición: Olvido Inducido por la Recuperación

Aunque el olvido puede ser un proceso pasivo por el que se pierde información con el paso del tiempo a través de procesos como el *decaimiento* de la intensidad del trazo, o por la no disponibilidad de claves que permitan el acceso a los trazos de memoria, una causa importante del mismo es la adquisición de información nueva que *interfiere* con trazos de memoria ya existentes (Anderson, 1983; McGeoch, 1942; Müller y Pilzecker, 1900). Los estudios clásicos sobre interferencia utilizaron la tarea de *pares asociados*: en ella se estudian repetidamente pares de estímulo-respuesta A-B. Cuando posteriormente se presenta el estímulo junto a una respuesta diferente (A-C), la asociación A-B se ve mermada, de forma que la probabilidad de dar la respuesta B ante A se reduce. Las primeras explicaciones de estos efectos de interferencia fueron de tipo asociativo. Así, se suponía que la interferencia puede producir olvido a través de mecanismos de bloqueo, ya que al practicarse la nueva respuesta A-C, ésta se vuelve más fuerte y, en el test final, la presencia del estímulo A produce la activación de la respuesta C, que bloquea el acceso a la respuesta original B. Cuanto mayor es el entrenamiento en la lista A-C, mayor es el bloqueo que se produce. Un segundo mecanismo asociativo por el que la interferencia puede producir olvido sería el que la práctica de las nuevas conexiones dé lugar a un grado mayor de activación para éstas, y dado que la activación es limitada,

se reduzca aquella asignada a las primeras conexiones. Finalmente, también desde la perspectiva asociativa, el fortalecimiento de la respuesta competidora, puede debilitar la asociación del estímulo a su respuesta inicial.

Aunque estas tres explicaciones asociativas podrían dar cuenta de los fenómenos de olvido en la tarea de pares asociados, la inhibición de la respuesta B cuando se practica la respuesta C, también podría explicarlo. Desde un punto de vista inhibitorio se podría suponer que, una vez aprendida la asociación A-B y la tarea exige aprender una nueva asociación A-C, B será un fuerte competidor en los primeros ensayos de aprendizaje, de manera que la inhibición deberá actuar sobre B para que C se pueda producir de forma correcta.

De este modo, los fenómenos de interferencia se podrían explicar desde un punto de vista asociativo, pero también como resultado de mecanismos inhibitorios, siendo, como mencionamos, realmente importante establecer procedimientos que permitan disociar entre los distintos procesos que se ponen en marcha como respuesta a la interferencia, ya que tal y como afirman MacLeod y sus colaboradores (2003):

*“Whenever some experimental manipulation results in a decrease in performance relative to a specific baseline control condition, it has become the norm to refer to this as inhibition, in essence using the same word for both the mechanism and the phenomenon.”* (p. 169).

De igual modo, Anderson (2003) sugiere que los estudios sobre inhibición en memoria muchas veces han confundido las demandas de la tarea con el proceso que subyace a la misma y por eso se hace necesario encontrar procedimientos adecuados que permitan estudiar el mecanismo inhibitorio. Desde este punto de vista, uno de los procedimientos que más investigación han generado en el

ámbito de la memoria para identificar las características de la inhibición ha sido el de práctica en la recuperación. Por ello, en este capítulo estudiamos este procedimiento y el efecto de olvido inducido que en él se produce. Como veremos, aunque algunos lo ponen en duda (Camp, Pecher, y Schmidt, 2007), algunas características de este procedimiento hacen que sea un buen modelo para estudiar la inhibición ya que cumple los criterios que mencionamos para inferir que un efecto está causado por este proceso.

## 2.1. EL PARADIGMA DEL OLVIDO INDUCIDO POR LA RECUPERACIÓN

Tal y como se adelantó, la tarea clásica de práctica en la recuperación consta de tres fases: estudio, práctica en la recuperación y prueba de memoria. En la fase de estudio, los participantes memorizan una serie de ítems agrupados en categorías. Cada ítem va precedido del nombre de la categoría a la que pertenece (*FRUTA-naranja*, *FRUTA-pera*). En una segunda fase, de práctica en la recuperación, los participantes tienen que recuperar de manera repetida la mitad de los ejemplares de cada categoría. La recuperación en esta fase se realiza a partir de la presentación del nombre de la categoría seguido de una clave de recuperación (*FRUTA-na\_\_\_\_\_*). Después de un intervalo de retención que suele durar de 5 a 20 minutos, se llega a la tercera fase, una prueba final de recuerdo. En esta fase aparecen de forma aleatoria los nombres de las categorías estudiadas y se pide a los participantes que recuerden tantos ejemplares como les sea posible. La Figura 3a muestra un esquema de la tarea.

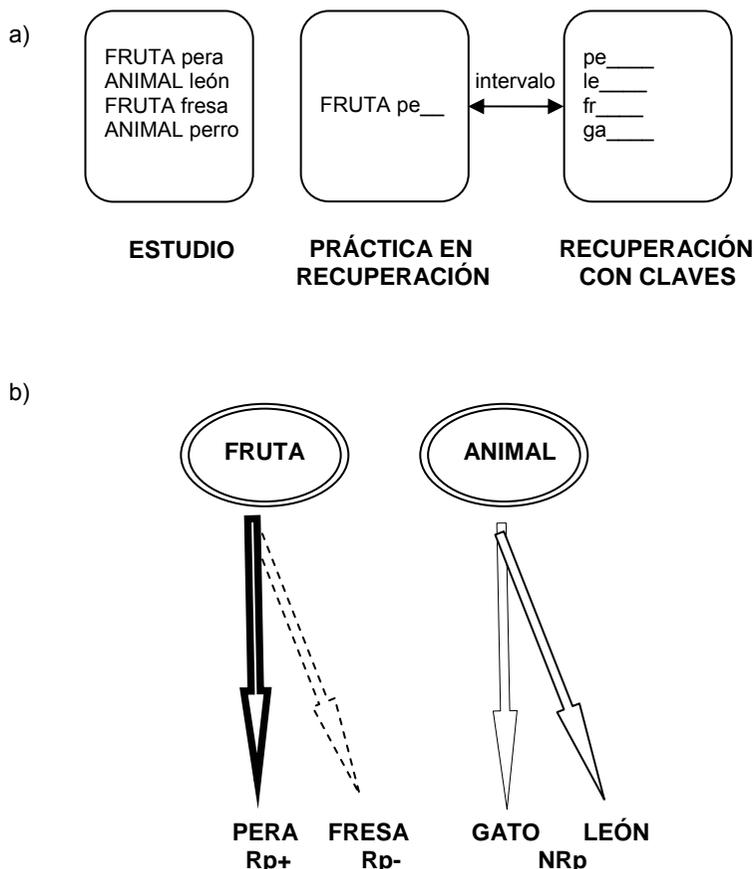


Figura 3. Arriba (a), un ejemplo de la tarea clásica OIR: la fase de estudio consiste en la presentación de parejas Categoría-ejemplar. La mitad de los ejemplares de la mitad de categorías es practicada con claves de recuperación, tal y como se ve en el gráfico de práctica en recuperación. La prueba de recuperación final se realiza tras un intervalo temporal variable. Abajo (b), relación entre los distintos estímulos en la tarea OIR. Con línea continua aparecen los ejemplares estudiados en la Fase 1. La línea gruesa corresponde al ejemplar practicado en la fase de práctica en la recuperación. Con línea discontinua, el ejemplar no practicado de la categoría practicada.

Como resultado de la fase de práctica en la recuperación se crean tres tipos de estímulos: aquellos que se practicaron durante la fase de práctica en la recuperación ( $Rp+$ ), los que no se practicaron, pero pertenecían a categorías practicadas ( $Rp-$ ) y ejemplares no practicados de categorías no practicadas ( $Nrp$ ) (Figura 3b). Los

resultados obtenidos con este paradigma generalmente ponen de manifiesto dos efectos diferenciados: facilitación e inhibición (e.g., Anderson y Spellman, 1995; Bajo et al., 2006). El efecto de facilitación debido a la práctica en la recuperación se observa al comparar el nivel de recuerdo en los ejemplares Rp+ y los ejemplares de las categorías que no son practicadas (ejemplares Nrp). Por otro lado, el porcentaje de recuerdo de los ejemplares no practicados pertenecientes a las categorías practicadas (ejemplares Rp-) suele ser inferior al de la línea base (recuerdo de los ejemplares Nrp). Éste es el efecto OIR y como se verá más abajo, puede explicarse aludiendo a la inhibición de los ítems Rp-.

El deterioro en el recuerdo de los ítems Rp- ha sido replicado en numerosas ocasiones con distinto material como oraciones (Anderson y Bell, 2001; Gómez-Ariza et al., 2005), rasgos de personalidad (MacLeod y Macrae, 2001), escenas delictivas en el marco de memoria de testigos (Migueles y García-Bajos, 2007; Saunders y McLeod, 2002), resultados de operaciones matemáticas (Phenix y Campbell, 2004), material en el ámbito académico (Carroll, Campbell-Ratcliffe, Murnane y Perfect, 2007), entre idiomas (Levy, McVeigh, Marful y Anderson, 2007), en memoria episódica (Ciranni y Shimamura, 1999), semántica (Johnson y Anderson, 2004), y autobiográfica (Wessel y Hauer, 2006).

Este efecto de olvido se ha explicado como el resultado de la inhibición activa de un estímulo en respuesta a una situación de competición. En términos inhibitorios, ocurriría lo siguiente: en la fase de práctica en la recuperación, se pide a los participantes que intenten acceder a parte de los ejemplares de una categoría (Rp+) utilizando como clave el nombre de la misma. El nombre de la categoría serviría como clave para recuperar los ejemplares objetivos, pero al mismo tiempo se activarían los ejemplares que aparecieron en la fase de

estudio asociados a esta misma categoría, pero que en ese momento no se han de recuperar. Es decir, el nombre de la categoría, activaría todos los elementos asociados a ella y éstos competirían por su recuperación. Esta situación de conflicto e interferencia dispararía procesos inhibitorios para reducir el nivel de activación de los ejemplares competidores (Rp-) y con ello su capacidad para interferir con la información de los ejemplares que hay que recordar. La inhibición repetida de estos ejemplares durante la fase de práctica en la recuperación tendrá como consecuencia el olvido de los ítems Rp-, de modo que en la fase final de recuerdo, los ejemplares inhibidos (Rp-) se encontrarán menos accesibles y mostrarán una menor probabilidad de ser recordados.

Frente a la explicación en términos de inhibición, como ocurre con otros fenómenos en que la interferencia está presente, es posible que el efecto sea fruto de mecanismos asociativos como los que mencionamos más arriba. Por ejemplo, el fortalecimiento de las conexiones categoría-ejemplar podría bloquear la recuperación de las no fortalecidas en base a una regla de probabilidad. En algunos modelos asociativos, la recuperación de un estímulo depende de la fuerza asociativa a la clave en relación con la fuerza asociativa de dicha clave con otros estímulos, de manera que el fortalecimiento de un ejemplar llevaría consigo el bloqueo en el recuerdo de otros ejemplares no fortalecidos (Mensink y Raaijmakers, 1988; Raaijmakers y Shiffrin, 1981). Por otra parte, cuando la tarea de recuerdo final es de recuerdo libre, es decir, cuando se presenta el nombre de la categoría y se pide a los sujetos que recuerden tantos ejemplares como les sea posible, la recuperación inicial de los ejemplares practicados podría bloquear la recuperación de los no practicados (*interferencia de salida*), de forma que el efecto se debería a este bloqueo y no a la inhibición. Finalmente, también se ha hecho

notar que la práctica puede sesgar la categoría, y delimitarla (la práctica de *animal-perro* podría sesgar la categoría *animal* a *animal doméstico*, con el consiguiente obstáculo para otros ejemplares como *león*, por ejemplo) (Anderson y Levy, 2007). Tal y como ya se ha planteado, existirían tres criterios que permiten excluir este tipo de explicaciones a favor del proceso inhibitorio. A continuación se justifica la presencia de los mismos en el procedimiento del olvido inducido por la recuperación.

### 2.1.1. Criterios de inhibición

#### 2.1.1.1. Independencia de clave

El principal criterio para atribuir el efecto OIR a la actuación de un mecanismo inhibitorio es la independencia de la clave. Si aparece la desventaja de los Rp- cuando la recuperación final se realiza a partir de una clave no aparecida a lo largo de la tarea (i.e. la clave cuya asociación con el estímulo no se ha fortalecido durante la práctica), el menor recuerdo de los Rp- se debe a la inhibición de la representación en memoria del ítem en sí (Anderson y Spellman, 1995). En el estudio original de Anderson y Spellman se presentaban parejas categoría-ejemplar (*COMIDA-fresa*) en las que algunos de los miembros estaban semánticamente relacionados con otras categorías presentadas durante la tarea (*ROJO-sangre*) (ver Figura 4).

Dado que fresa no se había estudiado en relación con la categoría *ROJO*, practicar *ROJO-sangre* no debe causar una proporción de recuperación de *fresa* por debajo de otros ejemplares de la categoría *COMIDA*. Sin embargo, encontraron que los ejemplares Nrp relacionados implícitamente con la categoría practicada *ROJO*, presentaban un recuerdo inferior cuando eran recuperados con la

clave, independiente de esa relación, *COMIDA*. La independencia de clave se ha observado en distintos estudios desde entonces (Anderson y Bell, 2001; Anderson, Green, y McCulloch, 2000; Bajo et al., 2006; Camp, Pecher, y Schmidt, 2005; Levy et al., 2007; MacLeod y Saunders, 2005; Radvansky, 1999, pero ver Camp et al., 2007; Williams y Zacks, 2001).

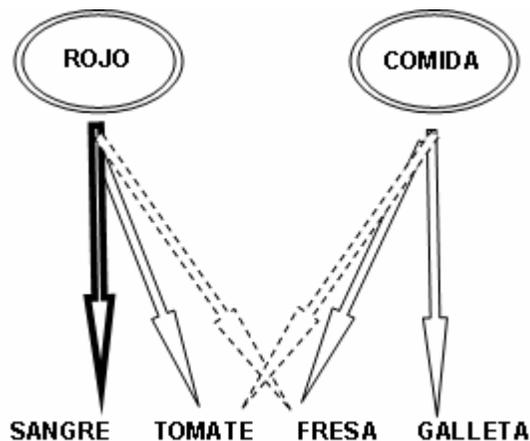


Figura 4. Relación entre categorías y ejemplares en una tarea OIR con independencia de clave. Unidos con línea continua aparecen los ejemplares estudiados. Con línea gruesa los ejemplares que han recibido práctica. La línea discontinua corresponde a aquellas relaciones categoría ejemplar pre-existentes pero no estudiadas explícitamente durante el experimento.

Otra forma de comprobar la falta de accesibilidad de las representaciones de los ítems Rp- y la independencia de claves, es utilizar distintos tests de memoria. Si los ítems Rp- están realmente inhibidos, su falta de accesibilidad debe ser evidente independientemente del tipo de test que se utilice para comprobarlo. Esta independencia del efecto OIR del tipo de test utilizado se ha demostrado, ya que dicho efecto se ha encontrado con una gran diversidad de pruebas. Por ejemplo, el efecto OIR se ha encontrado en tareas de verificación de categorías y de generación de ejemplares

(Perfect, Moulin, Conway y Perry, 2002), en tareas de reconocimiento de palabras (Hicks y Starns, 2004; Román, Soriano, Gómez-Ariza, y Bajo, en revisión; Starns y Hicks, 2004; Veling y Van Knippenberg, 2004), en reconocimiento de frases (Gómez-Ariza et al., 2005), en test de decisión léxica (Veling y Van Knippenberg, 2004), y en tareas de completar fragmentos (Bajo et al., 2006).

Todos estos datos apoyarían la existencia de un mecanismo inhibitorio que actuaría sobre las representaciones de los ítems Rp- en memoria. No obstante, otros estudios han fallado en la obtención de OIR con independencia de la clave o test utilizado. Por ejemplo, Perfect et al. (2002) realizaron una serie de cinco experimentos en los que variaban el tipo de test final en el procedimiento de práctica en la recuperación. Los tests utilizados fueron recuerdo con claves, generación de categorías, verificación de categorías, identificación perceptiva y completar fragmentos. Sus resultados mostraron efecto OIR en las tareas conceptuales (recuerdo con pistas, generación y verificación de categorías), pero, sin embargo, el efecto OIR no estaba presente en pruebas de tipo perceptivo (identificación perceptiva y completar fragmentos), lo que interpretaron como que la inhibición sólo puede darse en tareas de tipo episódico o conceptual. Otros autores como Perfect, Stark, Tree, Moulin, Ahmed, Hutter, (2004) cuestionan la independencia de claves afirmando que en aquellas pruebas en que se produce efecto OIR se han establecido relaciones episódicas entre el contexto y los ejemplares, con lo que en realidad la clave no sería realmente independiente. Algo similar argumentan Racsmány y Conway (2006), que no encontraron inhibición cuando la recuperación se hacía a través de una tarea de decisión léxica. Para estos autores, de nuevo, los experimentos que muestran OIR con claves no estudiadas, lo muestran porque la clave no sería "independiente" propiamente, sino que se activaría durante el estudio, formando parte del recuerdo episódico de la tarea (ver también, Camp et al., 2007, para una

explicación similar). Por tanto, según estos autores, a la base de la inhibición estaría la supresión de una huella episódica (*inhibición episódica*), o lo que es lo mismo, para que un trazo semántico o léxico sea suprimido, sería necesario que se haya activado durante la fase de estudio.

Sin embargo, el que no se haya encontrado OIR en tareas léxicas, no implica que necesariamente exista dependencia episódica de la inhibición. Bajo y sus colaboradores (2006) proponen que para que se observe el efecto OIR, lo que es necesario es que el trazo de memoria requerido en la prueba final, coincida con el inhibido durante la práctica en la recuperación, lo que llaman *transferencia apropiada de las representaciones*, y algunos de los estudios que no encuentran OIR con claves independientes no cumplen este requisito. Así, para que en los estudios mencionados anteriormente se encontrase supresión en la tarea de decisión léxica, sería necesario haber inducido la competición durante la práctica sobre la representación léxica de los estímulos. En sus experimentos, Bajo et al. mostraron que era posible obtener efectos OIR en tareas de completar fragmentos si durante la práctica en la recuperación se utilizaban claves léxicas que hicieran actuar la inhibición sobre este tipo de representación. De forma similar, en un estudio de Levy et al. (2007), los participantes realizaban una tarea de denominación de dibujos en dos idiomas. A pesar de que la tarea de denominación de dibujos implicaba activación conceptual (Potter y Faulconer, 1975; Schriefers, Meyer, y Levelt, 1990; Smith y Magee, 1980), dado que la interferencia en esta tarea ocurre entre las representaciones léxicas de los dos idiomas, pero no a nivel semántico (Kroll y Stewart, 1994), sólo aparecía OIR cuando la prueba era de naturaleza léxica, pero no cuando la prueba final era semántica. Así pues, los resultados contradictorios señalados anteriormente, se pueden explicar como debidos a la dependencia de la representación (Bajo et al., 2006), más que a la dependencia de clave.

Aunque el criterio de independencia de clave en memoria también se ha puesto a prueba desde la tarea de part-set cuing, en la que los efectos se mantienen con claves presentes en la lista estudiada o no presentes (Watkins, 1975), o en la tarea think/no-think con claves no presentadas durante la fase de entrenamiento (Anderson y Green, 2001), la ventaja presente en la tarea de práctica en la recuperación es que ha mostrado independencia de claves en un gran conjunto de estudios. Además, ofrece un buen modelo de los procesos de selección de representaciones en la memoria. En los dos siguientes apartados, aunque de forma más breve, mostraremos que este efecto depende de que se intente la recuperación y de que en la situación de recuperación haya competición entre representaciones.

#### *2.1.1.2. Especificidad del efecto por la recuperación*

Otra característica del procedimiento que excluye la explicación en términos de bloqueo durante la recuperación, es la *especificidad del efecto por la recuperación*. Es decir, el mero fortalecimiento durante la fase de práctica no conlleva el detrimento del recuerdo de los estímulos Rp-, lo que entraría en controversia con la explicación de la interferencia asociativa. En diversos estudios se ha comparado el efecto de olvido de los ítems no practicados después del fortalecimiento de los Rp+ a través de exposiciones repetidas, con el recuerdo de esos ítems después de que se hubieran practicado de la forma estándar (presentación de un fragmento para el que sujeto recuerde el ejemplar) durante la segunda fase del procedimiento de práctica en la recuperación (Anderson et al., 1994; Bäuml, 2002). Estos estudios han mostrado que aunque hay facilitación de los estímulos a los que se ha dado estudio extra sin recuperación, el recuerdo de los ítems Rp- es igual al recuerdo de los ítems Nrp, lo que indica que es necesario que ocurran procesos de recuperación para

que se produzca el efecto OIR. Este aspecto es importante porque, como hemos mencionado en diversas ocasiones, la función de la inhibición es ayudar a recuperar la información relevante, con lo que sólo debe ocurrir cuando la tarea requiere recuperación. Los estudios anteriores muestran que la mera exposición y fortalecimiento de los estímulos no produce el efecto y que la inhibición está directamente relacionada con la recuperación. Es interesante el que estudios recientes de Storm et al. (2007) hayan mostrado que no es necesario que la recuperación sea abierta o que se tenga éxito en la misma para que se produzca efecto de olvido. El intento de recuperar información puede disparar el mecanismo de inhibición, aunque el intento de recuerdo sea al final infructuoso o sólo de forma encubierta.

#### *2.1.1.3. Dependencia de la competición*

Por último, pero no de menor importancia, para que se active el mecanismo inhibitorio es necesario que haya *competición* entre huellas de memoria. Esta dependencia de la competición es una propiedad de los procesos inhibitorios que ya mencionamos en el primer capítulo de este trabajo: para que la inhibición actúe es necesario que se produzca interferencia entre el trazo de memoria que se desea recuperar y otros trazos de memoria. La presencia de competición es el detonante de los procesos de inhibición.

Anderson y sus colaboradores (1994) introdujeron en una tarea OIR estándar, categorías formadas exclusivamente por ejemplares fuertemente asociados a éstas (*FRUTA-naranja; FRUTA-manzana*) y otras categorías compuestas sólo por ejemplares débilmente asociados (*ANIMAL-búfalo; ANIMAL-hiena*). Observaron que se producía efecto OIR sólo para las categorías con ejemplares fuertes. Esto se producía, además, en presencia de un fortalecimiento similar de los ejemplares practicados para ambos tipos de categorías, es decir, que era

independiente del nivel de facilitación de los Rp+. Para explicar estas diferencias, introdujeron, junto a las categorías homogéneas anteriores (todos los ejemplares fuertes o todos los ejemplares débiles), categorías dentro de las cuales la mitad eran ejemplares fuertemente relacionados a ellas (*FRUTA-naranja*) y la otra mitad, ejemplares relacionados débilmente con esta misma categoría (*FRUTA-guayaba*). Observaron que sólo aparecía deterioro en la prueba para los ejemplares Rp- fuertes (menor recuerdo para *naranja* que para *guayaba*), lo que significa que se suprimían aquellos ejemplares que producían más interferencia sobre los practicados por ser los que tenían más probabilidad de ser activados en presencia de la categoría. Cuando el competidor interfiere activamente sobre el estímulo recuperado se produce la inhibición de la memoria, *independientemente del fortalecimiento de los estímulos practicados*. Este fenómeno se ha observado posteriormente modificando la dominancia de un significado sobre otro con homógrafos (Shivde y Anderson, 2001), o el nivel entre idiomas (Levy et al., 2007).

Otra forma de inducir un aumento en la competición consiste en la introducción de un intervalo temporal entre la presentación de la categoría y el fragmento durante la fase de práctica en la recuperación. Bajo et al. (2006) llamaron a este procedimiento *precuing*. En dos experimentos compararon el efecto de olvido inducido después de haber practicado categorías léxicas con el procedimiento estándar o después de haberlas practicado mediante el procedimiento de *precuing*. Los resultados mostraron que la introducción de un intervalo entre la presentación de la categoría y del fragmento aumentaba la posibilidad de encontrar el efecto OIR. La presentación de la categoría por sí sola antes del fragmento, hace que todos los ítems asociados a ella se activen, de manera que cuando el fragmento se presenta, todos los competidores están activos y la

inhibición es necesaria para reducir su nivel de activación y facilitar la recuperación del objetivo.

Finalmente, la importancia de la competición para producir efectos inhibitorios también se hace evidente en los estudios sobre integración. Cuando se da instrucciones a los participantes para integrar los ejemplares de una categoría durante la fase de estudio, la inhibición se reduce o incluso se elimina, ya que la integración reduce la competición y la inhibición no se dispara (Anderson y McCulloch, 1999; Anderson y Bell, 2001; Suárez, Gómez-Ariza, Lechuga, Pelegrina, y Bajo, 2006).

En resumen, las investigaciones con la tarea de práctica en la recuperación han mostrado que la actuación de procesos inhibitorios que se ponen en marcha para reducir la interferencia puede dar cuenta del conjunto de resultados con esta tarea. De esta forma, el olvido inducido por la recuperación es independiente de las claves de recuperación que se utilizan, aparece en muy distintos tipos de tests de memoria y depende de que sea necesario seleccionar información (recuperación) y de que haya información que compita. Todas estas características hacen de la tarea un buen modelo de situaciones en se requiere recuperar información en presencia de interferencia.

**Capítulo 3.**  
**La naturaleza controlada de la inhibición**



### 3. La naturaleza controlada de la inhibición

*“...one may question whether the lack of intention to forget competing memories in the retrieval induced forgetting procedure, should be equated with a lack of cognitive control.”*  
Anderson, 2004

Si bien parece evidente la existencia de un proceso que suprime los trazos de memoria en situaciones de competición, es fundamental pasar del nivel del efecto a la naturaleza del mismo. Como ya se adelantó, Anderson y sus colaboradores (2003, Levy y Anderson, 2002) han propuesto que los procesos inhibitorios que actúan durante la recuperación son los mismos que están presentes en tareas de interrupción y selección de respuesta y en otros dominios cognitivos como el lenguaje o la atención. Desde esta perspectiva, la inhibición durante la recuperación es el resultado de un mecanismo de control ejecutivo que no está limitado a controlar la memoria, sino que actúa siempre que hay situaciones de conflicto y competición. Además, Anderson et al. sugieren que la inhibición que actúa sobre la memoria comparte mecanismos neurales con la que actúa en situaciones en que hay que inhibir información externa o una respuesta habitual.

En contra de esta postura, otros investigadores consideran que la inhibición presenta, si no naturaleza diversa, sí al menos funciones diversas (Hasher et al., 2007) y que se puede estudiar desde distintas dimensiones como el dominio (MacLeod, 2007), la funcionalidad (Friedman y Miyake, 2004; Hasher et al., 2007) o la intencionalidad (Harnisfeger, 1995). Desde el punto de vista del dominio, la inhibición puede actuar a nivel de acciones motoras o a nivel cognitivo, es decir,

que la interrupción o selección de respuesta se puede realizar sobre respuestas motoras o procesos mentales (Anderson, 2003; Levy y Anderson, 2002; MacLeod, 2007; ver Nigg, 2000 para taxonomía más amplia). Así mismo, dentro de la inhibición cognitiva, se puede distinguir entre los dominios de la percepción, o de la memoria según el origen externo o interno de la información que se debe inhibir.

Desde el punto de vista de la función de la inhibición, Friedman y Miyake (2004) hacen notar que dicha función puede variar según el dominio. Así, en el dominio perceptivo, la función de la inhibición es evitar la interferencia que proviene de estímulos irrelevantes presentes en el ambiente externo. Esta función incluye lo que Nigg (2000) llama el *control de la interferencia*, Harnishfeger, (1995) resistencia a la interferencia, y Dempster (1993) el *control de la interferencia perceptiva*. En el dominio cognitivo (Harnishfeger, 1995; Nigg, 2000) la función de la inhibición sería el control de la *interferencia verbo-lingüística* (Dempster, 1993); y en el dominio comportamental la inhibición tendría como función el *control de la interferencia motora*.

Aunque estas clasificaciones puedan ser útiles para organizar el conjunto de efectos inhibitorios, según Hasher y sus colaboradores (2007) este tipo de clasificaciones a menudo confunden el área objeto de inhibición y la funcionalidad. Hasher et al. proponen la distinción básica de tres funciones generales relacionadas con la inhibición: el *acceso*, la *supresión* y la *contención de respuesta*. La inhibición en el primer nivel determinaría qué representación “gana” la entrada al foco de atención, previniendo el acceso de información no deseada. La supresión, por otro lado, va encaminada a eliminar la información no relevante o bien que ha dejado de ser relevante para facilitar el procesamiento de otra “objetivo”. Por último, la contención de respuesta hace referencia a la detención y control de respuestas prepotentes.

Finalmente, y de mucho interés en nuestro trabajo, la tercera dimensión para distinguir entre distintos procesos inhibitorios hace referencia a la intencionalidad y distingue entre inhibición intencional y no-intencional. En el caso de procesos inhibitorios no intencionales, hablamos de un tipo de proceso que se dispara de forma automática, sin esfuerzo consciente por parte del sujeto. Ejemplos de este tipo de mecanismo son la tarea de ambigüedad léxica, (e.g., Swinney y Prather, 1989), el priming negativo (e.g., Tipper, 1985), o la práctica en la recuperación (e.g. Anderson et al., 1994), donde la inhibición de la información irrelevante se produce sin intención o conciencia del sujeto. Efectos inhibitorios intencionales incluirían los que se encuentran en tareas como la *de Stroop*, go/no-go, o el olvido dirigido.

La Tabla 1 presenta la clasificación de las tareas en las que tradicionalmente se ha asumido que intervienen procesos inhibitorios según las dimensiones que acabamos de mencionar. La principal limitación de estas clasificaciones es que tienen un carácter meramente descriptivo.

En cualquier caso, nuestra intención al describir estas clasificaciones es mostrar que existen dos perspectivas más o menos amplias en el campo de la inhibición. La primera de ellas engloba a los que consideran la inhibición como un proceso único y general que puede operar a distintos niveles (fisiológico, comportamental y cognitivo), y en distintos dominios (perceptivo, atencional y de memoria) (Anderson, 2003). Dentro de esta postura entrarían aquellos que consideran el mecanismo inhibitorio en términos de control, y que se apoyan en la evidencia que muestra que los procesos ejecutivos en atención, memoria de trabajo y memoria a largo plazo comparten el mismo sustrato neural (Cabeza, Dolcos, Prince, Rice, Weissman y Nyberg, 2003). Por otro lado estaría la perspectiva de autores que estudian la inhibición como un proceso con características operativas diferentes que se aplicarían además de forma distinta en función de

las circunstancias (Dempster, 1993; Harnisfeger, 1985) y que sólo en algunos casos requeriría control.

Tabla 1. Integración de las tres dimensiones propuestas en que se pueden clasificar las tareas inhibitorias. A la izquierda, la división por áreas e intencionalidad. En columnas, la función que desempeña el mecanismo inhibitorio. En la tabla aparecen sólo algunas de las tareas más relevantes en el campo de la inhibición.

|                |            |                | ACCESO                        | SUPRESIÓN   | CONTENCIÓN DE RESPUESTA PREPOTENTE |  |                                |
|----------------|------------|----------------|-------------------------------|---|------------------------------------|--|--------------------------------|
| COGNITIVA      | PERCEPCIÓN | No intencional | <i>Ceguera no Intencional</i> | <i>Negative Priming<br/>Inhibición de Retorno</i> | <i>Antisacádica</i>                |  |                                |
|                |            | Intencional    |                               |   |                                    |  |                                |
|                | ATENCIÓN   | No intencional |                               |   | <i>Cambio de tarea</i>             | <i>Tarea Stroop</i>  |                                |
|                |            | Intencional    |                               |   |                                    |  |                                |
|                | MEMORIA    | No intencional |                               |   |                                    | <i>Resistencia Interferencia proactiva<br/>Part-List<br/>Cuing<br/>OIR</i> | <i>Think/no-Think</i>          |
|                |            | Intencional    |                               |   |                                    |  |                                |
| COMPORTAMENTAL |            |                |                               |   |                                    |  | <i>Go-noGo<br/>Stop-Signal</i> |

El estudio de la naturaleza de la inhibición se ha abordado con diversas metodologías. En primer lugar, una serie de estudios correlacionales ha intentado comparar tareas y explorar el patrón de correlaciones entre las mismas; en segundo lugar, se ha intentado mostrar la dependencia de los efectos inhibitorios de la cantidad de recursos atencionales; en tercer lugar, se ha estudiado el efecto de las diferencias individuales en distintas tareas y, finalmente, el patrón de actividad neural asociado a distintas tareas inhibitorias. En el resto de

este capítulo revisamos algunos estudios que hacen referencia a las tres primeras estrategias de estudio, en el siguiente capítulo revisamos los estudios que exploran el patrón de actividad cortical.

### 3.1. EVIDENCIA DESDE EL ESTUDIO DE CORRELACIONES ENTRE TAREAS

Estudios que han correlacionado distintas tareas que se supone implican inhibición, han mostrado cierta evidencia de que los procesos inhibitorios implicados en la conducta y a nivel cognitivo, son diferentes. Por ejemplo, Olson (1989) empleó distintas medidas de inhibición en preescolares, pruebas de impulsividad cognitiva, inhibición motora, demora de la gratificación y valoraciones de los profesores, y extrajo de las mismas tres factores: habilidad para la demora de la gratificación, inhibición motora e inhibición cognitiva. Dentro de estos factores de alto nivel, sólo encontró correlación entre los dos primeros, y no entre inhibición motora y cognitiva. Estos resultados los han replicado posteriormente en el laboratorio con niños mayores (Olson, Schilling y Bates, 1999).

Más reciente es el estudio de Friedman y Miyake (2004), en el que exploraron las correlaciones existentes entre tareas que requerían *inhibición de respuestas prepotentes*, *resistencia a la interferencia de distractores* y *resistencia a la interferencia proactiva* (IP). Entre las tareas que requerían inhibición de la respuesta prepotente estos autores emplearon las tareas antisacádica, y la Stroop, ya descritas con anterioridad, así como la *stop-signal*, en la que se establece una categoría de estímulos ante los que no hay que responder en presencia de una señal. Es decir, estas tareas requerían de la habilidad para detener respuestas automáticas dominantes. Entre las tareas *resistencia a la interferencia de información externa irrelevante*, incluyeron la tarea de flancos de Eriksen (identificación de una letra

objetivo entre dos letras distractoras que se deben ignorar); la denominación de palabras, con o sin palabras distractoras; y el emparejamiento de figuras con distractores. Por último, según los autores, *la resistencia a la interferencia proactiva* hace referencia a todas aquellas tareas y situaciones en que es necesaria contener la intrusión de información que fue relevante en momento anterior, pero que ha pasado a ser irrelevante durante la ejecución de la tarea. La resistencia a la interferencia la estudiaron mediante las tareas de pares asociados; la tarea clásica de *Brown-Peterson* y el recuerdo con clave de palabras de listas recientes en presencia de interferencia de listas previas. Como se observa, los tres factores estudiados se pueden identificar con las funciones del proceso inhibitorio propuestas por otros autores (Hasher et al., 2007). De estos tres factores estudiados, sólo los dos primeros, inhibición de respuesta prepotente y resistencia a la interferencia de distractores, mostraban correlación entre sí. De igual modo, cada uno de ellos contribuía a la ejecución de tareas relacionadas con diferentes medidas de control ejecutivo. Friedman y Miyake concluyen de estos resultados que los procesos subyacentes a las tareas denominadas de inhibición comportamental e inhibición cognitiva son cualitativamente distintos y que, por tanto, no habría un sistema de inhibición unitario. Los autores señalan que estas diferencias se deben, en primer lugar, a que la resistencia a la IP constituye un mecanismo inhibitorio automático, que no requiere de recursos controlados, ya que las tareas que incluye tienen como característica dispararse de forma automática, no intencional. En segundo lugar, las diferencias se deben, no tanto a la naturaleza del proceso como a la fuente de interferencia y por tanto, al *objeto* externo o interno que debe inhibirse. Aunque los datos de Friedman y Miyake señalan estas posibles diferencias entre tareas y los procesos que subyacen a ella, las interpretaciones que ofrecen plantean problemas cuando se confrontan con otros datos. Así, algunos estudios con fMRI

(Kuhl, Dudukovic, Kahn y Wagner, 2007) han mostrado relación entre la ejecución de tareas que implican, según Friedman y Miyake, resistencia a la IP y la activación de áreas frontales supuestamente implicadas en procesos controlados. Por otro lado, los resultados de estos investigadores necesitan extenderse ya que no incluían todas las combinaciones posibles de tareas, y por ejemplo, sería necesario explorar las correlaciones con tareas como el olvido dirigido que, siendo intencionales, tienen como objeto representaciones procedentes de la memoria y no del exterior.

### 3.2. LA INHIBICIÓN Y LOS RECURSOS ATENCIONALES

En el análisis de la naturaleza controlada del proceso inhibitorio se ha recurrido al estudio de aquellas situaciones en las que los recursos de control están comprometidos. La lógica que subyace a estos estudios es que, si la inhibición es de carácter controlado y requiere recursos atencionales, las situaciones en que estos recursos estén comprometidos en la realización de otra a tarea, harán difícil la actuación de la inhibición y los efectos asociados a la misma pueden reducirse o desaparecer. Algunos estudios han puesto a prueba esta hipótesis. Por ejemplo, Conway et al. (2000), y Soriano y Bajo, (2007) exploraron la influencia de la cantidad de recursos atencionales disponibles en la inhibición mediante la utilización de una tarea dual durante la tarea de olvido dirigido. En los experimentos se presentaban secuencias de números que los participantes debían mantener en memoria mientras estudiaban la segunda lista (lista con instrucciones de recuerdo) de una tarea de olvido dirigido. En estas condiciones los efectos de olvido dirigido desaparecían. La interpretación de este efecto es que durante el estudio de la Lista 2 (cuando los participantes debían inhibir la Lista 1 para no sufrir interferencia de los ítems que estudiaron en ella), la presentación de

los números para su recuerdo posterior compromete los recursos atencionales en el mantenimiento de la secuencia de números, de forma que el proceso de control inhibitorio no se puede poner en marcha, teniendo como consecuencia la no-aparición del efecto de olvido. Aunque estos estudios con olvido dirigido muestran la naturaleza controlada de la inhibición en esta tarea, no pueden descartar que la inhibición en otras tareas no sea de tipo automático e independiente de los recursos atencionales disponibles. Uno de los objetivos de este trabajo es extender la lógica de las tareas duales al procedimiento de práctica en la recuperación.

Otra forma de abordar disponibilidad de recursos ha sido explorar la relación entre la capacidad de la Memoria de Trabajo (MT) y la eficacia de los procesos inhibitorios. Modelos de MT como el de Baddeley (1986) o Engle y Kane (2004) suponen que la capacidad de la MT está relacionada, al menos en parte, con el control ejecutivo. Por tanto, si la inhibición es también una función de control ejecutivo debe haber una relación entre la capacidad de MT y la eficacia de los procesos inhibitorios. Las diferencias encontradas en función de la capacidad de memoria de trabajo en este tipo de tareas, se relacionarían entonces con diferencias en la disponibilidad de recursos de control atencional (Engle, Conway, Tuholski y Shisler, 1995). Así se ha observado en el fenómeno de la *Cocktail-Party* (Conway, Cowan y Bunting, 2001); en tareas Stroop y antisacádica (Kane, Bleckley, Conway, y Engle, 2001 ; Kane y Engle, 2003); interferencia proactiva (Lustig, May y Hasher, 2001), en tareas de atención visual selectiva (De Fockert, Rees, Frith, y Lavie, 2001); o ya a dentro del dominio de la memoria, en tareas de olvido dirigido (Conway et al., 2000; Soriano y Bajo, 2007). Sin embargo, esta relación no se ha encontrado con el efecto OIR, donde, por ejemplo, el efecto está preservado en poblaciones infantiles que tienen menos capacidad de MT (Ford, Keating, y Patel, 2004; Lechuga, Moreno, Pelegrina, Gómez-Ariza y

Bajo, 2006); o con ancianos (Aslan, Bäuml y Pastötter, 2007; Gómez-Ariza, Pelegrina, Lechuga, Suárez, Bajo, en prensa; Shilling, Chetwind, y Rabbitt, 2002).

Por tanto, los resultados procedentes de los trabajos en que se explora la relación entre cantidad de recursos e inhibición no son totalmente concluyentes, ya que en algunos casos no se ha explorado un conjunto amplio de tareas y en otros porque, dependiendo de las tareas, la relación entre la capacidad de la MT y el efecto inhibitorio difiere.

### 3.3. INHIBICIÓN Y DETERIORO DEL CONTROL EJECUTIVO

Otro enfoque al estudio de la inhibición y el control ha sido investigar los procesos inhibitorios en personas que muestran deterioro del control ejecutivo ya sea como consecuencia del envejecimiento normal, o como consecuencia de daños cerebrales o de enfermedad mental. MacLeod (2007) afirma en relación con el estudio de las diferencias individuales que

*“The impact of these differences should be evident in controlled tasks requiring attention but not in more automatic tasks”* (p. 12)

A menudo se considera que la dificultad para suprimir la información irrelevante presente en el envejecimiento, está a la base de los déficits que esta población padece a distintos niveles cognitivos (ver Burke y Osborne, 2007; Charlot y Feyerisen, 2005; McDowd, Oseas-Kreger y Fillion, 1995; o, para una opinión contraria, Earles, Connor, Frieske, Park, Smith, y Zwahr, 1997). Nuestra intención a la hora de abordar los estudios que se presentan a continuación es buscar cierta consistencia en las tareas que presentan déficits y las que no, así como esbozar las posibles causas de dichas diferencias.

Son numerosos los estudios que han explorado la relación entre déficit inhibitorio y envejecimiento. Se han encontrado déficits inhibitorios relacionados con la edad en tareas como la antisacádica (Butler, Zacks y Henderson, 1999; Nieuwenhuis, Ridderinkhof, De Jong, Kok y Van der Molen, 2000); stop-signal (Kramer, Humphrey, Larish, Logan y Strayer, 1994); tarea Stroop (Spieler, Balota y Faust, 1996; West y Alain, 2000; West y Baylis, 1998; pero Schilling et al., 2002, para un estudio que relaciona este déficit con diferencias en inteligencia fluida asociadas con la edad); tareas go/no-go (Crawford, Higham, Renvoize, Patel, Dale, Suriya, y Tetley, 2005); olvido dirigido, independientemente del tipo de test (recuerdo libre, reconocimiento), categorización de las listas o momento de presentación de la instrucción de olvido (estímulo a estímulo o por listas) (Zacks, Radvansky y Hasher, 1996; pero no Zellner y Bäuml, 2006); y olvido intencional (Andrés, Van der Linden, Parmentier, 2004); pero no se ha encontrado este déficit en otras como el priming negativo (Buchner y Mayr, 2004; Hasher, Stoltzfus, Zacks y Rypma, 1991; ver Gamboz, Russo y Fox, 2002; y Verhaeghen y De Meersman, 1998, para estudios de meta-análisis y Kramer et al., 1994, para un ejemplo de lo contrario); part-list cuing (Marsh, Dolan, Balota, y Roediger, 2004); y OIR (Aslan et al., 2007). Estas diferencias entre tareas se han interpretado como el reflejo de la intervención de dos tipos diferentes de procesos inhibitorios: la inhibición controlada que se deteriora con la edad y está presente en tareas intencionales, y la inhibición automática, preservada en la vejez, en tareas inhibitorias no intencionales (Burke y Osborne, 2007). Dado que también se ha relacionado el deterioro en la vejez con el deterioro de los procesos de control ejecutivo (Hasher et al., 2007), la interpretación es que es en las tareas que requieren control ejecutivo donde aparecen efectos diferentes a los encontrados con jóvenes y no en aquellas a las que se supone un carácter más automático.

Resultados similares se han encontrado en otras poblaciones con déficit específicos como amnesias, pacientes con hiperactividad, con Alzheimer o con esquizofrenia. Más concretamente, y, en la línea de lo revisado hasta ahora, parece que aquellas tareas que implican procesos controlados como la tarea go/no-go, Stroop, think/no-think o la de olvido dirigido, conllevan deterioro en pacientes hiperactivos (Nigg, Butler, Huang-Pollock, y Henderson, 2002); o pacientes con *Alzheimer* (Crawford et al., 2005 para un ejemplo en tarea de go/no-go). En pacientes con esquizofrenia, Salamé y Danion (2007) encontraron preservada la supresión en una tarea think/no-think. Los niveles de ejecución en la tarea de part-list cuing parecen normales en pacientes amnésicos con daño prefrontal (Bäumli et al., 2002) y pacientes esquizofrénicos (Kissler y Bäumli, 2005); al igual que en la tarea OIR (AhnAllen, Nestor, McCarley, Shenton, 2007; Nestor, Piech, Allen, Niznikiewicz, Shenton, y McCarley 2005) con pacientes esquizofrénicos; o en priming negativo para pacientes con trastornos por hiperactividad (Nigg et al., 2002). Por tanto, como en el caso del envejecimiento, parece que existe una serie de tareas inhibitorias, consideradas de carácter automático, cuya realización está conservada en determinadas poblaciones que tienen déficits en el procesamiento controlado (pacientes con lesiones frontales, alzheimer, esquizofrenia, etc).

En este sentido se ha inferido que la tarea de práctica en la recuperación y el efecto OIR, al mostrar patrones similares en ancianos y jóvenes, refleja este mismo tipo de procesamiento automático (AhnAllen et al., 2007; Zellner y Bäumli, 2006). Sin embargo, como vamos a discutir en mayor extensión, a pesar de este patrón de resultados, no se puede extraer que los efectos que se observan en estas personas sean de carácter inhibitorio. Todos los estudios que muestran efectos inhibitorios preservados en pacientes con dificultades de control ejecutivo, se pueden interpretar también

como mayor susceptibilidad a la interferencia, ya que las tareas utilizadas en muchos de estos estudios no han mantenido los criterios que mencionamos más arriba para atribuir un efecto a la inhibición. Esta circunstancia, como se explicará extensamente más adelante, hace más probables explicaciones de los efectos en estos pacientes en términos de bloqueo.

### 3.4. EL PROBLEMA DE COSTES Y BENEFICIOS

Según Anderson y Levy (2007) existen dos problemas teóricos a la hora de concebir el mecanismo inhibitorio como dependiente de procesos de control. Por un lado, la equiparación de intencionalidad con la implicación de recursos de control. Por otro, la tendencia ya apuntada anteriormente a interpretar la presencia del efecto de olvido o deterioro de una respuesta/representación como debido a un proceso inhibitorio sin controlar la presencia de otros mecanismos alternativos. Estas dos cuestiones son fundamentales a la hora de considerar los estudios sobre diferencias individuales en efectos como el OIR, que se caracterizan por ocurrir sin intencionalidad por parte del participante, y que a veces aparecen preservados en pacientes que tienen déficits en control ejecutivo. En este apartado nos centramos en discutir lo que Anderson y Levy llaman el problema de los costes y beneficios que podría explicar por qué los efectos OIR aparecen incluso en pacientes con problemas ejecutivos. En palabras de estos autores:

*“We argue that failure to attend to this issue has contributed to significant confusion in the literature, especially in work on individual differences in inhibitory function.”* (p. 89)

El supuesto de las teorías inhibitorias es que, cuando un estímulo entra en competición con otro estímulo objetivo, la inhibición actúa sobre él, lo que provoca que su recuperación en un momento

posterior sea más difícil (*coste*). Sin embargo, estos mismos procesos de inhibición pueden ponerse en marcha después para superar la interferencia procedente del estímulo recuperado con anterioridad (*beneficio*). Por tanto, la inhibición puede actuar sobre la representación de un ítem A durante la práctica en la recuperación para facilitar la recuperación del ítem objetivo B, pero de forma similar puede actuar durante la fase de prueba sobre la representación de B (que bloquea la recuperación de B) para tener éxito en la recuperación de A. Si consideramos la representación de A, la capacidad de inhibición durante la fase de práctica produce un coste en la recuperación posterior de este ítem pero, al mismo tiempo, una buena capacidad inhibitoria producirá un beneficio ya que posibilitará la reducción de la interferencia/bloqueo que produce el ítem B. El tamaño de este beneficio estará además correlacionado con la magnitud del coste presente en la fase previa. Según este razonamiento, las poblaciones con menor capacidad de inhibición durante la práctica, también serán menos capaces de sobreponerse al bloqueo de los estímulos practicados durante la fase de prueba. Esto se traduce en un menor recuerdo de los estímulos debido no tanto a la inhibición durante la práctica, sino al bloqueo durante la prueba. La Figura 5 refleja las relaciones entre ambos tipos de supresión y la capacidad inhibitoria.

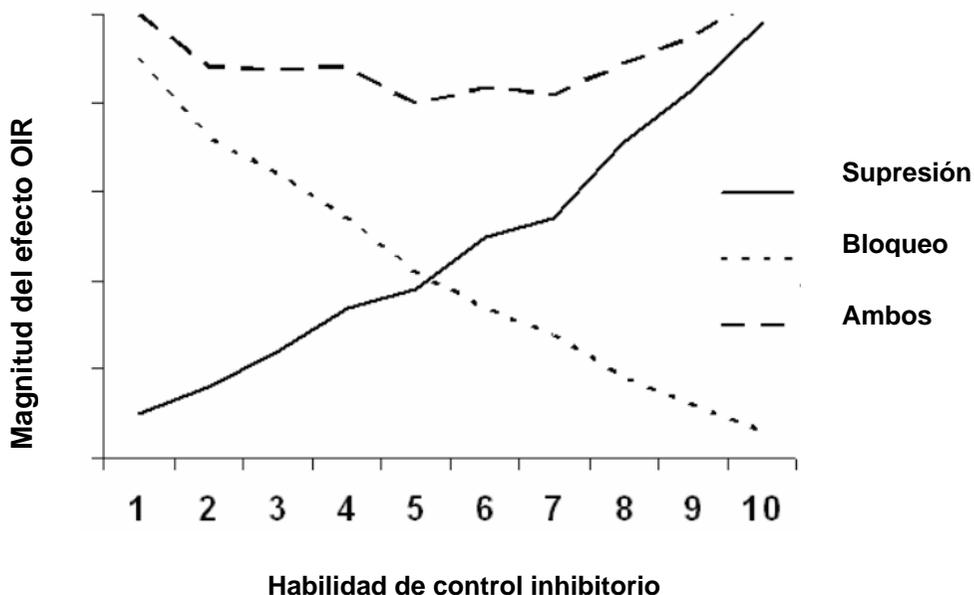


Figura 5. Relación entre la magnitud del efecto de supresión manifestado en una tarea OIR y la habilidad del control inhibitorio (tomado de Anderson y Levy, 2007). El eje X representa la capacidad de control inhibitorio. El eje Y, la cantidad de supresión reflejada en la fase de prueba. Se puede observar que la falta de control del bloqueo durante la fase de prueba da lugar al menor recuerdo de los estímulos no practicados en presencia de déficit en la capacidad inhibitoria.

Así explican estos autores la preservación del efecto OIR en poblaciones cuyo déficit en procesos controlados está ampliamente demostrado, tal y como hemos visto anteriormente. Cuando se considera el problema de costes y beneficios, no se puede concluir de forma directa que los procesos de inhibición estén preservados en esta población porque muestren efectos OIR, ya que el deterioro de la inhibición puede estar enmascarado por la falta de control del bloqueo. Es decir, que cuando vemos efectos OIR en participantes con deterioro en el control ejecutivo y no se han controlado posibles efectos de bloqueo, este efecto puede deberse tanto a la inhibición como al bloqueo. Por ejemplo, en el caso del efecto OIR, un ejemplar A es suprimido durante la práctica en la recuperación al practicar el ejemplar B junto a la categoría. Si en la fase de prueba, se emplea como clave la

misma categoría a la que están asociados ambos, entonces el ejemplar B que ha sido practicado, deberá inhibirse para que se pueda producir A, ya que la interferencia es mayor ahora en esta dirección. Si hay un déficit en la inhibición del ejemplar practicado B, entonces la recuperación del ejemplar A será bloqueada, con idéntico resultado al que se produciría debido a la inhibición por la práctica: un descenso en el recuerdo del ejemplar A. Anderson y Levy (2007) señalan que la solución a este problema está en que la prueba de memoria que se utilice para captar la inhibición sea independiente de clave, ya que minimiza la intervención de procesos de bloqueo. Esta hipótesis la han puesto a prueba en diversos estudios donde han comparado la ejecución en la tarea think/no-think con distintos tipos de clave y con grupos que se diferenciaban en su capacidad inhibidora. En estos estudios observaron que cuando la clave era la misma que la presente en la fase en la que se induce la inhibición, el grupo que supuestamente tenía déficit de control ejecutivo y por tanto de inhibición controlada, también presentaba el efecto think/no-think. Sin embargo, cuando la clave en la fase de prueba era diferente, se observaba la desaparición de este efecto.

Es interesante ver que estos efectos aparecían en esta tarea que es de carácter intencional, lo que muestra que incluso en tareas intencionales, el efecto puede aparecer cuando las claves no son independientes. Este patrón de resultados se ha encontrado con grupos con diferente capacidad de memoria de trabajo (Bell y Anderson, en preparación), diferente edad (Anderson, Reinholz, Kuhl y Mayr, en preparación), y presencia o no de historia traumática (Anderson y Kuhl, en preparación). Por tanto, los datos confirman que cuando se controla el bloqueo a través de la presentación de claves independientes en la fase de prueba, la proporción de recuerdo de los estímulos *think* y *no-think* es la misma en los grupos con déficit de recursos atencionales. Estos datos hacen interesante estudiar si los resultados obtenidos en

estudios previos con este tipo de poblaciones en la tarea de la práctica en la recuperación (inhibición *no-intencional*) (Ford et al., 2004; Lechuga et al., 2006; Moulin, Perfect, Conway, North, Jones, y James, 2002; Shilling et al., 2002) se deben al bloqueo durante la fase de prueba y no a la inhibición durante la práctica en la recuperación.

Todo ello deja abierta la cuestión de discernir entre intencionalidad y procesamiento controlado en los estudios sobre inhibición en la recuperación, y acercarnos a la posibilidad de que sea un mismo mecanismo el que subyace, si no a la inhibición en todas las áreas, sí al menos a la inhibición en memoria. Como vemos, muchos de los datos aportados hasta el momento en esta controversia, proceden de estudios de diferencias individuales, tareas duales y deterioro ejecutivo. En este trabajo utilizaremos procedimientos de tareas duales para abordar este problema y lo combinaremos con el registro de la actividad cerebral, por lo que, en el capítulo que sigue, revisaremos los estudios realizados sobre inhibición y registro neurofisiológicos.

**Capítulo 4.**  
**El estudio de los procesos neurofisiológicos asociados a la**  
**inhibición**



#### 4. El estudio de los procesos neurofisiológicos asociados a la inhibición

*“A primary reason to be concerned with definitions and typologies is to guard against the formation of premature conclusions about one domain on the basis of conclusions from another domain”  
Harnishfeger (1995)*

Antes de entrar en el análisis del estudio de la inhibición desde esta perspectiva, parece necesario resumir brevemente en qué consiste la técnica de los potenciales relacionados a eventos (ERPs) y por qué es útil dentro de la investigación en psicología.

La técnica de potenciales asociados a eventos permite aislar un proceso psicológico a través de la relación de la actividad cerebral a un evento. Su importancia como técnica y su permanencia en investigación a pesar de la presencia de las nuevas técnicas de neuroimagen como el fMRI se debe a su precisión temporal y carácter no invasivo. Fabiani, Gratton y Coles (2000) definen los ERPs a nivel fisiológico y conceptual del siguiente modo:

*“...manifestations of brain activities that occur in preparation for, or in response to, discrete events, be they internal or external to the subject. Conceptually, ERPs are regarded as manifestations of specific psychological processes.” (p. 53).*

Su obtención implica el registro del electroencefalograma (EEG) durante la realización de una tarea y el posterior promedio de la actividad asociada a un evento repetido. En el promedio, la actividad cerebral espontánea correspondiente al EEG tiende a 0 y se extrae el potencial eléctrico relacionado con el estímulo (Figura 6b). La señal electrofisiológica es amplificada y transformada en señal digital a través de un equipo tal y como aparece en la Figura 6a.

Una vez obtenido el registro asociado al evento de interés, se puede observar una secuencia de oscilaciones en el voltaje en forma de picos negativos o positivos, y componentes. Éstos se denominan por su polaridad y tiempo en que aparece; así, un componente que aparezca 200 milisegundos después del estímulo y con valencia negativa, será etiquetado como N200. Hay que prestar especial atención al hecho de que las oscilaciones observadas constituyen la combinación de los distintos componentes asociados a determinados procesos cognitivos y procedentes de distintas fuentes en el encéfalo. Independientemente de la existencia de técnicas para aislar dichos componentes como el Análisis de Componentes Principales (PCA) o el Análisis de Componentes Independientes (ICA) (para una descripción extensa de ambas técnicas ver Dien y Frishkoff, 2004, y Stone, 2002, respectivamente), se pueden realizar inferencias en función de las diferencias halladas entre condiciones experimentales. Cuando un componente ha sido ampliamente estudiado asociado a un proceso cognitivo, se pueden interpretar las diferencias entre condiciones como cambios en el grado de presencia de dicho proceso. No obstante, el tipo de parámetros empleados en el análisis y las conclusiones que se pueden extraer de los ERPs varían en función del conocimiento previo y del centro de interés del estudio que se realiza (Otten y Rugg, 2004).

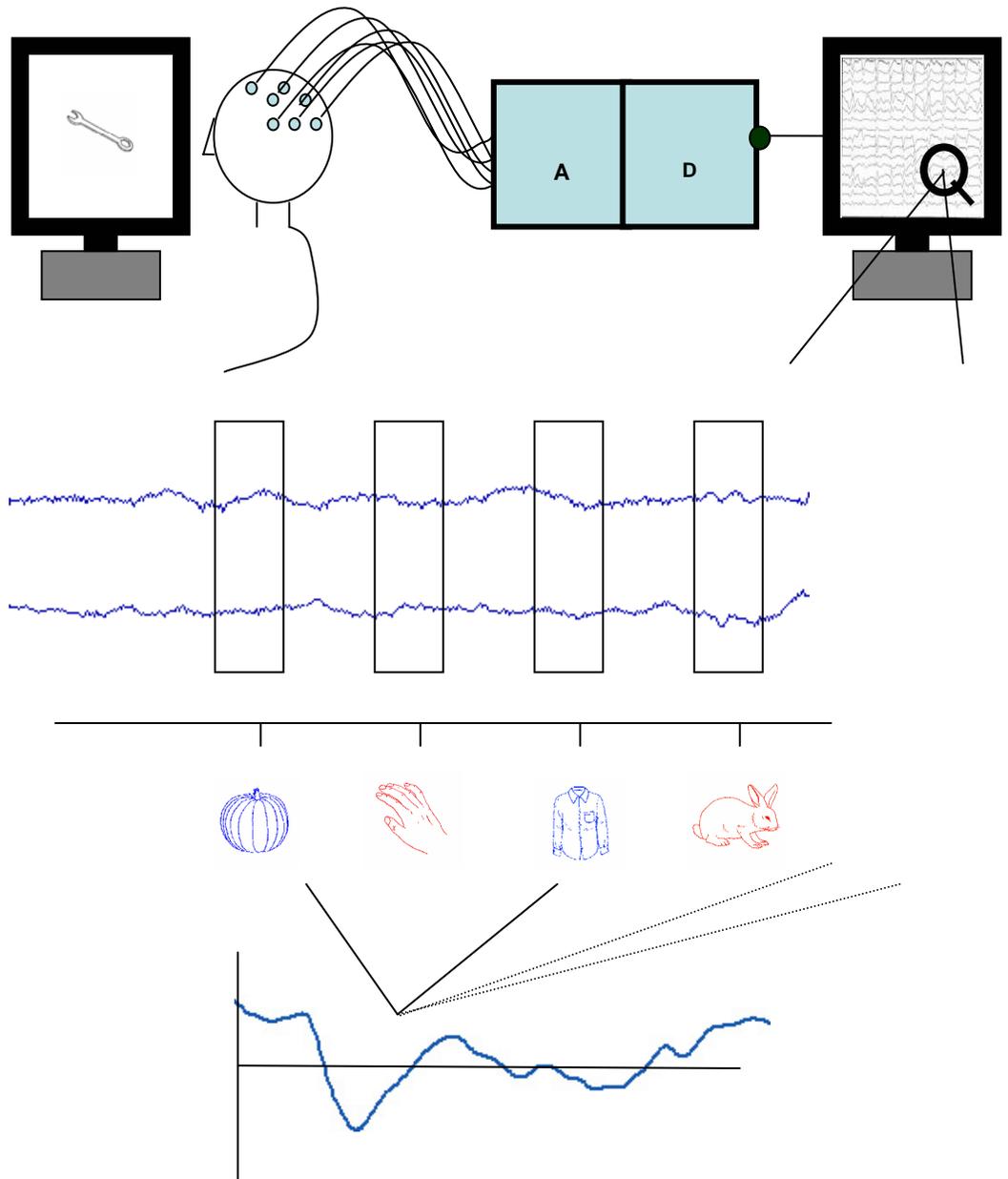


Figura 6. Arriba, un esquema de los pasos de registro de la señal electroencefalográfica. Se recibe la señal a través de unos electrodos dispuestos en el cuero cabelludo. La señal llega a un aparato que amplifica la señal eléctrica-analógica y luego es digitalizada para su manejo con programas informáticos. Abajo, un ejemplo de señal eléctrica continua recibida durante la ejecución de una tarea de Denominación de dibujos. Los estímulos aparecen en el eje horizontal. Se extrae un promedio de los ensayos de una condición (e.g. denominación de los dibujos en español cuando aparecen en color rojo). A = Amplificador; D = Digitalizador.

#### 4.1. BASES NEUROFISIOLÓGICAS DE LOS PROCESOS EJECUTIVOS

Una de las principales fuentes de conocimiento de las bases neurofisiológicas en el campo de los procesos de control, ha sido el estudio en pacientes con lesiones en los lóbulos frontales. Desde el caso clásico de Phineas Gage, el conocimiento acumulado procedente del estudio de lesiones ha mostrado que este tipo de pacientes presentan deterioro de la habilidad para demorar la gratificación, incapacidad para atender a distintos componentes simultáneamente, para cambiar el foco de atención, así como alteraciones en la resistencia a la distracción, en la inhibición de respuestas frecuentes pero inapropiadas, y perseveración, entre otros síntomas (Mesulam, 2002). Así pues, estos pacientes, muestran problemas de control y regulación a nivel comportamental así como déficit severo en tareas que implican procesos ejecutivos (Stuss y Benson, 1986). Este síndrome en que parecen estar principalmente involucrados los lóbulos frontales, se ha denominado síndrome de alteración ejecutiva (*dysexecutive síndrome*) y engloba el grupo de síntomas “ejecutivos” presentes en distintas alteraciones. La tarea *Wisconsin Card Sorting Test* se ha utilizado para el estudio de este grupo de síntomas y su relación con los lóbulos frontales. En ella se han de clasificar cartas tratando de descubrir el criterio de ordenación marcado por el experimentador, quien posteriormente cambiará el criterio, forzando al participante a modificarlo y descubrir el nuevo. Se han observado déficits en la realización de esta tarea en pacientes con lesiones frontales focales (e.g. Milner, 1963; Shallice y Burgess, 1991). Otro paradigma muy empleado en el estudio de las funciones de los lóbulos frontales es el de tarea dual, en cuya ejecución se ha encontrado deterioro en pacientes con daños frontales (Hartman, Pickering y Wilson, 1992) o enfermedades conocidas por su deterioro frontal

como el Alzheimer (Baddeley, Logie, Bressi, Della Sala, y Spinnler, 1986) o el Parkinson (Dalrymple-Alford, Kalders, Jones y Watson, 1994).

Guiados por los hallazgos en pacientes con lesiones focales, los estudios con técnicas de registro de la actividad cortical también han aportado datos que relacionan áreas frontales con los procesos ejecutivos. Diversos estudios con fMRI han relacionado la corteza prefrontal dorsolateral (CPF DL) y la corteza del cíngulo anterior (CCA) con la actuación de funciones ejecutivas (Smith y Jonides, 1999). D'Esposito, Detre, Alsop, Shin, Atlas y Grossman, (1995) exploraron la actividad neurofisiológica presente durante la realización simultánea de dos tareas (procedimiento de tarea dual) que, ejecutadas de forma aislada, no implicaban actividad prefrontal. Encontraron activación de la CPF DL y CCA exclusivamente con la realización conjunta de las tareas. Dicha activación no se debía meramente al incremento en el esfuerzo, ya que incrementando la dificultad de las tareas por separado, si bien se veía perjudicado el rendimiento comportamental, no se observaba activación de las áreas de interés. En la misma línea, D'Esposito, Postle, Ballard y Lease (1999) exploraron con fMRI las bases neurales subyacentes a distintas funciones de la memoria de trabajo, concretamente las funciones de mantenimiento de información (retención de una secuencia de letras) y de procesamiento (reordenamiento de la secuencia), ésta última asociada a mecanismos ejecutivos. Si bien para ambas tareas había activación de áreas de la corteza prefrontal dorso y ventrolateral, sin embargo, la actividad de la CPF DL era significativamente mayor en los ensayos en los que se demandaba procesamiento y manipulación de la información más allá del mero almacenamiento, lo que fue interpretado por estos autores como evidencia de la implicación de la CPF DL en este tipo de recursos. Estos datos son coherentes con otros más recientes en los que se ha disociado la actividad de distintas estructuras prefrontales,

relacionándose la CCA con procesos de evaluación y detección de conflicto que marcarían la necesidad de control y la CPFDL con procesos de control propiamente (MacDonald, Cohen, Stenger, y Carter, 2000).

Por otra parte, datos con técnicas de registro electrofisiológico han asociado el componente P300, presente en áreas frontocentrales, con procesos de actualización (Kiss, Pizio, Francois y Schopflocher, 1998) y orientación a información relevante y se ha observado una alteración del mismo en poblaciones con deterioro de las funciones frontales como adolescentes con síndromes atencionales o pacientes esquizofrénicos. Este componente también se ha estudiado en situaciones de tarea dual, en las que se ha observado un decremento en la amplitud del P300 asociado a la realización de la tarea dual y a un incremento en la dificultad de la misma (Kramer y Strayer 1988). Watter, Geffen y Geffen (2001) emplearon la tarea de *n-back*, y registraron la actividad cortical mientras presentaban estímulos visuales consecutivos en distintas posiciones espaciales. Los participantes debían recordar las posiciones 0, 1, 2, o 3 anteriormente presentadas al mismo tiempo que respondían si la posición actual coincidía con aquella presentada *n* estímulos antes. Los resultados mostraron que la amplitud del P300 decrecía con el incremento de la carga de recursos, es decir, cuando el número de posiciones hacía atrás aumentaba, la amplitud del P300 disminuía. Como veremos, otros componentes como el N200 se han asociado también al control ejecutivo (Kok, 1986).

Dado que la inhibición de la información irrelevante se ha considerado como una de las funciones pertenecientes al ejecutivo central (Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter y Wagner, 2000), algunos experimentos han tenido como objetivo explorar sus bases neurofisiológicas e investigar si coinciden con las de otros

procesos de control ejecutivo. A continuación revisamos estos estudios.

## 4.2. BASES NEUROFISIOLÓGICAS DE LOS PROCESOS INHIBITORIOS

Independientemente de la concordancia de resultados en las distintas tareas que se asocian a la inhibición, parece claro que la inhibición implica al menos dos componentes neurales: uno asociado al mecanismo de inhibición en sí, y otro correspondiente a la representación o respuesta que debe ser inhibida. Diversos estudios han identificado el primer componente con áreas frontales, asumiendo de este modo que los mecanismos inhibitorios son en sí mismos procesos ejecutivos (Anderson et al., 2004).

### 4.2.1. Estudios de interrupción de la respuesta prepotente

Una de las tareas más utilizadas para estudiar los procesos de inhibición de respuestas prepotentes ha sido la tarea go/no-go. Los resultados obtenidos con esta tarea muestran de forma consistente que la supresión de la respuesta de los ensayos no-go correlaciona con una mayor amplitud en áreas frontocentrales del componente N200 tanto con estímulos auditivos (Kaiser, Hill, Weiss, Marleka-Lerenc, Kiefer y Weisbrod, 2006) como visuales (Bruin y Wijers, 2002; Eimer, 1993; Kok, 1986). Por esta razón, el N200 presente en los ensayos no-go se utiliza como índice de procesos inhibitorios (pero ver, Fox, Michie, Wynne y Maybery, 2000; Smith, Johnstone y Barry, 2007).

En otro estudio con la tarea de flancos de Eriksen, Heil, Osman, Wiegmann, Rolke y Hennighausen (2000), también encontraron N200 en áreas frontocentrales en ensayos incompatibles

(cuando el estímulo objetivo es incongruente con los estímulos que lo cercan) sólo en situaciones de inhibición de respuesta, y no en aquellos ensayos en que la inhibición no era necesaria (presencia de inconsistencia visual). Van Veen y Carter (2002), empleando esta misma tarea localizaron el origen del componente frontocentral N200 en la CCA, combinando el registro de alta densidad de ERPs y el análisis de localización de fuentes.

Como mencionamos, a nivel cognitivo, el uso de la tarea think/no-think se ha utilizado para estudiar la inhibición de respuestas prepotentes pero de carácter interno. Esta tarea ha aportado datos valiosos concordantes con los obtenidos en tareas motoras. Por ejemplo, en un estudio reciente, Bergström, Velmans, De Fockert y Richardson-Klaven (2007), encontraron variaciones en los componentes N200 y P300 asociados a los ensayos no-think. También Anderson, Ochsner, Kuhl, Cooper, Robertson, Gabrieli, Glover, y Gabrieli (2004), con la técnica de registro fMRI mostraron datos a favor de la intervención del cíngulo anterior y la corteza prefrontal dorsolateral ya que estas áreas mostraban mayor activación en los ensayos no-think. Por tanto, la corteza prefrontal y áreas frontocentrales parecen estar asociadas a procesos ejecutivos de inhibición de respuestas tanto externas como internas.

En un intento de hacer converger los datos procedentes de este campo con distintas tareas, Jonides, Badre, Curtis, Thompson-Schill y Smith (2002) realizaron un meta-análisis de estudios de neuroimagen en tareas inhibitorias. El estudio incluía investigaciones con tareas Stroop, go/no-go, de flancos y antisacádica, y tenía la finalidad de observar si existía activación de regiones neurales comunes a este tipo de procesos de control de la respuesta prepotente. Encontraron de forma consistente la activación del CCA relacionada con la detección y monitorización del conflicto y activación de la CPFDL asociada al control atencional destinado a la resolución

de dicho conflicto. Además, de manera similar al estudio de meta-análisis con tareas comportamentales de Friedman y Miyake ya comentado en este trabajo, pusieron estos datos en relación con los procedentes de tareas de resistencia a la interferencia proactiva, encontrando activación frontal pero cierta inconsistencia dentro de éstas últimas.

#### 4.2.2. Selección de respuesta

El patrón de actividad cerebral asociado a la actuación de la inhibición en procesos de selección o recuperación también ha sido objeto de estudio con tareas de cambio y de *priming* negativo. Por ejemplo, se ha asociado el decremento en P300 hallado en áreas parietales en situaciones de *cambio de tarea* también con estrategias de respuesta (*cambio/no-cambio*) (Barceló, Muñoz-Céspedes, Pozo y Rubia, 2000). Se ha considerado como señal de preparación, re-dirección y mantenimiento de atención selectiva (Kieffaber y Hetrick, 2005). Las investigaciones con neuroimagen que utilizan este procedimiento (Dove, Pollman, Schubert, Wiggins y Cramon, 2000) también han mostrado activación prefrontal en los ensayos de cambio. En una tarea de cambio entre idiomas, Jackson y sus colaboradores (Jackson, Swainson, Cunnington y Jackson, 2001) también encontraron mayores amplitudes en el componente N200 frontocentral en la situación de mayor coste de cambio, es decir, en los ensayos de cambio de L2 a L1. Por tanto, la selección de respuestas con paradigmas de cambio muestra la participación de componentes frontocentrales asociados al cambio de respuesta o código. Una revisión reciente de los estudios de *priming* negativo con medidas neurofisiológicas (Buchner y Naumann, 2006) arroja también datos muy similares, ya que en la mayoría aparece el componente N200 asociado a este efecto (Ruge y Naumann, 2006; Gibbons, 2006).

Por otra parte, en el ámbito de la memoria se han realizado investigaciones con ERPs dentro del paradigma de olvido dirigido con el método de instrucciones estímulo a estímulo. Paz-Caballero y colaboradores (Paz-Caballero y Menor, 1999; Paz-Caballero, Menor y Jiménez, 2004) encuentran un incremento de la activación frontal y prefrontal a 200 ms. asociada a la instrucción de *olvidar* frente a *no-olvidar* mayor cuando el efecto de olvido intencional es también mayor. Estos resultados son concordantes con otros que emplean el registro con fMRI durante la fase de estudio (Wylie, Foxe y Taylor, 2007) mostrando participación de áreas prefrontales. Diferencias encontradas en áreas parietales a 300 ms. se han relacionado aquí con el mantenimiento de la representación en memoria.

Dentro de los estudios de los procesos inhibitorios en su función de selección también se ha abordado el estudio del efecto OIR. Como se ha venido comentando, este efecto es especialmente interesante porque implica procesos inhibitorios, pero, dado su carácter no-intencional, se ha puesto en duda que implique control ejecutivo, asociándose a procesos inhibitorios de naturaleza más automática. Sin embargo, el registro de potenciales corticales con este procedimiento tiene algunas dificultades metodológicas: es necesario registrar la actividad cortical asociada a la presentación de un estímulo que produzca interferencia y dispare la inhibición, y compararla con otra condición en que el estímulo presentado no active competidores, y por tanto no se produzca inhibición. Es decir, que sería necesario durante la práctica en la recuperación introducir una condición en que no hubiese competición para poder utilizarla como línea base. Posiblemente por esta dificultad metodológica, sólo existe hasta el momento un estudio publicado que explora los componentes electrofisiológicos asociados a la tarea de OIR (Johansson, Aslan, Bäuml, Gäbel y Mecklinger, 2007). En este experimento, compararon la condición de práctica en la recuperación durante la fase de práctica

con otra condición en que los participantes re-estudiaban los pares categoría-ejemplar. Los resultados mostraron diferencias en amplitud entre las dos condiciones que comenzaban aproximadamente a los 200 ms. y se extendían hasta los 1200 ms. en áreas prefrontales. Estas diferencias eran mayores para aquellos participantes que mostraban mayores efectos inhibitorios en los datos conductuales. Sin embargo, esta investigación, como los mismos autores reconocen, tiene el problema de que dichas diferencias podían deberse no sólo a la participación o no de procesos inhibitorios, sino también a la necesidad de recuperar información, ya que en un caso los sujetos debían recuperar los ítems (práctica en la recuperación), mientras que en la otra sólo tenían que volverlos a codificar (re-exposición a los estímulos). No se puede concluir entonces que las diferencias observadas en áreas frontales reflejen procesos inhibitorios *per se* en lugar del uso de una estrategia demandante en el caso de la recuperación frente al mero reaprendizaje.

Con la técnica de fMRI, también hay un estudio que ha registrado la activación cerebral durante la tarea de práctica en la recuperación. Así, Kuhl y sus colaboradores (2007) observaron la activación cortical a través de cada uno de los ensayos de práctica en la recuperación. Su objetivo era observar la actividad cortical asociada no tanto a la inhibición, sino a sus consecuencias: en el procedimiento de práctica en la recuperación, a medida que avanzan los ensayos de práctica, la interferencia debe *disminuir* como consecuencia de la inhibición de los competidores en ensayos previos, y por tanto, el proceso de recuperación debe ser más fácil en los últimos ensayos que en los primeros. Consistente con esta interpretación, encontraron activación de la CCA en los primeros ensayos de práctica en la recuperación y esta activación disminuía con las repeticiones en la práctica para la recuperación. Como mencionamos, la CCA se ha asociado a la detección de competición, y la disminución de la

actividad a medida que avanzan los ensayos debe reflejar, una disminución de la competición. Aunque este patrón de resultados es consistente con la explicación inhibitoria en términos de control, sin embargo no se centra directamente en el proceso de inhibición ya que carece de una línea base apropiada para detectar diferencias debidas a este proceso. Por otro lado, ya que su objetivo se centraba fundamentalmente en mostrar “los beneficios del olvido”, en el test final se utilizaron las mismas claves que las utilizadas durante la fase de práctica en la recuperación lo que puede dar lugar a que las diferencias observadas sean resultado de la intervención de un proceso de interferencia asociativa de los estímulos practicados durante la fase de práctica en la recuperación.

Por tanto, si resumimos los resultados de los distintos estudios que han utilizado técnicas de visualización de la actividad cerebral, sobresale la participación de áreas prefrontales en tareas que requieren el control de respuestas prepotentes y la selección de información en presencia de competición. De igual manera, estos estudios muestran patrones de activación neural asociados a algunos componentes electrofisiológicos como el N200 o P300. Sin embargo, la mayor parte de los mismos han utilizado tareas donde el control inhibitorio es en su mayor parte intencional. Muy pocos experimentos han explorado los correlatos neurales de la inhibición que subyace al efecto OIR, y estos estudios tienen algunos problemas metodológicos que no permiten evaluar de forma clara si el patrón neural observado en la tarea de práctica en la recuperación es similar al obtenido en otras tareas donde la inhibición es intencional y controlada. Uno de los objetivos de nuestros experimentos será observar el patrón de actividad neural en una situación similar a la de la práctica en la recuperación

**Capítulo 5.**  
**Motivación de la serie experimental**



## 5. Motivación de la serie experimental

Como ha quedado evidente a lo largo de la revisión anterior, la inhibición es un constructo amplio que abarca diversos campos de la investigación en psicología. Sin embargo, la sugerencia de que existe un mecanismo central de control inhibitorio que tiene como función controlar repuesta prepotentes externas o internas y seleccionar/recuperar información relevante (Anderson, 2003) necesita todavía de investigación. Como hemos visto, algunos enfoques teóricos enfatizan la diversidad de procesos que engloban la inhibición (Friedman y Miyake, 2004) o incluso llegan a negar la existencia de procesos inhibitorios (MacLeod et al., 2003).

En nuestra revisión, hemos intentado mostrar que uno de los puntos que deben ser aclarados en este tema es la necesidad de dissociar entre inhibición automática y controlada como mecanismos independientes, y más aún, si realmente la no intencionalidad es equiparable a la ausencia de demandas de control cognitivo. El paradigma del olvido inducido por la recuperación es un instrumento útil para este fin, dado que, a pesar de que la realización de la tarea implica mecanismos inhibitorios no intencionales, la aparición del efecto se ha propuesto como resultado de procesos de control (Anderson, 2003). Por tanto, nuestra investigación está dirigida a esclarecer si el proceso inhibitorio que subyace al efecto OIR es de carácter controlado.

Para contestar esta pregunta, en la investigación que aquí presentamos seguimos dos estrategias. En primer lugar, nos preguntamos si el efecto de olvido inducido depende de la cantidad de recursos atencionales disponibles durante el momento de la inhibición mediante la utilización de tareas duales. Como se recordará de nuestra discusión en el Capítulo 4, la lógica que subyace a estos estudios es que si la inhibición es de carácter controlado y requiere recursos atencionales, las situaciones en que estos recursos estén comprometidos harán difícil la actuación de la inhibición y los efectos asociados a la misma pueden reducirse o desaparecer. Esta lógica se ha aplicado a estudios que han mostrado la participación de recursos ejecutivos en algunas tareas inhibitorias, mediante la comparación de la ejecución de participantes de baja y alta capacidad de MT. Ya que se supone que la capacidad de MT está relacionada también con el control ejecutivo (Baddeley, 1986; Engle y Kane, 2004), los participantes de alta capacidad dispondrán de más recursos o de estrategias más eficaces para gestionarlos y esto se reflejará también en los procesos inhibitorios en tanto en cuanto éstos sean ejecutivos. Como se ha dicho anteriormente, en una diversidad de tareas que requieren control ejecutivo se han observado diferencias entre grupos de alta y baja capacidad de MT (Conway et al., 2001; Kane et al., 2001; Kane y Engle, 2003; Lustig et al., 2001; Soriano y Bajo, 2007).

Por otra parte, algunos estudios han utilizado tareas duales para limitar la disponibilidad de recursos en el momento en que actúa la inhibición. Así, Conway et al., (2000) y Soriano y Bajo, (2007) exploraron la influencia de la cantidad de recursos atencionales disponibles mediante la utilización de una tarea dual durante la tarea de olvido dirigido. En los experimentos se presentaban secuencias de números que los participantes debían mantener en memoria mientras estudiaban la Lista 2 de una tarea de olvido dirigido. En estas condiciones, los efectos de olvido dirigido desaparecían. La

desaparición del efecto se debía, según los autores, a que durante la fase de estudio de la Lista 2 los recursos atencionales estaban comprometidos en el mantenimiento de la secuencia de números, y el proceso de control inhibitorio necesario para reducir la interferencia de la Lista 1 no se pudo disparar. Aunque estos estudios con olvido dirigido muestran la naturaleza controlada de la inhibición en esta tarea, no pueden descartar que la inhibición en otras tareas no sea de tipo automático e independiente de los recursos atencionales disponibles. En nuestros Experimentos 1-3, utilizamos esta misma lógica y procedimiento para explorar la naturaleza controlada de los procesos inhibitorios que están a la base del efecto OIR, ya que, mientras la utilización de tareas duales ha tenido éxito al reducir el efecto en tareas intencionales, todavía no se ha estudiado en tareas no intencionales como la práctica en la recuperación

En la segunda serie experimental utilizamos una estrategia diferente para explorar la naturaleza controlada del efecto OIR. Si este efecto implica procesos de control ejecutivo, el patrón de actividad cortical deberá ser similar al que se encuentra en otras tareas que también captan procesos de control. Para ello, adaptamos el procedimiento de práctica en la recuperación para tomar registros de actividad cortical y analizar los componentes ERPs implicados. Como mencionamos en nuestra revisión, el único estudio publicado con ERPs (Johansson et al., 2007) tiene una serie de problemas metodológicos que no hace posible su interpretación en términos de control. El problema fundamental es el de encontrar una línea base apropiada con la que comparar la activación debido a la inhibición, ya que es necesario comparar una condición en que haya competición/inhibición en la fase de práctica con otra en que no se produzca competición/inhibición, pero que se asemeje en los procesos implicados. Johansson et al., utilizaron como línea base la re-exposición a los estímulos durante la fase de práctica, pero esto tiene

como inconveniente que se comparan dos condiciones que también varían en la participación de procesos de recuperación o codificación. En nuestros Experimentos 4 y 5 intentamos resolver el problema mediante la introducción de condiciones que variaban en competición por el tipo de estímulo empleado o por el tipo de participante implicado en la tarea. Recientemente, Levy et al., (2007) estudiaron la inhibición utilizando un procedimiento de denominación de dibujos en dos idiomas. Su objetivo era mostrar que el olvido que se produce del primer idioma después de la inmersión en contextos en que se utiliza un segundo idioma, puede ser debido a la actuación de mecanismos inhibitorios similares a los que están a la base del efecto OIR. Para ello adaptaron el paradigma de práctica en la recuperación, de manera que en la primera fase, los participantes denominaban cada dibujo en español (L2) o inglés (L1) dependiendo del color en que se presentaba el dibujo. Los dibujos se presentaban para su denominación una o cinco veces, con lo que esta fase sería equivalente a la práctica en la recuperación. En la segunda fase, se comprobaba el recuerdo de las palabras en inglés (L1) correspondientes a los dibujos mediante una prueba de memoria con clave independiente: se presentaban palabras nuevas que rimaban en L1 con cualquiera de los dibujos que habían tenido que nombrar en la fase anterior y los participantes debían recuperar la palabra. La lógica es que la producción de L2 durante la fase de denominación implica la necesidad de sobreponerse a la interferencia creada por la L1, de manera que la denominación de un dibujo en L2 conllevará la inhibición de la palabra en L1 asociada a ese mismo concepto. Por tanto, si se repite la denominación de un dibujo en L2, la representación léxica en L1 será inhibida y la probabilidad de recuperación en el test final será menor. En nuestros Experimentos 4 y 5 utilizamos este procedimiento, pero además variamos a priori el nivel de L2 de los participantes con el objetivo de variar la cantidad de competición. Si comparamos los participantes de alta y baja habilidad

en el segundo idioma cuando denominan en L2, el nivel de competición será mayor en los participantes de baja habilidad que en los de alta, y por ello, ya que realizan la misma tarea sobre el mismo material y sólo se diferencian en la fuerza relativa de las representaciones léxicas en L1 y L2, las diferencias entre ellos se deberán a los procesos de competición/inhibición. Así la comparación entre la denominación en cada uno de los idiomas para los dos tipos de participantes es de interés, ya que aquellos que tienen menos nivel en L2, experimentarán mucha más competición cuando nombran en L2 que cuando nombran en L1, mientras que los de alto nivel tendrán índices similares de competición/inhibición en ambos idiomas. Nuestro supuesto era que si registramos la actividad cortical desde el momento en que se presenta el dibujo hasta el momento en que se denomina, estas comparaciones reflejarían la actividad asociada a la inhibición y competición. Si la inhibición en este procedimiento, similar al de OIR, es controlada, esperábamos encontrar que componentes como el N200 que se han asociado a la inhibición ejecutiva varían dependiendo del tipo de participante, idioma y de la cantidad de repetición.

En resumen, nuestros objetivos eran investigar la naturaleza de la inhibición en un procedimiento donde su actuación es no-intencional, y para ello, utilizamos tareas duales (Experimentos 1-3) y registros de actividad cortical (Experimento 5). Nuestras expectativas eran que si realmente la inhibición en estas tareas es controlada, el efecto OIR desaparecería al introducir una tarea concurrente a la inhibición, y que el registro EEG mostraría componentes como el N200 asociados al control ejecutivo que varían en aquellas condiciones que requiriesen en mayor o menor medida la participación de la inhibición.



**Capítulo 6.**  
**Sección Experimental**



## 6. Sección Experimental

### 6.1. EL PAPEL DE LOS PROCESOS DE CONTROL EN EL OLVIDO INDUCIDO POR LA RECUPERACIÓN.

#### Experimento 1

En este primer experimento abordamos el estudio de la naturaleza del fenómeno inhibitorio en la tarea OIR comparando una situación clásica de olvido inducido por la recuperación con una situación de carga de recursos atencionales, tal y como han hecho otros autores desde otros paradigmas, introduciendo una tarea concurrente que limita la capacidad de mantenimiento de la información (Conway et al., 2000; Soriano y Bajo, 2007). En nuestro experimento, los participantes realizan una tarea de almacenamiento de dígitos concurrente a la práctica en la recuperación. Asumiendo que el mecanismo inhibitorio OIR es de naturaleza controlada (Anderson, 2003) esperábamos que la realización de una tarea paralela redujese los recursos que van dirigidos a inhibir las representaciones, con la consiguiente desaparición o disminución del efecto OIR.

### *Método*

*Participantes.*- Participaron en este experimento 36 estudiantes de la facultad de Psicología de la Universidad de Granada a cambio de créditos en las asignaturas del área de Psicología Básica de dicha facultad. La mitad de los participantes se asignó de forma aleatoria a la condición de carga en la fase de práctica en la recuperación, mientras que la otra mitad se asignó a la condición de no-carga

*Diseño.*- El experimento implicaba un diseño 2 x 3 mixto, en el que la variable *carga* de recursos de control se manipulaba entre grupos (carga vs. no-carga); y el *estatus de práctica* de los estímulos, como en la tarea OIR clásica, intraparticipantes, con tres niveles: ejemplares practicados (Rp+), ejemplares no practicados pertenecientes a categorías practicadas (Rp-), y ejemplares no practicados pertenecientes a categorías no practicadas (Nrp).

*Material.*- . Se empleó la batería de Battig y Montague (1969) adaptada al español por Marful, A., Fernández, A. y Díez, E. (en preparación) para seleccionar ocho categorías. Seis constituían el grupo experimental y las dos restantes eran categorías relleno. De cada una de ellas se tomaban seis ejemplares de forma que ninguno comenzaba con las mismas dos letras y se controlaba que todos ellos tuviesen una frecuencia similar (ver Apéndice 1). Todos los ejemplares pasaron por cada una de las condiciones.

La presentación del material se hizo en papel, con la construcción de tres cuadernos para las tres fases de la tarea: estudio, práctica y recuperación. En los cuadernos de estudio se presentaban, en hojas separadas, pares de categoría-ejemplar (e.g. JUGUETE-muñeca). El orden de los mismos se bloqueó para evitar la aparición de dos pares pertenecientes a la misma categoría de forma

consecutiva. Obtuvimos así seis bloques que contenían un ejemplar perteneciente a cada categoría. El orden de presentación de los pares dentro de cada bloque fue aleatorizado, al igual que la presentación de los bloques a través de la construcción de dos cuadernos diferentes. Los pares de relleno se incluyeron al principio y al final de la fase, para evitar efectos de primacía y recencia, así como entre bloques, cuando aparecían pares pertenecientes a la misma categoría.

Los cuadernos de la fase de práctica, formados por la mitad de los ejemplares de la mitad de las categorías presentadas durante la fase de estudio, mostraban pares de categoría y las dos primeras letras del ejemplar como pista (e.g. JUGUETE-mu\_\_\_\_\_). Cada uno se repetía tres veces. Al igual que para los cuadernos de estudio, se construyeron bloques constituidos por un ejemplar perteneciente a cada categoría. Las parejas de relleno, igualmente, se incluían al principio y al final del cuaderno, así como entre los bloques para evitar que apareciesen de forma consecutiva pares pertenecientes a la misma categoría. También, al igual que en el caso de la fase de estudio, se hicieron dos versiones para aleatorizar el orden de presentación de los bloques.

Para la condición de carga, se introdujeron, en los cuadernos de práctica, páginas con 4 dígitos que aparecían cada seis ensayos de práctica. Antes de cada presentación de los dígitos, los participantes debían anotar los 4 dígitos presentados anteriormente.

Los cuadernos de la fase de recuperación estaban formados por páginas encabezadas por el nombre de las categorías para anotar los ejemplares pertenecientes a cada una de ellas. El orden de presentación de las categorías también se aleatorizó y se crearon dos versiones de la misma.

*Procedimiento.*- El experimento constaba de tres fases, como se ha comentado anteriormente: En la fase de estudio, los participantes

debían estudiar cada uno de los ejemplares durante 5 segundos, tiempo después del cual, el experimentador les indicaba que tenían que pasar al siguiente par. Al terminar, pasaban a la fase de *práctica en la recuperación*. Los participantes asignados al grupo control debían escribir el ejemplar de entre los presentados anteriormente cuyas dos primeras letras se presentaban junto a la categoría. Para ello, disponían de ocho segundos, tiempo después del cual, se les pedía que pasasen al siguiente par. La secuencia para los participantes pertenecientes a la condición de carga era tal y como sigue: Se presentaban cuatro dígitos durante 8 segundos con la instrucción de memorizarlos. A continuación, se presentaban seis ensayos de práctica en la recuperación. Tras estos ensayos aparecía un papel en blanco en que debían escribir los cuatro dígitos presentados anteriormente. Los participantes disponían de ocho segundos para recuperarlos. Después de esto se repetía la secuencia desde el comienzo hasta que se completaban los bloques de la fase de práctica.

En la última fase de recuerdo final, los participantes tenían 30 segundos para escribir todos los ejemplares que recordasen pertenecientes a cada una de las categorías. Éstas encabezaban, una a una, las páginas del cuaderno de recuerdo. Igualmente, el experimentador señalaba el momento en que debían pasar a la siguiente categoría hasta completarlas todas. El esquema de la tarea aparece en la Figura 7.

### *Resultados*

En este experimento, así como en los Experimentos 2 y 3 informaremos primero de los datos correspondientes a la fase de práctica en la recuperación, y en segundo lugar realizaremos análisis sobre los porcentajes de respuestas correctas en el test final de recuerdo. Para esta fase se realizarán dos ANOVAs: uno

correspondiente al efecto de olvido, es decir se compararán los porcentajes de respuestas correctas para la condición Rp- y Nrp en función de que la tarea se simple o dual; el segundo corresponderá al efecto de facilitación, y se comparará la condición de Rp+ con la Nrp en función de la tarea.

*Práctica en la Recuperación y Tarea Concurrente.*- La proporción de recuerdo durante la fase de práctica fue similar en ambas condiciones de carga (87.14 y 87.36 para las condiciones de carga y no-carga respectivamente). Además, el porcentaje de aciertos en la tarea de dígitos fue del 86,5% (DT = 15.2), habiéndose contabilizado como correctas las respuestas cuando se recordaban al menos tres dígitos.

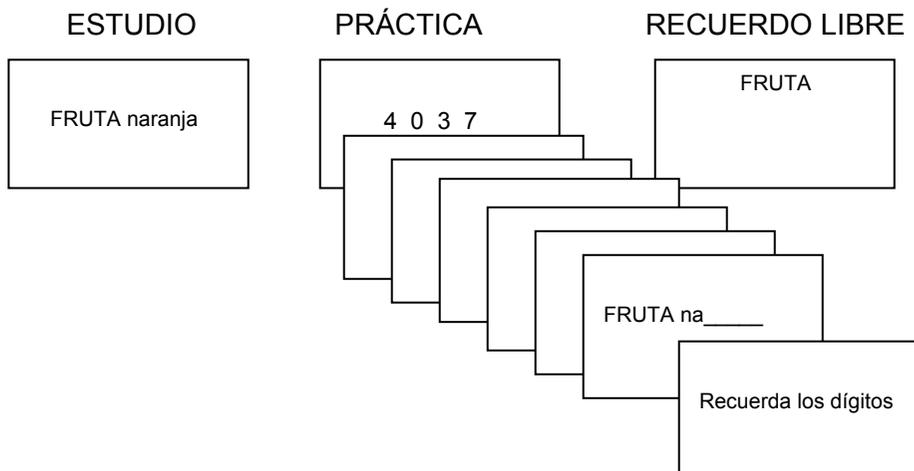


Figura 7. Esquema de la tarea OIR en el Experimento 1. En la primera fase se presentaban todos los ejemplares de todas las categorías para su estudio. Durante la práctica, cuatro dígitos se presentaban cada seis ensayos de práctica con clave para recordar. En la última fase se presentaban una a una las categorías para completar con todos los ejemplares recordados.

*Olvido Inducido por la Recuperación.*- El ANOVA 2 x 2 calculado con la variable carga de memoria entre grupos y el estatus de práctica intraparticipantes mostró un efecto principal de la práctica,  $F(1, 34) = 11.03$ ,  $MCE = 1767.00$ ,  $p < .05$ , con un recuerdo para los ejemplares Rp- significativamente menor (31.20) que para los ejemplares Nrp (41.15). Sin embargo, no se encontró efecto de la carga,  $F(1, 34) = 1.02$ ,  $MCE = 452$ ,  $p > .05$ ., ni interacción significativa de la práctica y la carga ( $F < 1$ ). Al calcular la diferencia entre el recuerdo de las palabras Rp- y las NRp para cada grupo como índice de efecto OIR, se observó que la proporción de olvido inducido es similar para ambas condiciones de carga y no-carga con un porcentaje de 10.93 y 9.00 respectivamente. Por tanto, no hay incidencia de la carga en la tarea OIR en este experimento. En la Tabla 2 aparecen las medias y desviaciones típicas correspondientes a cada grupo en relación con el estatus de práctica.

*Facilitación.*- Se llevó a cabo un ANOVA 2 x 2 con la variable carga entre grupos y el estatus de práctica intraparticipantes, aunque en esta ocasión los dos niveles que se compararon de esta última fueron Nrp y Rp+. No se encontró efecto de carga. Las palabras practicadas fueron significativamente más recordadas (77.50) que las no practicadas (41.15),  $F(1, 34) = 184.30$ ,  $MCE = 126.86$ ,  $p < .01$ . Además, la interacción de las dos variables fue cercana a la significación,  $F(1, 34) = 3.60$ ,  $MCE = 126.90$ ,  $p = .07$ , con superioridad en el porcentaje de recuerdo para las Rp+ en la condición de carga frente a la no-carga.

Tabla 2. Porcentajes de acierto y desviaciones típicas de los ejemplares en la fase final de recuerdo libre correspondientes al Experimento 1. A la derecha de la tabla aparece el valor de efecto OIR correspondiente a cada condición de carga (Nrp – Rp-).

|          | <i>Rp+</i> |           | <i>Rp-</i> |           | <i>Nrp</i> |           | <i>Efecto OIR</i> |
|----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-------------------|
|          | <i>M</i>   | <i>DT</i> | <i>M</i>   | <i>DT</i> | <i>M</i>   | <i>DT</i> |                   |
| No carga | 74.5       | 3.5       | 34.2       | 4.6       | 43.2       | 0.8       | 9.0               |
| Carga    | 80.5       | 3.9       | 28.20      | 4.3       | 39.1       | 4.1       | 10.9              |

Rp+ = Ejemplares practicados; Rp- = Ejemplares no practicados de categorías practicadas; Nrp =Ejemplares no practicados de categorías no practicadas.

### *Discusión*

Los resultados fueron claramente en contra de nuestras predicciones. Si el efecto OIR es el resultado de procesos de control ejecutivo, el efecto debería haber disminuido o incluso desaparecido al introducir una carga de memoria. Durante la fase de práctica en la recuperación, que es donde se asume que la inhibición actúa, la presentación de la clave de recuperación (categoría-fragmento; JUGUETE-Mu\_\_\_) da lugar a la activación de los ejemplares relacionados, y la selección del apropiado requiere la inhibición de los competidores. Por ello, si este proceso de inhibición es de naturaleza controlada esperábamos que la introducción de una tarea concurrente que también consume recursos atencionales produjese la reducción del efecto OIR, es decir, que el recuerdo de los estímulos NRp y Rp- hubiese sido similar. Sin embargo, a pesar de la realización simultánea de las tareas, durante la prueba de recuerdo los ejemplares no practicados de categorías practicadas muestran un porcentaje de recuperación significativamente inferior al correspondiente a los ejemplares no practicados en absoluto. En nuestro experimento, la realización de una tarea simultánea que demanda recursos de almacenamiento no impide que se active dicho mecanismo de

reducción de la competición. Este resultado sugiere que el efecto de olvido inducido por la recuperación no es el resultado de un mecanismo que requiera recursos atencionales, y que, por tanto, la inhibición que se dispara en el procedimiento de práctica en la recuperación es de naturaleza automática

Sin embargo, dos interpretaciones alternativas son también posibles. En primer lugar, es posible que la tarea concurrente no fuese lo suficientemente demandante, de forma que los participantes podían realizar simultáneamente las dos tareas sin perjuicio de ninguna de las dos. A pesar de que la tarea de dígitos requiere el mantenimiento de los mismos durante varios ensayos de práctica en la recuperación, es posible que esta explicación sea plausible, dado que ninguna de las dos tareas se vio especialmente perjudicada por su realización simultánea, tal y como se puede apreciar en los porcentajes de recuerdo durante la práctica. En segundo lugar, por la naturaleza de la prueba de recuerdo que utilizamos, puede ser que, efectivamente, la tarea concurrente haya perjudicado la inhibición durante la práctica en la recuperación, y que, sin embargo, aparezca menor recuerdo de los estímulos Rp-. Esto es debido a que la utilización de la tarea de recuerdo libre en la fase final podría dar lugar a fenómenos de interferencia de salida y bloqueo. Cuando se pide a los participantes que recuperen en el orden que deseen los estímulos de cada categoría, normalmente los ítems practicados (Rp+) son los primeros en ser recordados, y la recuperación previa de estos estímulos puede interferir y bloquear el posterior recuerdo de los no practicados, con el consiguiente perjuicio para éstos en comparación con los Nrp. Ya que este proceso de bloqueo ocurriría durante la fase de recuperación, no se vería afectado por la presencia de carga durante la fase de práctica. Para descartar estas alternativas no directamente relacionadas con la naturaleza del mecanismo inhibitorio objeto de estudio, llevamos a cabo el Experimento 2.

## Experimento 2

El objetivo del Experimento 2 era, de nuevo, explorar la naturaleza controlada de la inhibición y para ello volvimos a utilizar la lógica de las tareas duales, pero intentando eliminar los factores que en el Experimento 1 daban lugar a posibles explicaciones alternativas. En el paradigma de tarea dual, si dos tareas interfieren entre sí, es porque hacen uso del mismo mecanismo o proceso de recursos limitados. Por ello, si las dos tareas no interfieren entre sí, no se puede asegurar que se está produciendo consumo de recursos de control (Szameitat, Schubert, Müller, y Cramon, 2002). De hecho, estudios de registro neurofisiológico en los que no ha aparecido a nivel comportamental deterioro en la ejecución simultánea de ambas tareas en relación con su ejecución individual, han fallado en encontrar activación asociada a control ejecutivo (e.g. Adcock, Constable, Gore y Goldman-Rakic, 2000). Por ello, la ausencia de deterioro en las tareas durante la práctica en la recuperación en el Experimento 1, puede hacer pensar que la carga de memoria no era suficiente para producir interferencia entre las dos tareas. Para descartar esta posibilidad, en el Experimento 2 incrementamos la demanda de la tarea concurrente y con ello la carga de los recursos de almacenamiento. Intentábamos con ello eliminar la posibilidad de que la inhibición de los ejemplares relacionados y no recuperados durante la práctica no se viese afectada por disponer de recursos suficientes.

Por otra parte, para desechar la explicación en términos de bloqueo, cambiamos la prueba final. Como hemos comentado anteriormente, durante la prueba de recuerdo los estímulos practicados tienden a producirse primero, lo que puede conllevar el bloqueo del acceso posterior a los estímulos cuya relación con la categoría no ha sido fortalecida. La introducción de una prueba de reconocimiento permite eliminar esta posibilidad, ya que, al presentar los propios

estímulos no se puede impedir el acceso a su representación por interferencia asociativa; y además se pueden presentar los ítems Rp- antes que los Rp+ de forma que no se pueda producir bloqueo. Por otra parte a pesar de que en otros paradigmas relacionados con la inhibición como el olvido dirigido (Geiselman, Bjork, y Fishman, 1983) se ha encontrado el efecto tras una prueba de reconocimiento, son diversos los estudios de OIR donde se ha observado (Anderson, 2003), tanto en precisión como en tiempos de reacción (Gómez-Ariza et al., 2005).

### *Método*

*Participantes.*- 38 estudiantes de la facultad de psicología de la Universidad de Granada participaron a cambio de créditos en asignaturas pertenecientes al área de Básica. La mitad de los participantes se asignó de forma aleatoria a la condición de carga en la fase de práctica en la recuperación, mientras que la otra mitad se asignó a la condición de no-carga.

*Diseño.*- El diseño fue el mismo que para el Experimento 1.

*Materiales.*- Los estímulos empleados fueron los mismos que en el experimento anterior excepto por los 18 ejemplares que se incluyeron (3 por categoría experimental), para formar parte de la lista final como distractores. El experimento se programó para su presentación con el *software* E-Prime (Schneider, Eschman y Zuccolotto, 2002) y se recogieron los tiempos de respuesta en el test de reconocimiento final.

*Procedimiento.*- La tarea era idéntica a la anterior con la excepción de la cantidad de dígitos presentados en los ensayos de la condición de carga. En la fase de estudio se presentaba cada par CATEGORÍA-ejemplar durante 5 segundos en el centro de la pantalla. En la fase de

práctica, los pares de categoría y las dos primeras letras de los ejemplares se presentaban durante 8 segundos, y los participantes debían responder en este tiempo. Para la condición de carga, se presentaban cinco dígitos en la pantalla durante 5 segundos antes de la presentación del par categoría-fragmento que servía de pista de recuperación en los ensayos de práctica. Como en el Experimento 1, se pedía a los participantes que recordasen en voz alta los cinco números cuando se les indicaba (cada seis ensayos de práctica). Disponían para ello de 8 segundos, tras los cuales se presentaban los cinco dígitos siguientes. Las características de aleatorización y bloques fueron las mismas que para el Experimento 1, al igual que el uso de los pares de relleno.

La fase de reconocimiento estaba compuesta por 36 ejemplares ya presentados a lo largo de la tarea y 18 nuevos, tres pertenecientes a cada una de las categorías del experimento. La presentación era pseudoaleatoria, con la presentación primero de aquellos estímulos no practicados para evitar el bloqueo de los practicados sobre éstos. Los estímulos se presentaban solos, en el centro de la pantalla. Los participantes debían responder *sí* a los ejemplares que ya habían visto en las fases previas, presionando la letra “m”, y *no*, presionando la tecla “c” a los ejemplares nuevos. Los estímulos permanecían en pantalla hasta que se detectaba la respuesta.

### *Resultados*

*Práctica en la Recuperación y Tarea Concurrente.*- El porcentaje de acierto en la práctica fue inferior al del Experimento 1, con medias de 76.2 para la condición de no-carga y 75.8 para la de carga. Sólo se incluyeron en los análisis posteriores de la fase de reconocimiento aquellos ensayos en que los ejemplares habían sido recuperados correctamente durante la práctica. En la tarea concurrente se

consideraban ensayos correctos cuando se recuperaban al menos cuatro de los cinco dígitos presentados. El porcentaje de acierto para esta tarea de recuperación de dígitos fue de 75.43.

*Olvido Inducido por la Recuperación.* Se llevaron a cabo dos ANOVAs mixtos 2 x 2, sobre las medidas de acierto y TR sobre las respuestas sí, con la carga manipulada entre grupos y el estatus de práctica intraparticipantes. El ANOVA realizado sobre el porcentaje de aciertos mostró un efecto significativo del estatus de práctica,  $F(1, 36) = 7.67$ ,  $MCE = 217$ ,  $p < .01$ , con un recuerdo de los Rp- por debajo del de los estímulos Nrp. No se encontró, sin embargo, efecto de carga y la interacción entre ambas variables no fue significativa ( $F_s < 1$ ). De la misma manera, el ANOVA realizado sobre los tiempos de respuesta mostró que las diferencias entre los ítems Nrp y Rp- eran significativas, con ventaja (respuestas más rápidas) de los primeros sobre los segundos,  $F(1, 36) = 5.99$ ,  $MCE = 22593$ ,  $p < .01$ . El efecto de carga también resultó significativo  $F(1, 36) = 4.50$ ,  $MCE = 109147$ ,  $p < .05$ , siendo los participantes del grupo de carga más rápidos en sus respuestas que los del grupo control. No obstante, la interacción no resultó significativa. En la Tabla 3 aparecen las medias de TR y porcentajes de acierto correspondientes.

*Facilitación.*- También se llevaron a cabo dos ANOVAs para analizar los efectos de facilitación. El resultado del análisis realizado sobre la proporción de respuestas correctas indicó que el único efecto significativo era el estatus de práctica, siendo los ejemplares practicados, Rp+, reconocidos en mayor proporción que los Nrp,  $F(1, 36) = 45.9$ ,  $MCE = 92$ ,  $p < .01$ . Sin embargo en el análisis realizado sobre los tiempos de respuesta estas diferencias no eran significativas,  $F(1, 36) = 1.55$ ,  $MCE = 48718.1$   $p < .22$  y la única fuente de varianza significativa era la carga de memoria. En general, el grupo de la condición carga, era más rápido

en sus respuestas que el grupo de no-carga,  $F(1, 36) = 4.26$ ,  $MCe = 200228.3$ ,  $p < .05.$ , aunque este efecto no tiene una explicación evidente.

Tabla 3. Porcentajes de acierto y tiempos de reacción medios con sus respectivas desviaciones típicas de los ejemplares correctamente reconocidos en la fase final de reconocimiento correspondientes al Experimento 2. A la derecha de la tabla aparece el valor del efecto OIR ( $Nrp - Rp-$ ).

|                   |          | <i>Rp+</i> |           | <i>Rp-</i> |           | <i>Nrp</i> |           | <i>Efecto OIR</i> |
|-------------------|----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-------------------|
|                   |          | <i>M</i>   | <i>DT</i> | <i>M</i>   | <i>DT</i> | <i>M</i>   | <i>DT</i> |                   |
| <b>PRECISIÓN</b>  | No carga | 84.80      | 9.95      | 61.99      | 16.28     | 71.05      | 11.35     | 9.06              |
|                   | Carga    | 85.97      | 15.20     | 60.23      | 20.05     | 69.88      | 17.21     | 9.65              |
| <b>T.R. (ms.)</b> | No carga | 1043.64    | 605.57    | 1140.68    | 317.78    | 1061.10    | 293.09    | -79.54            |
|                   | Carga    | 786.20     | 112.12    | 984.07     | 209.50    | 894.75     | 180.85    | -89.32            |

$Rp+$  = Ejemplares practicados;  $Rp-$  = Ejemplares no practicados de categorías practicadas;  $Nrp$  = Ejemplares no practicados de categorías no practicadas.

Finalmente hicimos un análisis sobre los porcentajes de Falsas Alarmas (FA). Dada la construcción del material, no es posible obtener medidas de FA de forma independiente para  $Rp+$  y  $Rp-$  tal y como hemos hecho para los aciertos y tiempos de respuesta. Pero sí podemos analizar el porcentaje de FA para las categorías practicadas y no practicadas para cada una de las condiciones de carga. Un ANOVA mixto  $2 \times 2$  mostró que había diferencias marginalmente significativas en la proporción de falsas alarmas entre las condiciones de carga y no-carga,  $F(1, 36) = 3.29$ ,  $MCe = 79.99$ ,  $p = .07$ , no así entre ítems de categorías practicadas y no-practicadas. Tampoco fue significativa la interacción entre las dos variables ( $F_s < 1$ ), siendo el porcentaje de FA similar para los ejemplares nuevos de categorías no practicadas y practicadas en ambas condiciones de carga (6.43 y 5.26 respectivamente) y no-carga (11.10 y 9.36).

### *Discusión*

En contra de nuestras predicciones, el Experimento 2 replica los datos hallados en el Experimento 1. A pesar del aumento de la carga durante la fase de recuperación y de la introducción de un test de reconocimiento final para evitar la interferencia de salida y el bloqueo, nuestros datos mostraron que la presencia de una carga de memoria durante la práctica en la recuperación no redujo el nivel de olvido para los Rp- en la prueba de reconocimiento.

La presencia de deterioro de los ejemplares Rp- en relación con los Nrp en una prueba de reconocimiento apoya que éste se produce por la inhibición de los estímulos Rp- y no por el bloqueo provocado por aquellos ejemplares que han sido practicados (Rp+), tal y como podría suceder cuando la prueba final es de recuerdo. Como mencionamos, cuando la prueba final es de recuerdo libre suelen recordarse en primer lugar los estímulos practicados por su mayor activación tras la práctica, y esto puede provocar una situación de interferencia con los Rp-. Sin embargo, la utilización de un test de reconocimiento hace menos probable que estos procesos de interferencia ocurran en la fase final.

La presencia de efecto OIR en la tarea de reconocimiento tiene dos implicaciones importantes. En primer lugar, replica los resultados de otros experimentos en los que aparece efecto OIR en pruebas de reconocimiento (e.g. Hicks y Starns, 2004), lo que no se ha observado con otros paradigmas de inhibición en el campo de la memoria, como el olvido dirigido (e.g. Basden y Basden, 1996) y part-set cuing (Slamecka, 1975) o de la atención selectiva, con tareas como el priming negativo (Engle et al., 1995). En segundo lugar, sugiere que el mecanismo inhibitorio que está a la base del OIR no está afectado por limitaciones de almacenamiento en la MT.

Estos resultados, junto a los del Experimento 1 podrían emplearse como argumento a favor de la existencia de un mecanismo inhibitorio no dependiente de recursos controlados que estaría a la base de los efectos OIR. Este mecanismo sería diferente al que actúa en otras tareas y procedimientos tanto del campo de la atención como de la memoria, que sí parecen depender de la carga de este tipo de recursos. Por ejemplo, Engle et al., (1995) mostraron que la magnitud de los efectos de priming negativo dependían de la cantidad de recursos atencionales disponibles, de manera que los participantes mostraban efectos de priming negativo más pequeños cuando la carga de memoria se hacía mayor. De forma similar, Conway et al. (2000) y Soriano y Bajo (2007) mostraron que los efectos de olvido dirigido disminuían cuando se introducía una carga de memoria en el momento en que la inhibición debía actuar para resolver un conflicto.

Sin embargo, otras explicaciones de nuestros resultados son todavía posibles. En primer lugar, la ausencia de efecto de la tarea secundaria en los Experimento 1 y 2 puede ser debida a que en realidad la tarea secundaria no requería control ejecutivo, y por tanto no produjo interferencia con los posibles procesos inhibitorios que sí requieren de este tipo de procesos. El modelo de MT de Baddeley (2000) propone que existe una independencia relativa de la capacidad de almacenamiento y de la capacidad de procesamiento, por tanto es posible que, mantener cinco números en memoria exija capacidad de almacenamiento pero que no sea necesaria la actuación de procesos ejecutivos. Si esto fuese así, no es sorprendente que las dos tareas parezcan actuar de manera independiente. En segundo lugar, hay evidencia de que la ejecución en tareas de MT se ve influida por procesos de codificación en la memoria a largo plazo (MLP) (Cowan, 2000, Logie, 1996). Así, es posible que en nuestros experimentos previos, los participantes codificase los números de forma muy rápida en la MLP, y que después de los seis ensayos de práctica los

recuperasen de la misma. Aunque esta operación requiere capacidad de la MT, y hay una alta probabilidad de que los participantes repasen los cinco números durante los ensayos de práctica, las demandas de capacidad de MT serían menores que si no hubiese participación de la MLP, y estas demandas no coincidirían exactamente con las demandas requeridas por la actuación de posibles procesos inhibitorios.

A favor de estas dos interpretaciones, no se observó deterioro de la ejecución durante la práctica, es decir, que la recuperación de los ejemplares a partir de las dos letras iniciales presentaba los mismos niveles en la condición de carga y de no-carga. Si la tarea secundaria hubiese demandado control atencional, esperaríamos que la ejecución en la tarea de práctica en la recuperación se hubiese visto afectada. Sin embargo, obtuvimos los mismos niveles de éxito en la recuperación en las dos condiciones. Es posible que el efecto de la carga sobre la tarea de práctica en la recuperación no fuese evidente en el porcentaje de recuerdo, pero que afectase al tiempo que los participantes tardaban en recuperar los ejemplares. Sin embargo, como no tomamos el tiempo de respuesta durante la fase de práctica no pudimos evaluar esta hipótesis. También era posible que los participantes sacrificasen la ejecución en la tarea secundaria para que la tarea primaria de recuerdo no se viese afectada. Aunque el buen nivel de ejecución en la tarea secundaria no parezca apoyar esta hipótesis, no la pudimos evaluar de forma directa porque no teníamos estimaciones de línea base con la tarea secundaria para poder comparar la ejecución cuando se realizaba de forma dual y simple.

El objetivo del Experimento 3 fue evaluar estas posibilidades. Nuestro objetivo era crear una situación de tarea dual que tuviese las siguientes características: 1) La tarea concurrente debía requerir procesos de control ejecutivo para que necesitase del mismo conjunto de recursos que los procesos de inhibición controlada; 2) la tarea

concurrente debía forzar la simultaneidad, de manera que asegurase que los participantes realmente realizaban la tarea de forma dual y no podían realizar estrategias de alternancia; 3) el procedimiento debía ofrecer la posibilidad de obtener índices de ejecución de las dos tareas cuando se realizan de forma conjunta y de forma aislada, así como estimaciones de precisión y tiempo de respuesta en la tarea de práctica en la recuperación con y sin tarea concurrente.

Con estos objetivos, en el Experimento 3 incluimos dos condiciones de tarea concurrente. En la primera, cada ensayo de práctica se hacía coincidir con una tarea de actualización. Esta tarea, que implica *selección* y *retención* de estímulos ensayo a ensayo, es incluida por Miyake et al. (2000) como una de las que permite medir funciones ejecutivas porque requiere manipulación activa de información frente al mero almacenamiento. En esta condición de carga con actualización del Experimento 3, cada ensayo de práctica comenzaba con la presentación de cinco dígitos seguidos de la presentación del nombre de la categoría y las dos primeras letras del ejemplar. De forma simultánea a la pista de recuperación, se presentaba un tono de alta o baja frecuencia que indicaba a los participantes si debían recordar los dos dígitos más pequeños de la secuencia de cinco (tono bajo) o los dos dígitos más grandes (tono alto). Tras el tono, los participantes debían de recuperar el ejemplar que correspondía a la pista y sólo después de esto se contestaba a la tarea de dígitos. Los parámetros temporales de la tarea se eligieron después de la realización de un experimento previo (ver sección de método para una descripción) que mostraba que si los participantes contestaban a los dígitos antes de recuperar el ejemplar, eran todavía capaces de alternar las dos tareas y la ejecución no se veía tan afectada. En esta condición, sin embargo, se intentó forzar a los participantes a realizar los dos procesos de forma simultánea. Los parámetros temporales se eligieron de forma que la actualización de la

información en la MT (la selección de los dígitos apropiados al tono) resultara tan simultánea como fuese posible al proceso de recuperación del ejemplar (y por tanto, al proceso de inhibición de los competidores). En esta tarea también se registraron los tiempos de respuesta y, especialmente importante, la ejecución en la tarea de actualización cuando se realizaba de forma aislada. En la segunda condición de carga, introdujimos una tarea secundaria de reconocimiento continuo. Esta tarea la utilizamos porque todavía se podría argumentar que la tarea de actualización no cumplía exactamente el requisito de simultaneidad completa. Aunque difícil, todavía era posible que los participantes codificasen rápidamente los dígitos en la MLP cuando se presentaba el tono, volviesen a la tarea de recuperación con toda su atención y después recuperasen los números de la MLP. Como mencionamos, los resultados de un experimento piloto previo mostraban que si pedíamos a los participantes que recordasen los dígitos antes de recordar el ejemplar, todavía podían realizar estrategias de alternancia de este tipo. Aunque el orden de las respuestas y los parámetros temporales de las tareas hacían bastante difícil que esto ocurriese en esta condición, quisimos asegurarnos de que podíamos inducir simultaneidad en los procesos y utilizamos una segunda tarea concurrente que fuese continua. Así, en esta condición dual los participantes debían monitorizar una serie de dígitos que se presentaban de forma continua durante toda la fase de práctica en la recuperación, ya que debían presionar una tecla del ordenador tras la aparición de tres dígitos impares consecutivos. El uso de esta tarea concurrente permitía controlar el uso de estrategias de respuesta (como la de alternar las tareas), dado que los ensayos de dígitos eran independientes de los ensayos de práctica y se presentaban de forma ininterrumpida. Por tanto, la ventaja de esta tarea sobre la de actualización era que los participantes verdaderamente necesitaban actualizar y mantener información de

forma continúa, y por tanto simultánea a la recuperación de los ejemplares. Sin embargo, tenía la desventaja de que los parámetros temporales de las dos tareas no hacía posible el registro de los tiempos de respuesta durante la práctica en la recuperación, aunque la ejecución en la tarea de reconocimiento continuo de forma aislada si se registró. Por todas estas razones, en el Experimento 3 decidimos incluir las dos tareas secundarias. En cualquier caso, ambas tareas concurrentes se han considerado tradicionalmente consumidoras de recursos de control, ya que requieren procesos ejecutivos de seguimiento y control de información (Fernández-Duque, Baird, y Posner, 2000; Miyake et al., 2000).

Por último, para todas las condiciones del experimento, y para favorecer la activación de los competidores, introdujimos la técnica de *precuing* durante la practica en la recuperación (Bajo et al., 2006). La única diferencia con el procedimiento utilizado en el Experimento 1 y 2 es que en aquellos experimentos la categoría y el fragmento de ejemplar se presentan de forma simultánea, mientras que en la técnica de *precuing* se presenta primero la categoría y después de un segundo se presenta el fragmento que indica el ejemplar a recordar. La presentación previa de la clave tiene como objetivo provocar la activación de todos los ejemplares asociados para la posterior selección del ejemplar acertado. Se ha observado que la recuperación con clave previa activa las representaciones asociadas y produce competición de las mismas (Tehan y Humphreys, 1996), y asumimos que este aumento en competición debe llevar asociado un aumento en la inhibición (Bajo et al., 2006).

### Experimento 3

El objetivo del Experimento 3 fue introducir tareas concurrentes que realmente demandasen control atencional y que, por ello,

compitiesen con el control ejecutivo necesario para realizar la inhibición de los competidores. Como apuntamos, en el Experimento 1 y 2 era posible que la tarea secundaria no interfiriese con los procesos inhibitorios porque sólo requería recursos de almacenamiento. Por ello era importante explorar si la introducción de tareas secundarias que realmente requieran control ejecutivo podían afectar al efecto OIR.

En este experimento, tres grupos de participantes realizaban las tres fases de la tarea de práctica en la recuperación, pero diferían en las condiciones en que realizaban la segunda fase de práctica. El primer grupo la realizaba de forma aislada con el procedimiento estándar, el segundo grupo la hacía simultánea a la tarea de actualización mientras que el tercer grupo la hacía simultánea a la tarea de reconocimiento continuo. Nuestra predicción era que si la inhibición es de naturaleza ejecutiva, la realización simultánea de las tareas de actualización y reconocimiento continuo, que también requieren recursos ejecutivos, haría imposible su actuación y el efecto OIR se reduciría.

### *Método*

*Participantes.*- 72 estudiantes de la Facultad de Psicología de la Universidad de Granada participaron a cambio de créditos en las asignaturas del área de Psicología Básica.

*Diseño.*- Se empleó un diseño mixto con la variable carga manipulada entre grupos (Carga con Actualización, Carga Continua y no-Carga) y la variable estatus de práctica, manipulada intraparticipantes a tres niveles (Nrp, Rp- y Rp+).

*Materiales y Procedimiento.*- Las listas de estudio, las claves para la fase de práctica y los ítems distractores de la prueba final eran

idénticos a los utilizados en el Experimento 2. El procedimiento era también similar al utilizado en el experimento anterior, aunque se llevaron a cabo modificaciones para la fase de práctica en la recuperación dependiendo de la condición. En la condición de Carga con Actualización (CA), la secuencia era tal y como se indica a continuación: 1) se presentaban cinco dígitos durante 5 segundos; 2) aparecía el nombre de la que servía como clave y después de un segundo el fragmento que indicaba el ejemplar que se iba a recordar (CATEGORÍA-ej\_\_\_\_\_) junto con un tono grave o agudo; 3) desaparecía la clave del ejemplar y los participantes respondían al mismo; 4) posteriormente respondían los dos dígitos más altos o más bajos en función del tono aparecido en la pantalla anterior. Las respuestas dadas al par CATEGORÍA-ej\_\_\_\_\_ eran registradas por una llave vocal. Como indicamos, la secuencia concreta de las tareas se eligió después de realizar un experimento piloto en que la secuencia era similar pero los participantes debían responder primero a los dígitos y después a la clave de recuerdo con el ejemplar apropiado. Los resultados de ese experimento con 36 participantes, mostraron que el efecto OIR era significativo,  $F(1, 32) = 12.07$ ,  $MCe = 146.00$ ,  $p < .01$  y equivalente en la condición de práctica sin carga (10.55 %) que en la condición con carga (9.80%). Además la tarea secundaria no producía deterioro en fase de práctica (77.60% sin carga y 77.30% con carga). Por ello, en el Experimento 3 utilizamos una secuencia en que los participantes debían generar primero el ejemplar y después decir los números. Esta secuencia, cuando la utilizamos de prueba con un número pequeño de participantes, parecía forzar la simultaneidad y, por ello, la utilizamos en el Experimento 3. Antes de la tarea dual, se introducían ensayos de práctica con la tarea de actualización de forma aislada. La ejecución en esta tarea nos servía de línea base para comparar la ejecución en condiciones duales.

En la segunda condición de carga, Carga Continua (CC), se presentaba la categoría sola durante un segundo y posteriormente el fragmento de ejemplar (CATEGORÍA-ej\_\_\_\_\_). Simultáneamente se presentaba, de forma auditiva, la tarea de dígitos, consistente en una secuencia ininterrumpida de dígitos del 1 al 9, de forma aleatoria, con la restricción de que no aparecían dos dígitos iguales seguidos. La proporción presentada fue de 2 a 1 para los dígitos impares. Cada vez que se detectaran tres dígitos impares, los participantes debían presionar la barra espaciadora. Antes de iniciar esta tarea dual correspondiente a la segunda fase, se introducía un entrenamiento de la tarea de dígitos aisladamente. Se presentaban 14 dígitos en la misma proporción de los ensayos experimentales. Este entrenamiento servía posteriormente de control para la ejecución de la tarea de dígitos de forma dual con la práctica.

La tercera condición de control no-carga consistía en una tarea OIR estándar, similar a la empleada en los Experimentos 1 y 2, pero con la técnica de precuing.

Las fases de estudio y de reconocimiento fueron las mismas que en Experimentos 2 para los tres grupos.

### *Resultados*

Cuatro participantes pertenecientes al grupo de CA se excluyeron por problemas de ajuste al responder con la llave vocal, y 3 participantes del grupo de CC, por presentar similar proporción de aciertos y FA en la tarea concurrente de dígitos, mostrando con ello un criterio de respuesta aleatorio.

*Práctica en la Recuperación y Tarea Concurrente* El porcentaje de aciertos correspondiente a la práctica en la recuperación fue del 72.22% (*D.T.* = 12.56) para el grupo control y de 74.30 (*D.T.* = 16.30) y

70.45% (*D.T.* = 17.65) para los grupos de CA y CC respectivamente. No se encontraron diferencias significativas en el nivel de práctica en la recuperación entre grupos  $F(2, 62) = 0.30$ ,  $MCE = 246.99$   $p = .74$ . Con respecto al tiempo de reacción medio, el correspondiente para el grupo control fue de 1055.3 ms. (*D.T.* = 194.36) y para el grupo de CA de 1283,60 ms. (*D.T.* = 339.6). Cuando se compararon los TR entre la tarea control y el grupo de CA se observó un incremento significativo en el tiempo de respuesta para el grupo de carga,  $F(1, 38) = 6.81$ ,  $MCE = 76550.61$ ,  $p = .01$ . Por tanto, aunque la introducción de la tarea concurrente no tuvo efectos en el porcentaje de éxito en la recuperación, el TR en la condición con CA sí mostraba el efecto negativo de la tarea concurrente en la ejecución.

Las comparaciones entre cada una de las tareas concurrentes realizadas de forma aislada y junto a la tarea de práctica en la recuperación indicaban que para la tarea concurrente de dígitos presente en la condición CA, la precisión fue del 79.00% (*D.T.* = 8.10) cuando se realizaba de forma dual con la práctica en la recuperación y del 90.39 % cuando se realizaba individualmente (*D.T.*= 9.40). La diferencia entre ambas condiciones fue significativa  $F(1, 19) = 30.33$ ,  $MCE = 40.73$ ,  $p < .01$ . En la condición CC, la precisión fue de 78.68 % (*D.T.* = 13.86) en la condición dual y del 92% (*D.T.* = 18.71) en la condición. Así, los participantes realizaron significativamente mejor la tarea de dígitos cuando la llevaban a cabo de forma aislada que dual,  $F(1, 24) = 7.98$ ,  $MCE = 278.10$ ,  $p < .01$ .

*Olvido inducido por la recuperación* Realizamos dos ANOVAs mixtos (sobre los aciertos y sobre el TR) con la variable carga entre grupo a tres niveles (Control, CA y CC) y la variable práctica a dos niveles (Nrp vs. Rp-). El análisis realizado sobre los aciertos mostró un efecto principal de estatus de práctica,  $F(1, 62) = 6.82$ ,  $MCE = 230.87$ ,  $p = .01$ , aunque el efecto de carga,  $F(2, 62) = 0.65$ ,  $MCE = 437.90$ ,  $p = .53$ , y

la interacción Carga x Estatus,  $F(2, 62) = 0.70$ ,  $MCE = 230.87$ ,  $p = .50$ , no eran significativos. Los tiempos de respuesta, sin embargo sí mostraron esta interacción,  $F(2,62) = 4.34$ ,  $MCE = 18955.62$ ,  $p = .02$ , así como efectos significativos de la carga,  $F(2, 62) = 14.06$ ,  $MCE = 98978.34$ ,  $p < .01$ , y del estatus de práctica,  $F(1, 62) = 4.64$ ,  $MCE = 18955.62$ ,  $p = .04$ . Por tanto, la interacción que esperábamos se mostraba con claridad en los tiempos de respuesta, aunque no apareciese de forma clara en los aciertos. Para analizar la interacción y ya que teníamos hipótesis específicas sobre las mismas, realizamos comparaciones planeadas de las diferencias Rp- vs Nrp para cada una de las condiciones de carga.

Los resultados de esta comparación sobre el porcentaje de aciertos para el grupo control mostraron que el efecto de la práctica era significativo. Para este grupo el porcentaje de aciertos para los estímulos Rp- era significativamente menor que para los ítems Nrp,  $F(1, 62) = 5.08$ ,  $MCE = 230.87$ ,  $p = .03$ . Ya que era importante mostrar que la ausencia de efecto en los grupos con carga, no se debía a un problema de poder estadístico, calculamos el tamaño del efecto de olvido con el estadístico  $\omega^2$ . Este valor es una estimación de la proporción de varianza de la V.D. debida a la manipulación de la V.I. (el Estatus de Práctica). Para este grupo, la varianza del porcentaje de aciertos que es atribuible a la práctica de la categoría es de .17, lo que significa que el tamaño del efecto es muy alto en condiciones de no-carga. Los resultados del ANOVA sobre el tiempo de respuesta también seguían el patrón de los aciertos, es decir, mayor TR para los estímulos Rp- que para los Nrp,  $F(1, 62) = 11.74$ ,  $MCE = 18955.6$ ,  $p < .01$ , siendo el tamaño de dicho efecto de .35, es decir, la varianza del TR debida a nuestra manipulación es, al igual que para los aciertos, muy alta. Como se puede ver en la Tabla 4, el porcentaje de FA para los ítems de categorías practicadas y de no practicadas era casi idéntico ( $F < 1$ ).

Por su parte, los resultados de las comparaciones Nrp y Rp- para el grupo de CA no arrojaron diferencias significativas ( $p = .14$ ). El valor  $\omega^2$  fue de .05, lo que indica un tamaño del efecto pequeño. Al igual que para el porcentaje de aciertos, la comparación sobre los valores de TR no mostraba diferencias significativas, Nrp ( $M = 867.50$  ms.,  $D.T. = 198.20$ ) y Rp- ( $M = 895.60$  ms.,  $D.T. = 267.4$ ),  $F(1, 62) = 11$ ,  $MCE = 18955.62$ ,  $p = .52$ . El valor de  $\omega^2$  en este caso fue de 0, es decir, un efecto nulo. De nuevo, la proporción de FA fue similar para los ejemplares nuevos pertenecientes a categorías no practicadas (*nuevos Nrp*) que para los correspondientes a las categorías practicadas (*nuevos Rp*), con promedios de 9.40 ( $D.T. = 9.10$ ) y 8.30% ( $D.T. = 13.10$ ), respectivamente, ( $F < 1$ ).

Tabla 4. Porcentaje de falsas alarmas y desviaciones típicas correspondientes a las palabras nuevas pertenecientes a categorías practicadas y no practicadas del Experimento 3.

|                     | <i>Categoría Practicada</i> |           | <i>Categoría No practicada</i> |           |
|---------------------|-----------------------------|-----------|--------------------------------|-----------|
|                     | <i>M</i>                    | <i>DT</i> | <i>M</i>                       | <i>DT</i> |
| No Carga            | 9.44                        | 9.03      | 9.44                           | 12.10     |
| Carga Actualización | 8.33                        | 12.94     | 9.44                           | 9.03      |
| Carga Continua      | 7.56                        | 9.47      | 5.33                           | 8.56      |

Finalmente, las comparaciones para el grupo de CC mostraban que no había diferencias significativas en el reconocimiento de las palabras Rp- en relación con las Nrp, ni en el porcentaje de aciertos  $F(1, 62) = 0.56$ ,  $MCE = 230.87$ ;  $p = .46$ ,  $\omega^2 = 0$ , ni en el TR,  $F(1, 62) = 0.27$ ,  $MCE = 18955.62$ ,  $p = .60$ ,  $\omega^2 = 0$ . Como para los grupos anteriores, no hubo diferencias significativas en la proporción de FA para las categorías no practicadas ( $M = 5.30$ ;  $D.T. = 8.60$ ) y para las

practicadas ( $M = 7.60$ ;  $D.T. = 9.50$ ),  $F(1, 24) = 1.50$ ,  $MCe = 41.15$ ,  $p = .23$ .

*Facilitación.*- Realizamos dos ANOVAs mixtos (sobre los aciertos y sobre el tiempo de respuesta) con la variable carga, entre grupo, a tres niveles (Control, CA y CC) y la variable estatus de práctica a dos niveles (Nrp vs. Rp+).

Tabla 5. Promedios de acierto y tiempos de reacción con sus respectivas desviaciones típicas de los ejemplares correctamente reconocidos en la fase final de reconocimiento correspondientes al Experimento 3. A la derecha de la tabla aparece el valor del efecto OIR ( $Nrp - Rp-$ ).

|                   | Rp+                 |         | Rp-    |         | Nrp    |         | Efecto OIR |         |
|-------------------|---------------------|---------|--------|---------|--------|---------|------------|---------|
|                   | M                   | DT      | M      | DT      | M      | DT      |            |         |
| <b>PRECISIÓN</b>  | No Carga            | 86.10   | 9.45   | 60.56   | 5.91   | 71.39   | 11.86      | 10.83   |
|                   | Carga Actualización | 87.22   | 15.82  | 67.78   | 18.35  | 74.72   | 16.95      | 6.94    |
|                   | Carga Continua      | 88.89   | 9.60   | 67.56   | 22.43  | 70.78   | 20.46      | 3.22    |
| <b>T.R. (ms.)</b> | No Carga            | 1075.83 | 557.76 | 1228.22 | 374.65 | 1079.05 | 311.65     | -149.17 |
|                   | Carga Actualización | 814.56  | 218.52 | 895.56  | 67.44  | 867.50  | 198.18     | -28.06  |
|                   | Carga Continua      | 707.78  | 130.29 | 801.63  | 131.98 | 821.97  | 107.47     | 20.34   |

Rp+ = Ejemplares practicados; Rp- = Ejemplares no practicados de categorías practicadas; Nrp = Ejemplares no practicados de categorías no practicadas.

El análisis realizado sobre los aciertos mostró un efecto principal de estatus de práctica,  $F(2, 62) = 50.33$ ,  $MCe = 145.82$ ,  $p < .01$ . El efecto de carga, y la interacción Carga x Estatus, no eran

significativos ( $F < 1$ ). Por tanto, de nuevo se encuentra facilitación de las palabras practicadas durante la segunda fase. Como se puede ver en la Tabla 5 Esta facilitación estaba presente en todos los grupos ( $p < .01$ ). El análisis realizado sobre los tiempos de respuesta mostró resultados similares, de modo que el efecto principal del estatus fue significativo  $F(1, 62) = 4.43$ ,  $MCe = 23405.40$ ,  $p < .04$ . También lo fue el efecto de carga,  $F(2, 62) = 8.18$ ,  $MCe = 139391.00$ ,  $p < .01$ , mientras que la interacción no fue significativa, lo que indica que los tres grupos mostraron efectos de práctica similares,  $F(2, 62) = 1.48$ ,  $MCe = 23405.40$ ,  $p = .24$ .

### *Discusión*

En contraposición con los Experimentos 1 y 2, la introducción de las tareas concurrentes en la fase de práctica en el Experimento 3, produce la disminución y desaparición del efecto de olvido inducido. De esta manera, mientras que en la condición control se producían efectos OIR que se mostraban tanto en el porcentaje de aciertos como en el tiempo de respuesta, las condiciones de tarea dual mostraban un porcentaje de reconocimiento similar de los ítems Rp- y Nrp con tiempos de respuesta equivalentes. Estas diferencias entre condiciones se obtenían a pesar de que los efectos de facilitación (Nrp vs Rp+) aparecían en todas las condiciones experimentales. Estos resultados estarían en consonancia con una concepción del fenómeno inhibitorio en el paradigma OIR vinculado a procesos de control que actúan sobre las representaciones en memoria de los estímulos Rp-.

Estos resultados son importantes desde varias perspectivas. En primer lugar, porque ofrecen evidencia de que, como en otros paradigmas, el efecto OIR en el procedimiento de práctica en la recuperación es el resultado de un mecanismo de control ejecutivo que demanda recursos atencionales. Ya se ha mencionado que evidencia

de este tipo se ha encontrado en paradigmas que provienen del campo de la atención (e.g. Crawford et al., 2005) y de la memoria (e.g. Conway, Cowan y Bunting, 2001; Anderson et al., en preparación). Como discutiremos más tarde esta conclusión también apoya resultados encontrados con la técnica de fMRI, a través de la cual se ha observado activación de áreas conocidas por su implicación en procesos de control durante la realización de una tarea OIR (Kuhl et al., 2007). Estos resultados en combinación con los presentes, muestran la desvinculación de la intencionalidad y la necesidad de control, ya que la inhibición que subyace al efecto OIR es de tipo no-intencional, y sin embargo, desaparece cuando no dispone de recursos de control durante la fase en que se supone que se dispara. Esto entra en contradicción con otros estudios en que, al mantenerse el efecto en poblaciones con menor disponibilidad de recursos de control, se concluye que se trata de un mecanismo automático (Lechuga et al., 2006).

En segundo lugar, porque señala la importancia de distinguir entre recursos de almacenamiento y recursos de procesamiento. La comparación de nuestros resultados de los Experimentos 1 y 2 y los del Experimento 3 muestran que, cuando la tarea concurrente requiere recursos de almacenamiento (ej. mantener dígitos en la memoria), no interfiere con la actuación de procesos ejecutivos de inhibición. Sin embargo, cuando la tarea requiere procesos ejecutivos como la actualización, se imposibilita la actuación de este tipo de recursos y los efectos inhibitorios desaparecen. Esta disociación entre distintos tipos de recursos de la Memoria de Trabajo está en consonancia con la teoría de Baddeley (1996) y con propuestas como las de Engle y Kane (2004) que separan entre memoria a corto plazo (almacenamiento) y atención ejecutiva. Desde este punto de vista, nuestros datos apoyan esta distinción y extienden el rango de datos que muestran disociación entre estos recursos.

Finalmente, los resultados son importantes también desde un punto de vista metodológico. La comparación con experimentos anteriores y también con el experimento piloto que describimos en el apartado de método, señalan que, para estudiar las consecuencias de realizar tareas concurrentes, es necesario, no sólo asegurar que las tareas inciden en el mismo tipo de procesos, sino también descartar que los participantes puedan realizar estrategias de alternancia entre tareas. En nuestro Experimento 3, fuimos especialmente cuidadosos con este aspecto y por ello introdujimos dos tareas diferentes y realizamos un experimento piloto. En la condición de CA, forzamos la selección y mantenimiento de los números (actualización), en el mismo momento en que se debía producir la activación e inhibición de los ejemplares competidores al hacer que los participantes respondiesen a los ejemplares al escuchar el tono y antes de decir los números. En ese momento, la actualización y recuperación/inhibición serían simultáneos. Los resultados de la fase de práctica en la recuperación indican que realmente la ejecución de las dos tareas requería la simultaneidad de los procesos ya que tanto la tarea de actualización, como el tiempo de realización de la tarea de práctica en la recuperación, se veían negativamente afectados en la condición de doble tarea. De forma similar, los resultados de la condición de CC replican este mismo patrón y además permiten descartar la posibilidad de que la carga introducida haya dificultado la activación de los competidores más que impedir la inhibición. Cuando se presenta una tarea de actualización continua, concurrente a la práctica en la recuperación, desaparece también el efecto OIR en reconocimiento. Esto se observa tanto en aciertos como en tiempo de reacción, sin que se vea afectado el efecto de facilitación para los ejemplares practicados. El índice de aciertos para la tarea de dígitos se mantiene por encima del azar a pesar de ser significativamente inferior al obtenido cuando se ejecuta individualmente. Esto muestra que los

participantes están efectivamente realizando simultáneamente ambas tareas y que su ejecución se ve afectada en los dos casos.

En resumen, los resultados de las dos condiciones de tarea dual en el Experimento 3 van a favor de la naturaleza controlada de la inhibición (Anderson, 2003) y en contra de que haya un mecanismo automático a la base del efecto OIR (e.g. Racsomány, Conway y Tislar, 2005). Los dos experimentos que siguen tienen como objetivo corroborar los hallazgos a nivel del Experimento 3, con medidas neurofisiológicas que muestren la participación de patrones neurales asociados al control ejecutivo en la tarea OIR. Para ello utilizaremos medidas de actividad eléctrica cortical y exploraremos un procedimiento que permita obtener potenciales corticales en el momento de actuación de la inhibición.

## 6.2. BASES NEUROFISIOLÓGICAS DE LA INHIBICIÓN NO-INTENCIONAL EN MEMORIA

### Experimento 4

En el Experimento 3 concluimos que la inhibición en el paradigma OIR es de naturaleza controlada. Los resultados obtenidos sugieren el papel de este mecanismo de control ejecutivo en la tarea de práctica en la recuperación, al desaparecer el efecto de olvido ante el incremento en la demanda de recursos atencionales por la introducción de una tarea concurrente (Anderson, 2003). Sin embargo, algunos estudios previos concluyen que la inhibición en el procedimiento de práctica en la recuperación es de origen automático, ya que algunas poblaciones que muestran alteraciones en funciones ejecutivas tienen preservado el efecto OIR (Conway y Fthenaki, 2003; Ford et al., 2004; Gómez-Ariza et al., en prensa; Lechuga et al., 2006; Moulin et al., 2002; Nestor et al., 2005; Zellner y Bäuml, 2005). Aunque Anderson y

Levy (2007) han explicado estos resultados en base a detalles metodológicos de estos estudios (ver apartado 3.4. de la introducción), consideramos importante mostrar patrones de actividad neural que apoyen la naturaleza controlada del efecto. La alta resolución temporal de las técnicas de registro EEG y el análisis de los ERPs podría permitirnos observar el mecanismo de inhibición subyacente al efecto OIR en el momento mismo en que se supone que éste actúa, y con ello tratar de hacer aportaciones sobre su dependencia de procesos ejecutivos, en apoyo de los resultados comportamentales previos.

La inhibición bajo el paradigma OIR se capta durante la fase de prueba, donde, como ya se ha comentado, los estímulos Rp- se recuerdan en menor proporción que los Nrp. Sin embargo, este menor recuerdo es la consecuencia de la inhibición que actúa durante la fase práctica en la recuperación. La utilización de medidas de precisión o tiempo durante la fase de prueba, no permite, por tanto, captar la inhibición en el momento en que ésta ocurre, sino sólo sus consecuencias en el recuerdo posterior. El registro de la actividad cortical durante la fase de práctica en la recuperación debería permitirnos captar la inhibición en el momento en que ésta sucede. Por esto, será esta fase en la que nos centremos para analizar la actividad neurofisiológica asociada al mecanismo inhibitorio.

Como comentamos, sin embargo, el registro de la actividad cortical durante esta fase es problemático cuando se utiliza el procedimiento de práctica en la recuperación estándar. Normalmente, esta fase implica la práctica de la mitad de los ejemplares de la mitad de las categorías presentadas durante la fase de estudio. Los ejemplares que no se practican compiten a la hora de la recuperación y por eso se inhiben. Aunque la inhibición se produce durante esta fase, el procedimiento estándar sólo permite inferir su actuación mediante la comparación del recuerdo de los ítems practicados y no practicados en la fase de recuerdo final y no directamente cuando está ocurriendo, ya

que en la fase de práctica en la recuperación todos los ensayos implican competición e inhibición y no hay una condición control que permita evaluar la actividad cortical en ausencia de inhibición. Es decir, para captar la actividad cortical en el momento en que se produce la inhibición durante la fase de práctica, necesitaríamos comparar una condición en que se produzca inhibición con otra en la que no se produzca, pero en el procedimiento estándar todos los ensayos implican competición/inhibición. El único estudio que ha intentado captar la actividad cortical en el momento de la inhibición con registros EEG (Johansson et al., 2007) ha introducido una condición control en que se presenta a los participantes la clave y el ejemplar durante la fase de práctica (extra estudio), y por tanto, ya que el ejemplar está presente no debe producirse competición ni inhibición de otros ítems. Este estudio ha mostrado diferencias en el patrón de actividad cortical asociado a los ensayos estándar en que los participantes deben recuperar el ejemplar, con respecto a los ensayos en que los participantes sólo se ven expuestos al mismo. Sin embargo, estos resultados están sujetos a problemas de interpretación, ya que las diferencias halladas se pueden deber al hecho de que una condición requiere inhibición, mientras la otra no, pero también al hecho de que en una condición se tienen que utilizar procesos de recuperación, mientras que en la otra no. Es decir, los estudios en que se ha tratado de obtener un índice electrofisiológico de la inhibición, han empleado una tarea control de muy distinta naturaleza a la práctica en la recuperación, convirtiendo la interpretación de las diferencias encontradas entre tareas en una labor complicada. Por ello, en el Experimento 4 empleamos una modificación del paradigma OIR que permite observar la actividad cortical en condiciones equivalentes pero que implican, o no, inhibición o por la naturaleza del estímulo que se presenta o por el tipo de participantes que la realiza. El procedimiento que utilizaremos en el experimento (ver Fig. 8), fue empleado por Levy

et al. (2007) y consiste en la denominación de dibujos en dos idiomas, lo que permite obtener durante la práctica en la recuperación medidas correspondientes a una situación que requiere inhibición y otra, control, de *igual naturaleza*, que no la requiere.

La investigación sobre bilingüismo ha mostrado que, para los aprendices de una segunda lengua, la producción en su segundo idioma requiere la supresión del primer idioma, dominante, para evitar que interfiera (e.g. Christoffels, Firk y Schiller, 2007). Sin embargo, también hay evidencia de que la inhibición subyacente desaparece en bilingües con un alto nivel de competencia en ambos idiomas (Costa y Santesteban, 2004), lo que se explicaría en términos de nivel de competición, una de las propiedades esenciales asumidas en el fenómeno inhibitorio. Es decir, los aprendices de un segundo idioma sufrirían más competición de su primer idioma (L1) cuando intentan nombrar dibujos en su segundo idioma (L2) que los participantes con un nivel más alto de habilidad en L2. Esta mayor competición de los aprendices de L2 tendría como consecuencia un mayor nivel de inhibición de su L1, debido a la naturaleza reactiva de la inhibición (Green 1998). En el experimento de Levy y otros (2007), aprendices de español (L2) nombraban dibujos en su L1 (inglés) o en su L2 (español). El idioma en que se debía nombrar se señalaba por el color del dibujo. A lo largo del experimento, los dibujos se repetían una o cinco veces. Esta fase de denominación era equivalente a la fase de práctica en la recuperación del procedimiento estándar, y era seguida de una fase final de recuerdo en que se presentaba a los participantes una palabra que rimaba con alguna de las palabras que habían aparecido durante el estudio. Por ejemplo, si los participantes habían visto una *serpiente* entre los dibujos y en la fase de prueba se presentaba como clave *brake*, deberían responder con la palabra *snake*. Las instrucciones de esta fase de recuerdo final indicaban que las palabras debían recordarse siempre en su L1 independientemente

del idioma en que se hubiese nombrado el dibujo. Los resultados, de acuerdo con la hipótesis inhibitoria, mostraron que el recuerdo en el test final de las palabras que se habían nombrado en L2 cinco veces durante la fase de nombrado era menor que el de aquellas palabras que se habían nombrado sólo una vez. Es decir que la práctica en el segundo idioma producía olvido de las palabras en el primer idioma. Sin embargo, si las palabras se habían nombrado en L1, el recuerdo era mejor si había practicado cinco veces que sólo una. Estos dos efectos pueden considerarse equivalentes a los efectos de OIR y facilitación en el procedimiento estándar de práctica en la recuperación. Además, Levy y sus colaboradores, separaron a posteriori a los participantes en dos grupos según la rapidez con que nombraban los dibujos en L2 (índice de nivel en L2). Los resultados mostraron facilitación y olvido de L1 sólo para los participantes más lentos, mientras que en los más rápidos este patrón de resultados estaba atenuado y no era significativo.

Los resultados de Levy y otros son importantes para nosotros porque ofrecen la posibilidad de obtener índices de inhibición durante la fase de denominación en condiciones equivalentes. De esta manera, la comparación de los grupos de alto y bajo nivel L2 en el primer ensayo de denominación en L2, nos ofrece una situación de alta competición de L1 (grupo de bajo nivel) y de baja competición (grupo de alto nivel en L2). De forma similar, la comparación del primer ensayo en L1 (baja competición) con el primer ensayo en L2 (alta competición) o la comparación del primer ensayo de denominación en L2 (más competición) con el quinto (menor competición) también ofrecen condiciones en las que comparar situaciones en que la inhibición debe actuar en mayor o menor medida. Por tanto, este procedimiento nos permitiría obtener registros de actividad cortical en situaciones en que los procesos son de la misma naturaleza (recuperación de representaciones léxicas) pero que difieren en el

grado de competición e inhibición necesario para llevarlos a cabo. Una ventaja adicional de este procedimiento es que permite obtener estos índices en tres comparaciones diferentes que deberían mostrar patrones corticales similares.

El Experimento 4 tenía como objetivo replicar los resultados conductuales de Levy et al. (2007), pero con la manipulación a priori del nivel de habilidad en L2 de los participantes. El replicar estos resultados era requisito indispensable antes del registro neurofisiológico. Esperábamos encontrar supresión del idioma dominante en el grupo de bajo nivel en el segundo idioma, pero no en el de alto nivel, replicando el estudio realizado en el laboratorio de Levy y otros, para posteriormente explorar si el patrón de actividad cortical era similar al encontrado en otras tareas que requieren también control ejecutivo.

### *Método*

*Participantes.*- 36 estudiantes de la Universidad de Granada participaron a cambio de créditos en asignaturas del Departamento de Psicología Experimental. Se dividieron en dos grupos en función de las puntuaciones obtenidas en el *Quick Placement Test* de inglés (Oxford University Press, 2004). Aquellos que puntuaban por debajo de 60 eran asignados al grupo de menor nivel en el segundo idioma y los que puntuaban por encima, al de alto nivel (ver Apéndice 2). En total 15 participantes conformaban el grupo de bajo nivel y 15 el de alto. Seis participantes habían sido excluidos previamente de los análisis por haber obtenido una puntuación inferior a 40 en esta prueba.

*Diseño.*- Se trata de un diseño mixto 2 x 2 x 2 con la variable *nivel de L2* manipulada entre grupos y las variables *idioma* y *número de ensayos de denominación*, intraparticipantes. Dividimos a los

participantes en grupos de alto y bajo nivel en su segundo idioma. Los niveles de variable idioma fueron inglés (L2) y español (L1) y el número de ensayos de denominación eran 1 ó 5.

*Materiales.*- Se seleccionaron 38 dibujos de la base normalizada de Snodgrass y Vanderwart (1980) tratando de igualar la frecuencia léxica de los estímulos en ambos idiomas: en inglés según la base de Kucera y Francis (1967) y en español según Alameda y Cuetos (1995). Dado que el corpus de palabras sobre la que ambas normas se establecen difiere (1.000.000 y 2.000.000 de palabras respectivamente), se hizo una corrección de las puntuaciones para hacerlas equivalentes (ver Apéndice 3). La frecuencia media de las palabras en español fue de 32.01 ( $D.T.= 49.21$ ) y en inglés de 37.70 ( $D.T.= 67.60$ ). Se excluyeron palabras cognadas, es decir, aquellas cuyas características léxicas y semánticas son similares en ambos idiomas, así como aquellas que en inglés tenían una rima similar a las palabras en español escogidas para la fase de recuperación. De este modo nos aseguramos de que las claves en la prueba fueran únicas para cada palabra. Seis palabras fueron destinadas a la fase de práctica en la tarea de denominación para que los participantes se familiarizasen con la misma y se habituasen a la asignación de un color determinado a cada idioma. Para evitar efecto de primacía y recencia, así como la presentación consecutiva del mismo estímulo, se introdujeron cuatro ítems de relleno. Los 28 estímulos restantes se contrabalancearon para cada una de las cuatro condiciones experimentales: dos niveles de ensayos de denominación (1 y 5) y dos niveles correspondientes al idioma (español vs inglés).

La fase de recuperación con clave de rima se componía de 32 palabras en español que rimaban con la traducción en español de aquellas presentadas a lo largo de la fase anterior. Se hizo una preselección y se confeccionó un cuestionario para escoger aquellos

sustantivos que produjesen como primera rima las palabras experimentales.

*Procedimiento.-*

*Quick Placement Test* La prueba de inglés objetiva se presentaba en formato electrónico. Se trata de una prueba que se adapta al nivel de inglés del usuario, seleccionando preguntas progresivamente más fáciles o difíciles en función del rendimiento hasta la identificación del nivel de competencia. Está compuesta por tres tipos de ítems, todos ellos con respuesta de alternativa múltiple. Evalúa el nivel de lectura, escucha, vocabulario y gramática. Los participantes recibían las instrucciones y los textos de forma auditiva a través de auriculares. Se les iba informando de los ejercicios que les quedaba para terminar la prueba.

*Fase de repaso.* Antes de presentar los dibujos para su denominación, se realizaba una fase de repaso en que se presentaban todos los dibujos que aparecían a lo largo del experimento con su nombre correspondiente en inglés. La finalidad de esta primera lista era recordar a los participantes la palabra usada en inglés para denominar el dibujo. Cada dibujo y su nombre permanecían en la pantalla durante 4000 ms. Esta fase fue idéntica a la utilizada por Levy y colaboradores (2007).

*Fase de denominación de dibujos.* Durante la fase de denominación se presentaban los dibujos durante 4000 ms. y los participantes debían nombrarlos en inglés o español en función del color del trazo. La asignación de un color a cada idioma se contrabalanceó y la presentación fue aleatoria. La mitad de los dibujos aparecían en azul y la otra mitad en rojo. De cada uno de estos grupos, siete estímulos aparecían cinco veces y otros siete sólo una vez para ser denominados. El color del dibujo era el mismo en cada aparición. Una llave vocal recogía las respuestas y el experimentador

las codificaba como correctas o incorrectas. Sólo se registraban como correctos aquellos nombres presentados durante la fase de repaso.

*Fase de recuperación con clave fonológica* La fase final consistía en una tarea de recuperación con clave fonológica. Se presentaban 32 palabras en español, cuatro de ellas de relleno, durante 4000 ms., como prueba fonológica independiente. Se pedía a los participantes que recuperasen, en español, de las palabras aparecidas anteriormente, aquella que rimase con la clave. Al igual que en la fase anterior, una llave vocal recogía la respuesta y el experimentador la registraba como correcta o incorrecta. La Figura 8 muestra un esquema de la tarea completa.

#### FASE DE DENOMINACIÓN BILINGÜE

#### RECUPERACIÓN

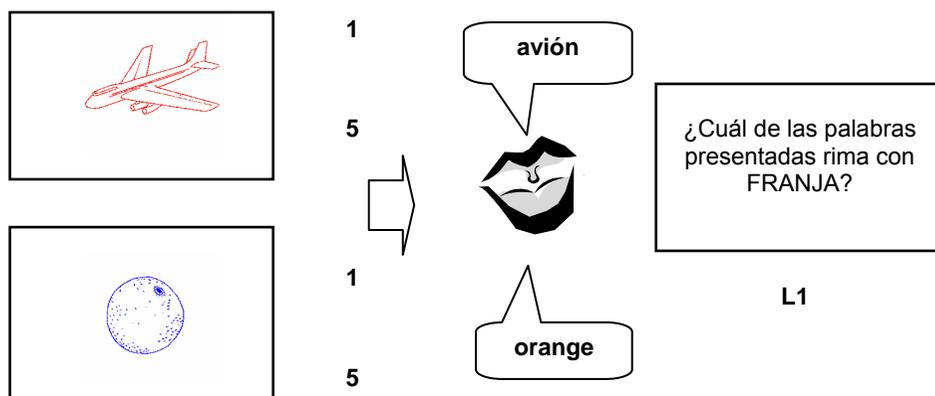


Figura 8 Esquema de la tarea de denominación de dibujos en dos idiomas del Experimento 4. Durante la fase de denominación (izqda.) los dibujos podían o no repetirse, siempre para su denominación en el mismo idioma. A la derecha, fase de recuperación con clave fonológica, realizada íntegramente en L1.

### Resultados

Los análisis se realizaron sobre el porcentaje de palabras recordadas durante la fase de recuerdo final. Para ello se promediaron

los porcentajes de recuerdo de cada participante en cada condición y se introdujeron en un ANOVA mixto 2 x 2 x 2 con nivel de L2 entre grupos e idioma y número de ensayos de denominación, intraparticipantes. Se excluyeron de los análisis aquellos dibujos nombrados erróneamente o no nombrados durante la fase de denominación. El índice de denominación correcta para las palabras denominadas fue de 94.87 y 88.82% para los grupos de alto y bajo nivel respectivamente ( $D.T._{alto} = 4.05$  y  $D.T._{bajo} = 7.34$ ).

La Tabla 6 muestra los porcentajes de recuerdo medio en la fase final y las desviaciones típicas para cada una de las condiciones del experimento.

Tabla 6. Porcentajes de acierto y desviaciones típicas correspondientes a la fase de recuperación con clave en el Experimento 4 para las cuatro condiciones. Arriba aparece el idioma en que fueron practicados los dibujos durante la fase de denominación: L1 corresponde al idioma español y L2 al inglés.

| Idioma                  | L1       |           |          |           | L2       |           |          |           |
|-------------------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|
|                         | 1        |           | 5        |           | 1        |           | 5        |           |
| Ensayos de denominación | <i>M</i> | <i>DT</i> | <i>M</i> | <i>DT</i> | <i>M</i> | <i>DT</i> | <i>M</i> | <i>DT</i> |
| Alto nivel en L2        | 47.62    | 23.95     | 60.00    | 21.05     | 50.00    | 22.09     | 57.49    | 16.86     |
| Bajo nivel en L2        | 34.29    | 30.92     | 60.95    | 16.79     | 58.40    | 29.28     | 38.86    | 21.01     |

Los resultados del análisis de varianza indicaron que los efectos principales del grupo, idioma o número de ensayos de denominación no eran significativos, con  $F(1, 28) = 1.96$ ,  $MCE = 447.78$ ,  $p = .17$ ;  $F(1, 28) = 0.01$ ,  $MCE = 316.99$ ,  $p = .94$  y  $F(1, 28) = 16200$ ,  $MCE = 904.41$ ,  $p = .21$ , respectivamente. Sin embargo, sí fue significativa la interacción de idioma x repetición,  $F(1, 28) = 10.30$ ,  $MCE = 493.85$ ,  $p < .01$ , y la interacción de las tres variables nivel de L2, idioma y número de ensayos de denominación,  $F(1, 28) = 6.79$ ,

$MCe = 493.85$ ,  $p = .01$ . Para explorar esta interacción realizamos análisis por separado para cada uno de los grupos.

El análisis para el grupo de bajo nivel en el segundo idioma (ver Figura 9a) mostró que los efectos principales de idioma y número de ensayos de denominación, no fueron significativos,  $F_s < 1$ , aunque sí era significativa su interacción,  $F(1, 14) = 26.15$ ,  $MCe = 319.32$ ,  $p < .01$ . Cuando los participantes habían nombrado en inglés (L2), denominar cinco veces producía un peor recuerdo que producir una vez,  $F(1, 14) = 3.67$ ,  $MCe = 783.15$ ,  $p = .07$ , lo que era marginalmente significativo. Sin embargo, cuando nombraban en español (L1) denominar cinco veces llegaban a un mejor recuerdo que nombrar sólo una vez,  $F(1, 14) = 9.70$ ,  $MCe = 589.89$ ,  $p < .01$ .

Por el contrario, el análisis para el grupo de alto nivel (ver Figura 9b, no sólo mostraba que no hubo efectos de idioma, ( $F < 1$ ), o número de ensayos de denominación,  $F(1, 14) = 1.96$ ,  $MCe = 755.11$ ,  $p = .18$ , significativos, sino que además la interacción tampoco fue significativa,  $F(1, 14) = .13$ ,  $MCe = 668.39$ ,  $p = .72$ , de forma que, a pesar de ser mejor el recuerdo en ambos idiomas cuando se denominaba cinco veces, ni para L1 ni para L2 resultaron significativas las diferencias,  $F(1, 28) = 1.49$ ,  $MCe = 770.65$ ,  $p = .24$  y  $F(1, 28) = 0.65$ ,  $MCe = 652.84$ ,  $p = .44$ , respectivamente.

## Discusión

Nuestro Experimento 4 replica los resultados obtenidos por Levy et al. (2007), manipulando a priori el nivel de habilidad en L2 de los participantes. Los resultados indican que la competición existente entre el léxico de dos idiomas se soluciona, al menos en parte, a través de procesos inhibitorios. Esto convierte este paradigma en un instrumento útil para el estudio de los mecanismos neurológicos subyacentes a la inhibición.

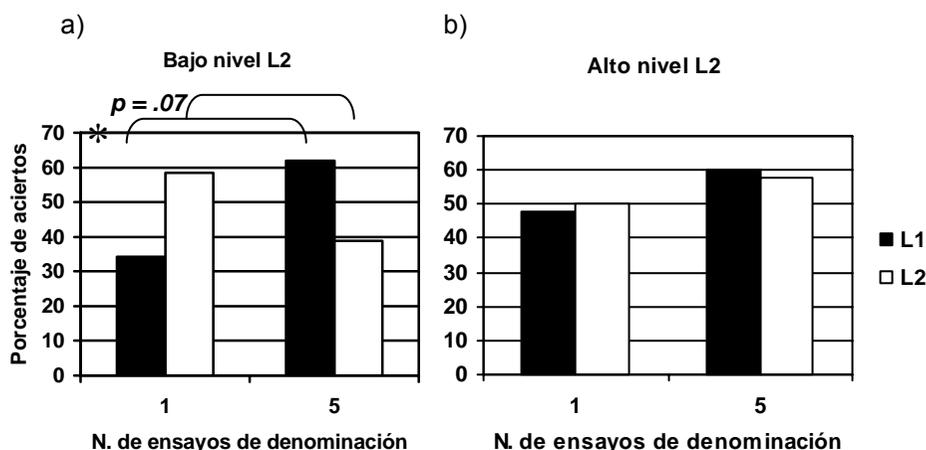


Figura 9 Porcentaje de aciertos en la prueba con clave fonológica el Experimento 4. En la figura de la izquierda (a) se representan los resultados para el grupo de bajo nivel L2 y en la figura de la derecha (b), los correspondientes al grupo de alto nivel en L2.

Observamos que para el grupo de bajo nivel en L2, el recuerdo de los dibujos producidos repetidamente en L2 es significativamente inferior a los producidos una sola vez en este idioma. Para el grupo de alto nivel, sin embargo, el patrón es el mismo para ambos idiomas y la repetición no tiene efecto. Los resultados del grupo de bajo nivel se explican porque existe fuerte competición entre idiomas (i.e. el nombre en L1 se activará con fuerza en los participantes de menor nivel en L2) la producción repetida del léxico en L2 da lugar a la inhibición de la representación léxica en L1 para solventar la interferencia. Estos resultados entrarían dentro de una explicación en términos de procesos inhibitorios.

Dado que los dos grupos practican L1 y L2 el mismo número de veces, el hecho de que el deterioro en el recuerdo de L1 con la repetición ocurra sólo en el grupo de menor nivel muestra que la inhibición depende del grado de interferencia. Cuando la competición entre las representaciones léxicas de ambos idiomas es inferior, como ocurre en participantes en que las representaciones léxica de L1 y L2 están equilibradas en fuerza (participantes de alto nivel), no se hace

necesaria la intervención de procesos de inhibición activos, y el efecto de olvido no aparece.

Es importante señalar que la reducción en el recuerdo con las repeticiones que mostró el grupo de bajo nivel, se ha obtenido a través de una prueba con clave independiente, lo que nos permite excluir una explicación del efecto en términos de bloqueo e interferencia asociativa.

Los resultados de este experimento tienen también importancia para las teorías psicolingüísticas sobre los procesos de selección léxica de las personas bilingües (Levy et al., 2007), y volveremos sobre ellas en el apartado de Discusión General. En este momento sólo queremos resaltar la idoneidad de la tarea para estudiar el patrón de actividad cortical mediante registros y análisis de ERPs ya que ofrece situaciones a comparar en que el material y tareas son similares pero que varían en la necesidad de activar procesos de carácter inhibitorio.

## Experimento 5

El objetivo del Experimento 5 es obtener índices de la actividad cortical que se produce durante la actuación de procesos inhibitorios. Como mencionamos, los resultados del Experimento 3 apoyan que la inhibición que subyace al efecto OIR es de carácter controlado, ya que la presentación simultánea durante la fase de práctica de una tarea que también requiere procesos de control ejecutivo impide la actuación de la inhibición. En el Experimento 5 pretendemos mostrar que el patrón de activación cortical asociado a la inhibición en el procedimiento de práctica en la denominación del Experimento 4, es similar al que se produce en otras situaciones y tareas que también requieren la inhibición controlada de información y/o respuestas irrelevantes.

Como vimos en el Experimento 4, la producción de unidades léxicas de un idioma en fase de aprendizaje, parece activar e inhibir el léxico dominante. Esta inhibición sólo se produciría en situaciones de competición, de modo que los bilingües avanzados experimentan menos competición y no muestran el efecto de deterioro en el recuerdo posterior que produce el proceso inhibitorio (ver también Levy et al., 2007). En el Experimento 4 observamos que el olvido de las unidades léxicas en L1 aparecía en una prueba de recuerdo en que utilizamos una clave independiente, y, por tanto, que a la base del olvido aparecido en este experimento se encuentran mecanismos de inhibición y no de interferencia o bloqueo. Además, el procedimiento utilizado en el Experimento 4 ofrece condiciones apropiadas para utilizar como línea base con las que comparar condiciones en que se activaría la inhibición.

Como se comentó, varias comparaciones nos podrían mostrar el patrón de actividad cortical asociada a la inhibición: 1) El registro electrofisiológico durante la producción de L2 en el primer ensayo de presentación de un dibujo debería mostrar la actividad neural asociada a la inhibición al compararlo a la producción en L1 en el primer ensayo de denominación en L1. Para denominar en L2 es necesario inhibir las representaciones léxicas, más fuertes, del L1, lo que no es necesario cuando la denominación es en L1. Estas diferencias deben aparecer en los bilingües de menor nivel donde la fuerza relativa de los dos idiomas es diferente; 2) por ello, el primer ensayo de denominación en L2 debe estar asociado a la inhibición en sujetos de bajo nivel de L2 y la comparación con los participantes de alto nivel en esta condición también nos servirá de línea base con la que evaluar la actuación de los procesos inhibitorios; 3) la comparación del primer ensayo de denominación en L2 para los participantes de bajo nivel con el quinto ensayo de denominación en L2 para este mismo grupo también nos mostrará las diferencias en la activación cortical como consecuencia

de la inhibición. En el primer ensayo de denominación en L2 la competición de L1 debe ser grande y por tanto la necesidad de inhibición. A medida que la inhibición actúa a lo largo de los ensayos sobre la representación léxica en L1, ésta debe estar menos activa en el último ensayo y producir menos competición, lo que llevará asociada una menor necesidad de inhibición. Dado que en la investigación sobre atención se ha asociado la inhibición cognitiva al componente N200 y que la investigación relacionada con tareas lingüísticas que requieren control ejecutivo suelen mostrar este mismo componente aunque algo tardío (entre 300 y 400 ms; Christoffels et al., 2007), era en este rango en el que esperábamos encontrar la actividad relacionada con el proceso de inhibición. Como se ha comentado, nuestras predicciones apuntaban a que sería el primer ensayo de denominación en L2 para el grupo de bajo nivel el que mostraría el índice más claro de inhibición ya que constituye la situación de competición máxima.

### *Método*

*Participantes.*- Participaron en el experimento 32 estudiantes de la Universidad de Granada. 16 de ellos eran estudiantes de la facultad de Psicología y recibían créditos experimentales válidos para cualquier asignatura del área de Básica del departamento de Psicología Experimental y Fisiología del comportamiento. Los 16 restantes eran alumnos de las facultades de Filología Inglesa y Traducción e Interpretación de la Universidad de Granada y participaban a cambio de una compensación económica. Ninguno de ellos había participado en el experimento anterior. Se separaron en dos grupos de distinto nivel en la L2 a partir de las puntuaciones obtenidas en el *Quick Placement Test*, tal y como se hizo en el experimento anterior.

*Diseño.*-Se trata de un diseño mixto 2 x 3 x 2 x 3 con la variable nivel de inglés (Alto y Bajo nivel) manipulada entre grupos y las variables área craneal (Prefrontal, Frontocentral y Central), idioma (Inglés, Español) y número de ensayos de denominación (1, 2-3, 4-5), intra participantes. Difiere del empleado en el experimento anterior únicamente en la inclusión de la variable área como factor intra-participante y como variable dependiente la amplitud media de onda. Así mismo, el número de ensayos de denominación se colapsó en tres niveles para el análisis electrofisiológico, lo que será detallado más adelante.

*Materiales.*- Se empleó el mismo material que en el Experimento 4.

*Procedimiento.*-Las modificaciones introducidas con respecto al anterior experimento se realizaron para su adaptación al registro de ERPs, y afectaron fundamentalmente a la fase de denominación de dibujos:

*Fase de denominación de dibujos* Como en el Experimento 4, cada ensayo de denominación comenzaba con la presentación de un punto de fijación con una duración de 1000 ms.; posteriormente aparecía el dibujo durante 2500 ms. A diferencia de éste, los participantes no debían responder de forma inmediata, sino esperar hasta que aparecía una señal de interrogación en la pantalla que les indicaba que debían dar su respuesta, 4 segundos post-estímulo. El objetivo de introducir esta demora era permitir el registro de los potenciales corticales sin los posibles artefactos debidos a los movimientos asociados a la producción oral. Otros estudios de denominación de dibujos y obtención de ERPs han utilizado también este procedimiento y han mostrado su idoneidad para controlar los artefactos provocados por la emisión de las palabras (Eulitz, Hauk y Cohen, 2000). Tras esta secuencia, se presentaba una pantalla en

blanco durante 500 ms. que permitía la estabilización de la señal neurofisiológica tras la producción vocal de la respuesta.

*Fase de recuperación con clave fonológica* No hubo cambios en relación al Experimento 4.

Al contrario que en el experimento anterior, en ninguna de las dos fases se registraron las respuestas con llave vocal por cuestiones metodológicas: La señal de la llave vocal provocaba demoras en el procesamiento de los estímulos por parte del equipo de registro neurofisiológico. Esto podía dar lugar a una asincronía de la recepción del estímulo y la señal neurofisiológica relacionada con éste.

#### *Registro y análisis electrofisiológicos*

El registro electrofisiológico se tomó de 64 canales a través de electrodos montados en un casco elástico de acuerdo con el sistema de localización internacional 10/20. Además de estos 64 electrodos, se colocaron cuatro para el registro y posterior rechazo de artefactos relacionados con parpadeos y movimientos horizontales de los ojos; dos electrodos más recogían la actividad correspondiente a los mastoides como referencia a posteriori. La señal fue amplificada (Amplificadores Synamps, Neuroscan, Herndon, VA) con un filtro de paso de banda de 1-30 Hz., y digitalizada con una frecuencia de muestreo de 500 Hz. Se mantuvieron las impedancias de los electrodos por debajo de 5k $\Omega$ . Una vez realizado el registro, se utilizó un filtro de las frecuencias entre -150 y 150, y se corrigieron los movimientos oculares horizontales y verticales. Se inspeccionó visualmente el registro de cada participante y se rechazaron aquellos ensayos que presentaban artefactos. El número mínimo de ensayos libre de artefactos para incluir a los participantes en el análisis fue de ocho ensayos por condición. En los casos en que hubo menos ensayos en alguna condición, se eliminó al participante del análisis.

Para el análisis posterior, se promediaron épocas de 2000 ms., incluyendo 100 ms. pre-estímulo, en torno a los estímulos objetivo para cada condición. Debido a que el número de ensayos por condición (Idioma x Número de Ensayos de Denominación) no era muy elevado (siete ensayos), colapsamos para el análisis los datos de los ensayos de denominación del siguiente modo: a) el primer ensayo de denominación para cada idioma, independientemente de la condición de repetición a la que perteneciesen (condición de práctica 1); b) los ensayos 2 y 3 para cada idioma pertenecientes a los estímulos que se repetían (condición de práctica 2); y c) los ensayos 4 y 5 para cada idioma pertenecientes a los estímulos que se repetían (condición de práctica 3). De esta forma, para cada una de las seis condiciones resultantes (tres por cada idioma) podía haber 14 ensayos para los análisis electrofisiológicos.

En el experimento había dos efectos que se pueden considerar índices de inhibición. El primero de ellos implicaba la comparación del ensayo en que se supone mayor necesidad de inhibición, es decir, el primer ensayo de denominación en L2, con el primer ensayo de denominación en L1. El segundo de ellos implicaba a comparación entre el primer ensayo de denominación en L2 (donde habría más interferencia y por tanto más inhibición) con los sucesivos. Este segundo índice nos permitía también comprobar los cambios en relación con la inhibición a través de las repeticiones. Esperábamos que, en consonancia con los datos comportamentales del experimento anterior, el grupo de bajo nivel de L2 mostrase diferencias entre estas condiciones y que desapareciesen para el grupo de alto nivel, donde la necesidad de supresión de la L1 es menor.

### Resultados comportamentales

Para analizar el porcentaje de aciertos en el test de recuerdo final, se promedió el porcentaje de respuestas correctas por participante en cada condición y se introdujo en el análisis de varianza con el nivel de L2 como variable entre grupo y el idioma (L1 vs. L2) y el número de ensayos de denominación (uno vs cinco) como variables intraparticipantes. La Tabla 7 muestra las medias y desviaciones típicas para cada una de las condiciones del Experimento 5.

Tabla 7. Porcentajes de acierto y desviaciones típicas correspondientes a la fase de recuperación con clave en el Experimento 5 para las cuatro condiciones. Arriba aparece el idioma en que fueron practicados los dibujos durante la fase de denominación: L1 corresponde al idioma español y L2 al inglés.

| Idioma                  | L1    |       |       |       | L2    |       |       |       |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                         | 1     |       | 5     |       | 1     |       | 5     |       |
| Ensayos de denominación | M     | DT    | M     | DT    | M     | DT    | M     | DT    |
| Alto nivel de L2        | 42.13 | 21.19 | 52.56 | 24.46 | 46.34 | 27.23 | 54.91 | 16.91 |
| Bajo nivel de L2        | 38.60 | 19.80 | 50.60 | 24.39 | 51.13 | 31.20 | 35.14 | 19.16 |

Los resultados del análisis mostraron que los efectos principales del nivel de inglés, idioma y número de ensayos de denominación no fueron significativos ( $F_s < 1$ ). Sin embargo, al igual que en el Experimento 4 la interacción de las variables idioma y número de ensayos de denominación, así como la interacción nivel de inglés, idioma y número de ensayos, resultaron significativas,  $F(1, 26) = 5.74$ ,  $MCE = 270.14$ ,  $p = .02$  y  $F(1, 26) = 4.40$ ,  $MCE = 270.14$ ,  $p = .04$  respectivamente.

Para examinar las interacciones entre variables realizamos Análisis de Varianza con el idioma x número de ensayos de

denominación para cada uno de los grupos por separado. En el grupo de bajo nivel de L2, (ver Figura 11a) los efectos principales de idioma, de denominación y número de ensayos de denominación no fueron significativos ( $F_s < 1$ ), sin embargo la interacción idioma x número de denominaciones sí lo fue,  $F(1, 14) = 12.71$ ,  $MCE = 231.15$ ,  $p < .01$ . Esta interacción indicaba que el recuerdo de los ítems era significativamente mejor cuando el dibujo había sido denominado una vez frente a cinco en el segundo idioma,  $F(1, 14) = 4.75$ ,  $MCE = 0.04$ ,  $p = 403.43$ . Para el L1, sin embargo, la tendencia era la opuesta: Los dibujos denominados cinco veces eran recuperados en mayor proporción que los denominados una sola vez, aunque la comparación resultaba sólo marginalmente significativa,  $F(1, 14) = 3.48$ ,  $MCE = 310.09$ ,  $p = .08$ . La comparación de L1 y L2 en cada una de las condiciones de número de ensayos de denominación mostró que no había diferencias significativas entre producir en L1 y L2 cuando sólo había un ensayo de denominación,  $F(1, 14) = 2.93$ ,  $MCE = 401.70$ ,  $p = .11$ . Sin embargo, cuando se denominaban cinco veces, los estímulos en L1 se recuperaban significativamente en mayor proporción que los estímulos en L2,  $F(1, 14) = 6.63$ ,  $MCE = 270.24$ ,  $p = .02$ .

El análisis de varianza realizado para los participantes del grupo de alto nivel de L2 (ver Figura 11b) mostró que no fueron significativos el efecto de idioma ( $F < 1$ ), ni el número de denominaciones  $F(1, 12) = 1.24$ ,  $MCE = 946.10$ ,  $p = .29$ . Tampoco fue significativa la interacción entre los dos factores ( $F < 1$ ) indicando que el porcentaje de recuerdo fue similar independientemente del número de ensayos de denominación en L2 e independientemente del idioma.

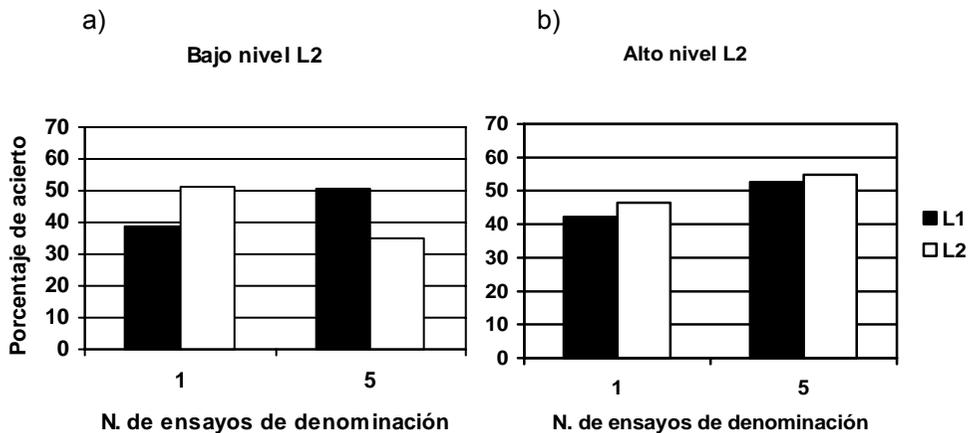


Figura 11. Porcentaje de aciertos en la prueba de recuperación con clave fonológica en el Experimento 5. En la figura de la izquierda (a) se representan los resultados para el grupo de bajo nivel L2 y en la figura de la derecha (b), los correspondientes al grupo de alto nivel en L2.

Este patrón de resultados para cada uno de los grupos de nivel en el segundo idioma, replica lo hallado en el experimento anterior.

### *Resultados electrofisiológicos*

Los análisis de los componentes ERPs se realizaron sobre el registro EEG realizado en la fase de denominación. Nótese que, mientras para los datos conductuales los datos de interés son los obtenidos en la fase final de test, ya que muestran el resultado de la inhibición, el registro EEG de interés es el obtenido durante la fase de denominación pues nos permite captar la actividad cortical en el momento en que la inhibición debe actuar. Por ello, los análisis se realizaron sobre la amplitud media de onda para dos ventanas temporales a partir de la presentación de los dibujos en la fase de denominación. Las ventanas temporales se seleccionaron, en primer lugar, por razones teóricas. Ya que estábamos interesados en captar diferencias en el componente N200 asociado a la inhibición y en el N400 asociado a la mayor o menor dificultad al acceder a la

representación léxico/semántica de las palabras, se seleccionaron ventanas temporales que pudieran captar estos componentes. En segundo lugar, seleccionamos estas ventanas temporales por razones empíricas: Realizamos un cuidadoso examen visual de las condiciones que debían producir mayor inhibición (primer ensayo de repetición en L2 para los participantes de bajo nivel de L2), y este análisis mostró diferencias alrededor de 300-350 ms, y posteriormente alrededor de 475-525 ms. En las Figuras 12 y 13 aparecen los ERPs promedio para los grupos de bajo y alto nivel de L2 respectivamente, correspondientes a la situación de mayor competición (el primer ensayo de denominación para cada idioma). Se observa el patrón típico de ERPs relacionado con la presentación visual de los estímulos hallado en otros estudios de denominación de dibujos (Christoffels et al., 2007; Misra, Guo, Bobb, y Kroll, 2007): una negatividad temprana a 100 ms. de la presentación del dibujo seguida de un P200. Inmediatamente después aparece una negatividad para la condición L2 que puede corresponder al N200, lo que a menudo se ha asociado a procesos inhibitorios (e.g. Jackson et al., 2001; Nieuwenhuis et al., 2000; Pfefferbaum, Ford, Weller y Kopell, 1985), comúnmente tardío en tareas lingüísticas (Christoffels et al., 2007) y finalmente una negatividad que podría corresponder al componente N400 (ver Figura 14).

Para el análisis calculamos la amplitud media correspondiente a cada participante en cada condición y se introdujo en el correspondiente análisis de varianza. Como mencionamos más arriba, debido a que el número de ensayos por condición (Idioma x Número de Ensayos de Denominación) no era muy elevado (siete ensayos), para el análisis colapsamos los datos de los ensayos de denominación del siguiente modo (Ensayo 1, Ensayos 2-3 y Ensayos 4-5). Los datos se filtraron según el procedimiento descrito más arriba.

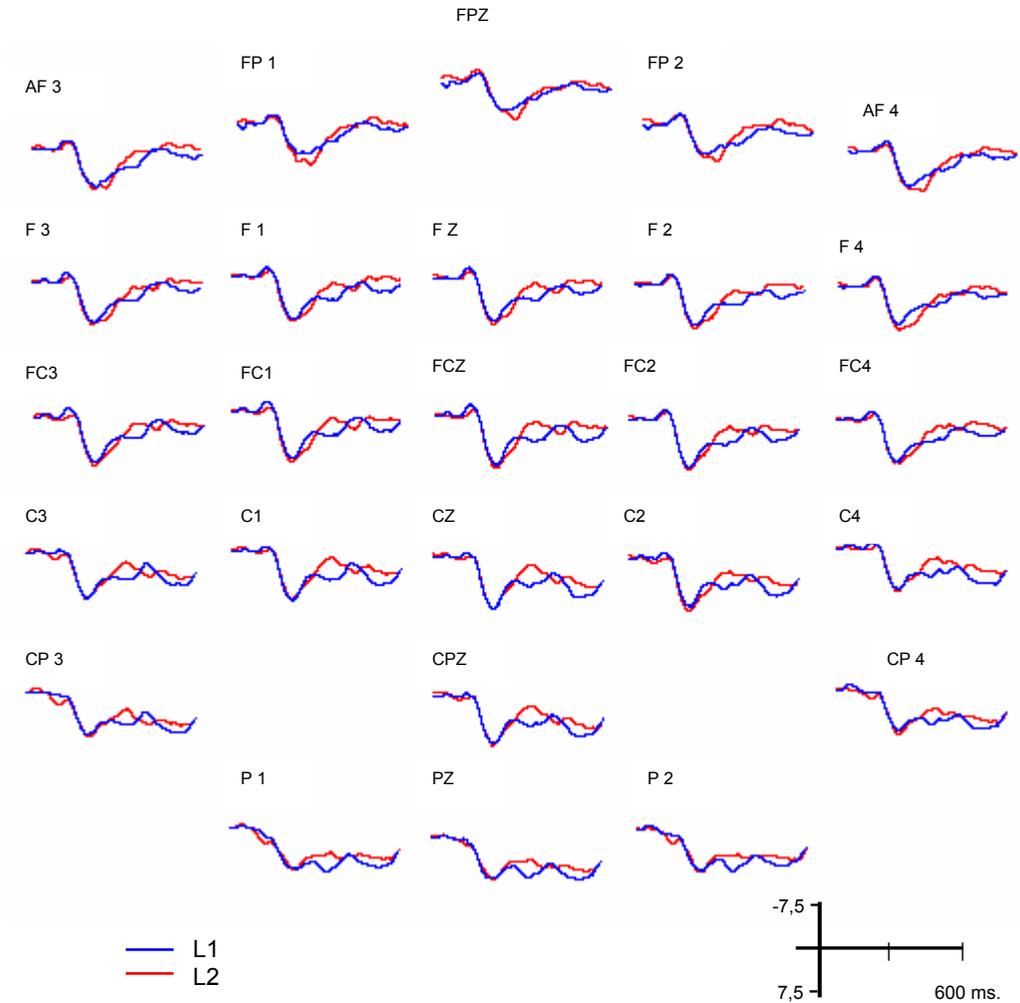


Figura 12. Promedios de los ERPs registrados correspondientes al grupo de bajo nivel de L2 en el Experimento 5. En rojo aparece el ERP promedio para el Ensayo 1 de denominación de dibujos en L2 y en azul el perteneciente al Ensayo 1 de denominación en L1.

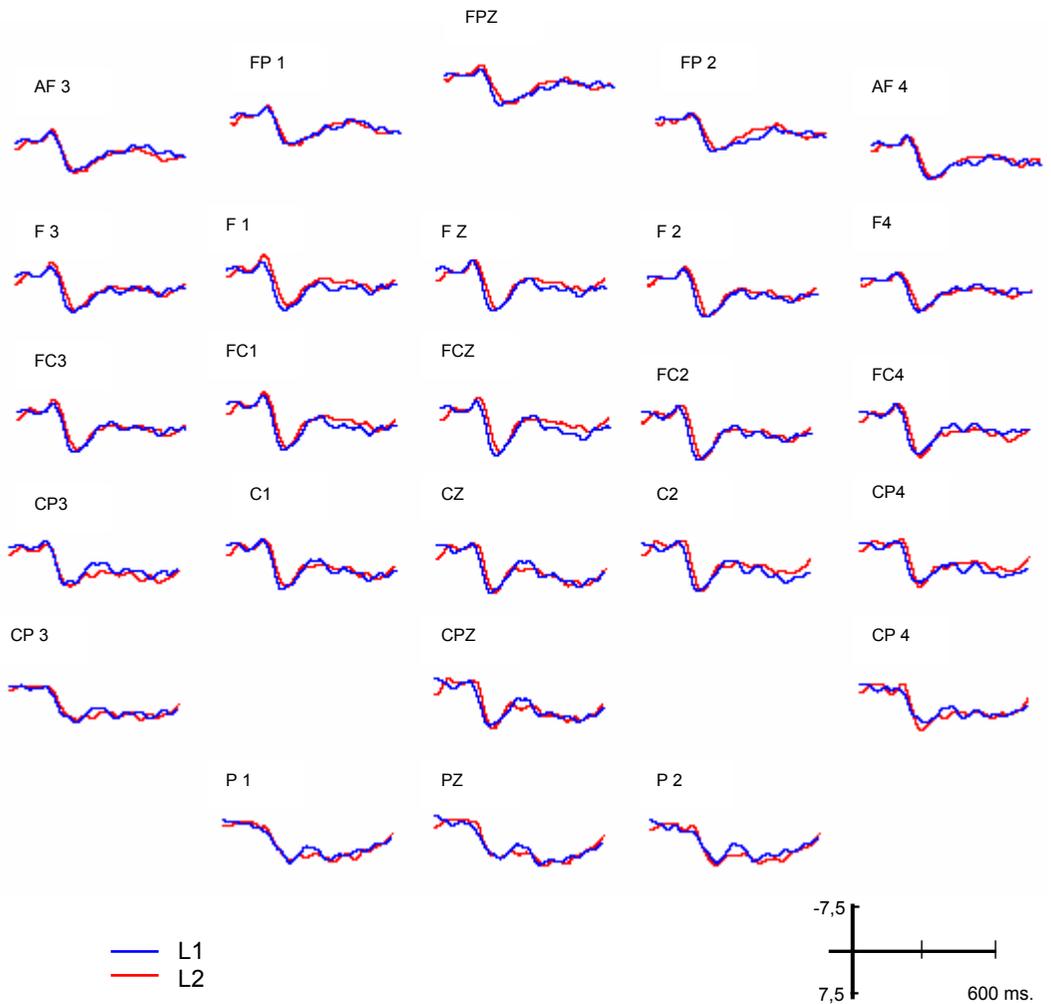


Figura 13. Promedios de los ERPs registrados correspondientes al grupo de alto nivel de L2 en el Experimento 5. En rojo aparece el ERP promedio para el Ensayo 1 de denominación de dibujos en L2 y en azul el perteneciente al Ensayo 1 de denominación en L1.

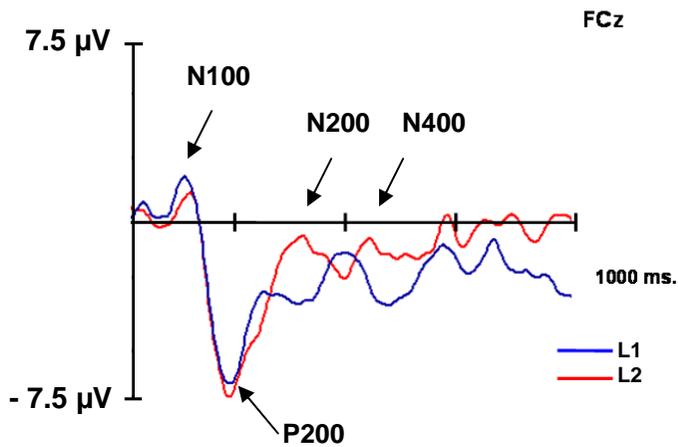


Figura 14. Ondas promedio de los ERPs registrados en el FCz correspondientes al grupo de bajo nivel de L2 en el Experimento 5. En rojo aparece el ERP promedio para el Ensayo 1 de denominación de dibujos en L2 y en azul el perteneciente al Ensayo 1 de denominación en L1.

Para cada una de las ventanas temporales se realizaron, primero, ANOVAs con el nivel de L2, idioma, número de ensayos de denominación y área como variables. La variable área se manipuló a tres niveles: prefrontal (F1, Fp1, Fpz, Fp2, F2), frontocentral (FC3, FC1, FCz, FC2, FC4), y central (C3, C1, Cz, C2, C4), ya que en estas áreas es donde normalmente aparecen los componentes N200 y N400 en que estábamos interesados. Como el análisis general mostró diferencias entre áreas, estos análisis fueron seguidos de análisis separados por áreas y de comparaciones más específicas dirigidas a los puntos de mayor interés teórico. Ya que nuestro interés principal estaba en las comparaciones en que se suponía mayor diferencia en la necesidad de inhibición de competidores, también realizamos las siguientes comparaciones: 1) diferencias entre el primer ensayo de denominación L1 vs. el primer ensayo en L2; 2) diferencias entre el primer ensayo y los últimos en L2. Para todos los análisis con más de un grado de libertad en el numerador, se llevó a cabo una corrección a través del ajuste de Greenhouse-Geisser, para evitar la violación del supuesto de esfericidad.

*Ventana Temporal 300-350*

En el ANOVA general con las variables nivel de L2 (alto vs. bajo), área (prefrontal, frontocentral y central), idioma (L1 vs L2) y número de ensayos de denominación (1, 2-3 y 4-5), encontramos un efecto principal de área,  $F(2, 52) = 10.53$ ,  $MCE = 10.26$ ,  $p < .01$ . Este efecto mostraba que las áreas prefrontales tenían una menor amplitud (más negativa) que las áreas frontocentrales,  $F(1, 26) = 4.16$ ,  $MCE = 9.48$ ,  $p = .05$ , y centrales,  $F(1, 26) = 11.74$ ,  $MCE = 18.28$ ,  $p < .01$ , con medias, de 1.82, 2.51 y 3.42  $\mu V$ . respectivamente. Así mismo, las diferencias entre las áreas frontocentrales y centrales fueron significativas, con mayor negatividad para las primeras,  $F(1, 26) = 23.19$ ,  $MCE = 3.01$ ,  $p < .01$ .

No fueron significativos los efectos principales de nivel de L2, idioma o número de ensayos de denominación ( $F_s < 1$ ). Sin embargo, la interacción de la variable área y número de ensayos de denominación sí fue significativa,  $F(4,104) = 4.58$ ,  $MCE = 1.03$ ,  $p < .01$ , y mostraba una mayor negatividad en el primer ensayo para las áreas anteriores frente a las centrales, con diferencias marginalmente significativas en relación con área prefrontales,  $F(1, 26) = 4.03$ ,  $MCE = 6.51$ ,  $p = .06$  y significativas para la comparación con áreas frontocentrales y  $F(1, 26) = 11.74$ ,  $MCE = 12.45$ ,  $p < .01$  respectivamente, sin que hubiese diferencias entre las dos primeras ( $F < 1$ ). Para los Ensayos 2-3, el área prefrontal presentaba significativamente menor amplitud que el área frontocentral,  $F(1, 26) = 5.12$ ,  $MCE = 5.28$ ,  $p = .03$  y central,  $F(1, 26) = 11.67$ ,  $MCE = 8.43$ ,  $p < .01$ , y a su vez, el área frontocentral presentaba menor amplitud que el área central,  $F(1, 26) = 21.22$ ,  $MCE = 1.05$ ,  $p < .01$ . Por último, en los Ensayos 4-5, al igual que para el intervalo de ensayos anterior, la activación en áreas prefrontales fue más negativa que en áreas frontocentrales,  $F(1, 26) = 6.85$ ,  $MCE = 3.11$ ,  $p = .02$  y centrales,  $F(1,$

26) = 16.11,  $MCe = 6.64$ ,  $p < .01$ , y en las frontocentrales en relación con áreas centrales,  $F(1, 26) = 25.97$ ,  $MCe = 1.26$ ,  $p < .01$ . Ya que este análisis mostraba diferencias entre áreas decidimos explorar el efecto de las variables de interés para cada área a través del cálculo de un ANOVA con las variables de nivel de L2 (alto vs. bajo), idioma (L1 vs L2) y número de ensayos (1 vs 2-3 vs 4-5) para cada una de ellas:

#### *Área prefrontal*

En la Tabla 8 aparecen los valores promedio en  $\mu V$  de las amplitudes de onda para cada una de las condiciones y sus desviaciones típicas correspondientes. Los resultados del ANOVA calculado para esta área con la variable nivel de L2 entre grupos y el idioma y el número de ensayos de denominación intraparticipantes mostraron que no había diferencias significativas en relación con el nivel de L2, con el idioma o el número de ensayos de denominación ( $F_s < 1$ ), pero la interacción del idioma y el número de ensayos de denominación sí fue significativa,  $F(2, 52) = 3.57$ ,  $MCe = 5.72$ ,  $p = .03$ , y reflejaba la presencia de mayor negatividad en los primeros ensayos para L2 frente a la L1, tal y como predecíamos (ver Figura 15). Así, cuando exploramos esta interacción encontramos que en el Ensayo 1, de máxima competición, existían diferencias significativas entre idiomas,  $F(1, 26) = 4.53$ ,  $MCe = 5.01$ ,  $p = .04$ , traducido en una mayor negatividad de onda para L2 frente L1. No hubo diferencias en amplitud de onda entre idiomas para los Ensayos 2-3,  $F(1, 26) = 0.91$ ,  $MCe = 5.11$ ,  $p = .35$  ni para los ensayos 4-5,  $F(1, 26) = 2.28$ ,  $MCe = 6.74$ ,  $p = .14$ .

Tabla 8. Promedios de amplitud de onda ( $\mu\text{V}$ ) y desviaciones típicas correspondientes a la fase de denominación de dibujos en el Experimento 5 para cada una de las condiciones y áreas en la ventana temporal de 300-350 ms.

| Área       | FRONTOCENTRAL |      |      |      |      |      | CENTRAL |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------|---------------|------|------|------|------|------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|            | L1            | L2   | 4-5  | 1    | 2-3  | 4-5  | L1      | L2   | 4-5  | 1    | 2-3  | 4-5  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Idioma     |               |      |      |      |      |      |         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Nº ensayo  | 1             | 2-3  | 4-5  | 1    | 2-3  | 4-5  | 1       | 2-3  | 4-5  | 1    | 2-3  | 4-5  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|            | M             | DT   | M    | DT   | M    | DT   | M       | DT   | M    | DT   | M    | DT   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Alto nivel | 3.06          | 6.21 | 2.08 | 6.23 | 1.05 | 6.45 | 2.55    | 6.25 | 2.61 | 8.17 | 2.59 | 6.79 | 2.85 | 7.37 | 2.79 | 6.48 | 2.67 | 7.09 | 3.15 | 7.24 | 3.88 | 8.53 | 3.45 | 6.77 | 3.72 | 7.34 | 4.11 | 6.25 | 4.27 | 7.19 | 3.85 | 7.14 | 4.90 | 8.20 | 4.54 | 6.61 |
| L2         |               |      |      |      |      |      |         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Bajo nivel | 2.08          | 5.82 | 1.08 | 4.97 | 1.14 | 3.34 | 0.14    | 4.66 | 1.70 | 4.99 | 1.76 | 3.88 | 2.49 | 6.00 | 2.12 | 5.54 | 1.99 | 3.82 | 0.15 | 4.84 | 2.53 | 5.33 | 1.91 | 4.00 | 3.72 | 5.80 | 2.87 | 5.49 | 2.85 | 4.14 | 0.81 | 4.80 | 3.09 | 5.38 | 2.70 | 4.19 |
| L2         |               |      |      |      |      |      |         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

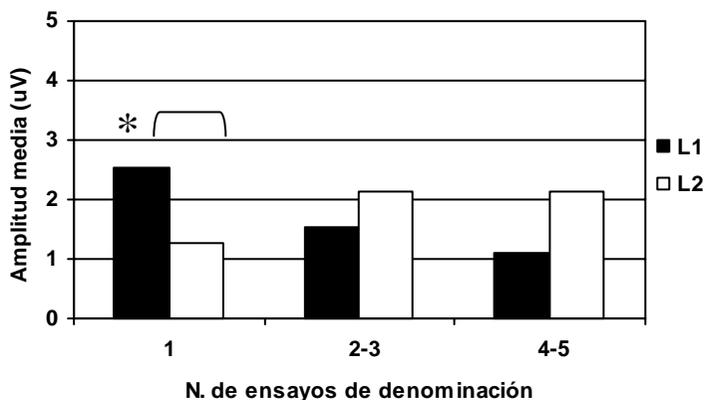


Figura 15. Interacción del idioma y el número de ensayos de denominación para el área prefrontal en la ventana temporal de 300-350 ms. en el Experimento 5.

#### *Área frontocentral*

Para esta área (véase Tabla 8), el ANOVA con la variable nivel de L2, idioma y número de ensayo de denominación, no arrojó efectos principales significativos del nivel de L2,  $F(1, 26) = 0.35$ ,  $MCE = 194.40$ ,  $p = .56$ , idioma,  $F(1, 26) = 0.09$ ,  $MCE = 7.23$ ,  $p = .92$  ni el número de ensayos de denominación  $F(2, 52) = 1.26$ ,  $MCE = 5.33$ ,  $p = .29$ . La interacción del nivel de L2 y el idioma era marginalmente significativa,  $F(1, 26) = 2.92$ ,  $MCE = 7.23$ ,  $p = .09$ . Como se puede ver en la Figura 16, esta interacción se debe fundamentalmente a que la amplitud media en la denominación era mayor en los ensayos de L1 que en los ensayos de L2 para los participantes de bajo nivel de L2, mientras que para los participantes de alto nivel el patrón era el opuesto, es decir la amplitud era mayor para L2 que para L1. Así, aunque las diferencias entre L1 y L2 no llegaron a la significación para ninguno de los dos grupos ( $p < .05$ ), el patrón cualitativamente diferente para ambos parece indicar que están actuando procesos diferentes cuando los dos grupos tienen que nombrar en su L1 y L2. Las

diferencias entre los dos grupos, dado que son de especial interés teórico, las analizaremos más adelante en mayor profundidad.

### *Área central*

Los resultados del ANOVA realizado en el área central mostraron que no hubo efectos principales significativos del nivel de L2,  $F(1, 26) = 0.45$ ,  $MCE = 190.38$ ,  $p = .45$ , ni del idioma,  $F(1, 26) = 0.25$ ,  $MCE = 7.28$ ,  $p = .62$ , ni del número de ensayos de denominación,  $F(2, 52) = 1.76$ ,  $MCE = 5.99$ ,  $p = .18$ . Tampoco fueron significativas las interacciones del nivel de L2 y el idioma,  $F(1, 26) = 2.09$ ,  $MCE = 7.29$ ,  $p = .16$ , el número de ensayos,  $F(2, 52) = 0.02$ ,  $MCE = 5.99$ ,  $p = .97$ , idioma y número de ensayos,  $F(2, 52) = 1.65$ ,  $MCE = 6.47$ ,  $p = .20$ , ni la de grupo x idioma x número de ensayo  $F(2, 52) = 0.83$ ,  $MCE = 6.47$ ,  $p = .44$ , fueron significativos en esta área.

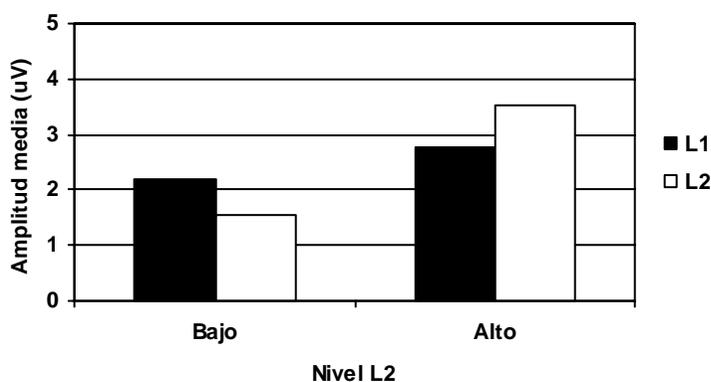


Figura 16. Interacción del nivel de L2 y el idioma para el área frontocentral en la ventana temporal de 300-350 ms en el Experimento 5

En resumen, los análisis realizados por áreas mostraban diferencias entre la denominación en L1 y L2 dependiendo del número de ensayos (área prefrontal) de manera que la amplitud al nombrar en L1 era mayor que al nombrar en L2 pero solo para el primer ensayo de denominación. Por otra parte, la diferencia entre L1 y L2 parecía depender del nivel de L2 de los participantes (área frontocentral), de

manera que estas diferencias aparecían en el grupo de menor nivel y no estaban presentes en el de mayor nivel de L2.

### *Comparaciones de índices inhibitorios*

Tal y como expusimos previamente, dado que los datos comportamentales mostraban que el patrón de resultados era diferente para cada uno de los grupos de nivel de L2 y ya que teníamos predicciones específicas con respecto a ellos, exploramos por separado el patrón de respuesta neurofisiológica relacionado con cada uno de los niveles en L2. Por otra parte, debido a que nuestro interés estaba principalmente en aquellas comparaciones que podían constituir un índice de la actuación de procesos inhibitorios, nos centramos en las diferencias entre idiomas en el primer ensayo de denominación en L2 (en este ensayo se activaría con más fuerza la representación léxica en L1 y por tanto habría más inhibición) y en las diferencias L2 entre el primer ensayo y los ensayos siguientes de denominación (habría más competición en el primer ensayo en L2 ya que en los siguientes al haber actuado ya el proceso inhibitorio, la competición sería menor y, como consecuencia, la inhibición también).

*Diferencias entre L1 y L2 en el primer ensayo de denominación para los grupos de alto y bajo nivel de L2.*

Según nuestras predicciones, el grupo de bajo nivel de L2 debería mostrar una mayor diferencia entre L1 y L2 que el grupo de alto nivel. Esta diferencia sería debida a que los participantes de bajo nivel sufrirían más interferencia de L1 que los de alto nivel, con lo que tendrían más necesidad de inhibir en estos ensayos y con ello mostrar amplitudes más negativas en el registro. Para comprobar esta hipótesis, se realizaron comparaciones planeadas en cada una de las

áreas con la variable grupos (alto y bajo nivel de L2) e idioma (L1 y L2) en el primer ensayo de denominación (ver Figura 17).

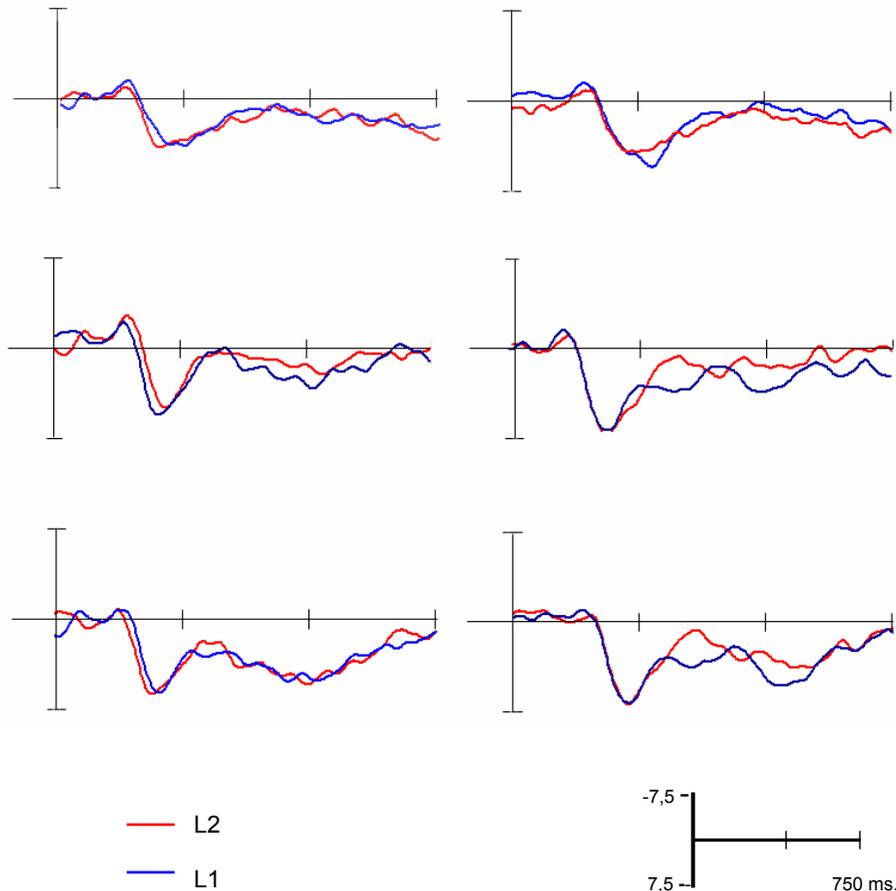


Figura 17. Promedio de las amplitudes de onda correspondientes al L1 y L2 para FPZ, FCZ, y CZ, pertenecientes al área prefrontal, frontocentral y central, respectivamente. En la parte superior (a), las pertenecientes al grupo de bajo nivel de L2. En la parte inferior (b) las pertenecientes al grupo de alto nivel de L2.

Las comparaciones planeadas de los niveles de idioma (L1 vs L2) para cada uno de los grupos de nivel de L2 (ver Figura 18), mostraron diferencias significativas en el grupo de bajo nivel de L2,  $F(1, 14) = 8.19$ ,  $MCE = 13.36.19$ ,  $p < .01$ . Estas diferencias eran significativas en las áreas prefrontales  $F(1, 26) = 4.67$ ,  $MCE = 5.06$ ,  $p$

= .04, frontocentrales,  $F(1, 26) = 7.08$ ,  $MCe = 5.79$ ,  $p = .01$ , y centrales,  $F(1, 14) = 8.50$ ,  $MCe = 5.53$ ,  $p < .01$ .

Para el grupo de alto nivel no aparecían diferencias significativas al comparar L1 vs. L2, ( $F < 1$ ), en ninguna de las tres áreas ( $F_s < 1$ ).

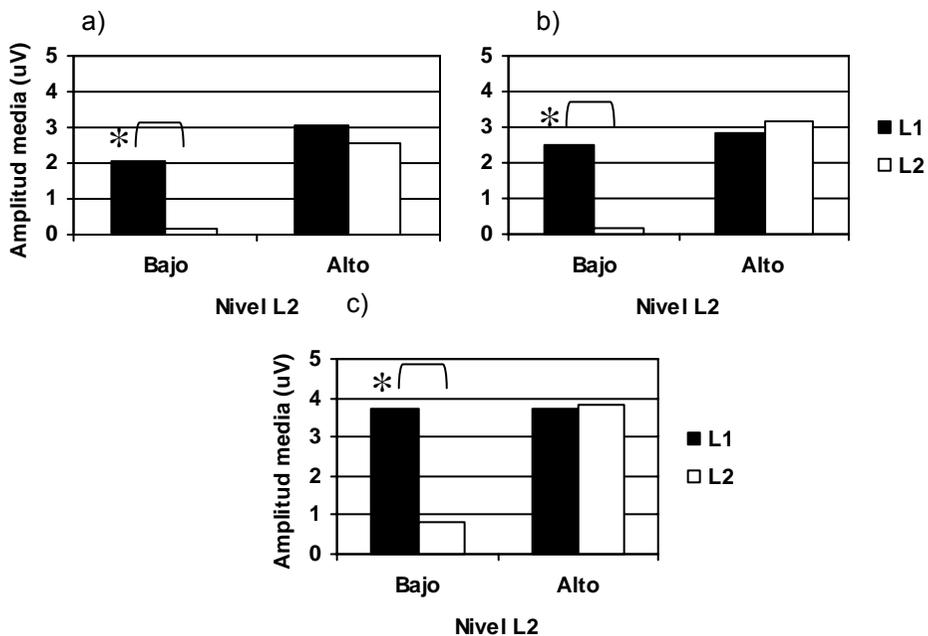


Figura 18. Amplitud media en función del nivel de L2 y el idioma en el primer ensayo de denominación en la ventana temporal de 300-350 ms, para ambos grupos de nivel de L2. Arriba a la izquierda (a) los valores correspondientes al área prefrontal; arriba a la derecha (b) los correspondientes al área frontocentral; y abajo (c) los correspondientes al área central.

*Diferencias entre los primeros y últimos ensayos de denominación en L2 para los participantes de alto y bajo nivel.*

Como indicamos, otra predicción importante era que la diferencia entre los primeros y últimos ensayos de denominación y los últimos ensayos de denominación tenían que ser evidentes para los participantes de bajo nivel de L2 y que estos efectos no deberían

aparecer para los participantes de alto nivel. La Figura 19 muestra los ERPs correspondientes a esta comparación.

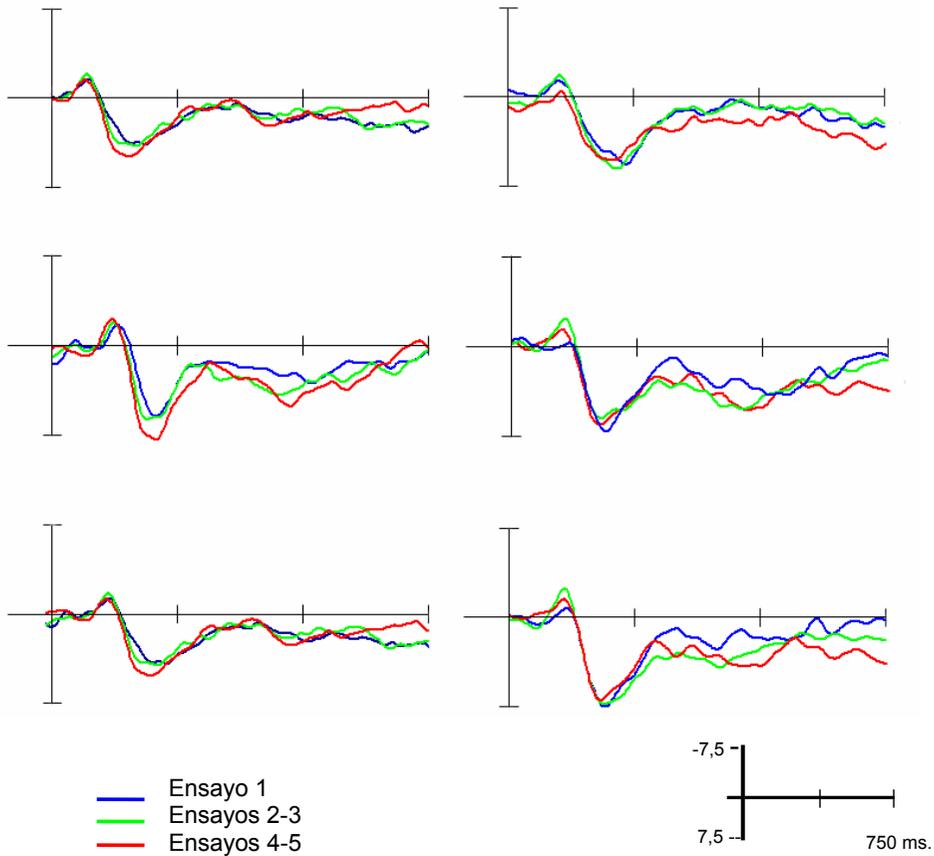


Figura 19. Comparación de ondas promedio correspondientes a los Ensayos 1, 2-3 y 4-5 en L2 para FPZ, FCZ, y CZ, pertenecientes al área prefrontal, frontocentral y central, respectivamente. En la parte superior, las pertenecientes al grupo de bajo nivel en L2. En la parte inferior las pertenecientes al grupo de alto nivel en L2.

Los resultados de las comparaciones planeadas mostraron que el efecto del número de ensayos de denominación era significativo para el grupo de bajo nivel,  $F(1, 26) = 4.78$ ,  $MCE = 13.77$ ,  $p = .03$ . Este efecto aparecía en las áreas frontales  $F(1, 26) = 5.15$ ,  $MCE = 4.53$ ,  $p = .03$  y centrales  $F(1, 26) = 4.57$ ,  $MCE = 5.85$ ,  $p = .04$ , y cercana a la significación en las áreas prefrontales,  $F(1, 26) = 2.43$ ,  $MCE = 6.82$ ,  $p = .13$

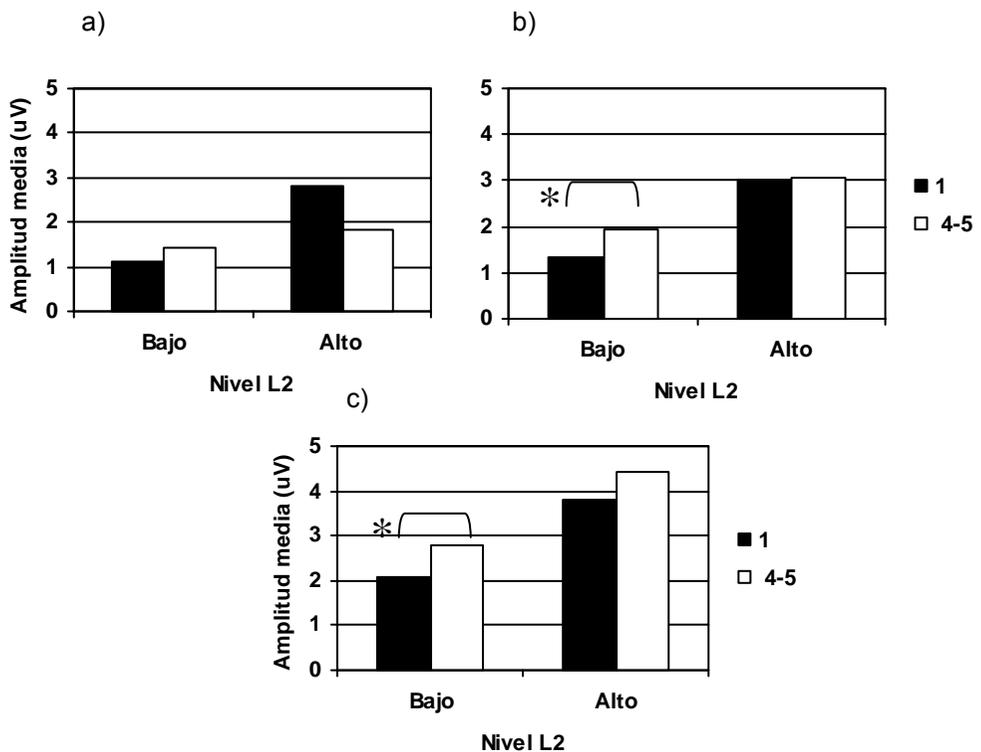


Figura 20. Amplitud media en función del nivel de L2 y el número de ensayos de denominación en la ventana temporal de 300-350 ms. A la izquierda (a) los valores correspondientes al área prefrontal; en el centro (b) los correspondientes al área frontocentral y a la derecha (c) los correspondientes al área central.

Sin embargo, tal y como esperábamos, el número de ensayos de denominación no fue significativo para el grupo de alto nivel,  $F(1, 26) < 1$ . Este efecto no estaba presente en ninguna de las áreas con todas las  $F_s < 1$  (Fig. 20).

En resumen, los análisis realizados en la ventana temporal 300-350 mostraban diferencias en el patrón de actividad cortical de los grupos, de manera que el grupo de bajo nivel mostraba diferencias en amplitud entre L1 y L2 (menor amplitud/más negativa para L2), y número de ensayo (menor amplitud/más negativa para el primer ensayo), mientras que el grupo de alto nivel no mostraba estas diferencias.

*Ventana Temporal 475-525*

Al igual que en la ventana temporal temprana, realizamos primero un ANOVA global con las variables nivel de L2, área, idioma y número de ensayos de denominación. En este análisis fue significativo el efecto principal de área,  $F(2, 52) = 19.27$ ,  $MCe = 21.99$ ,  $p < .01$ , pero no lo fueron ni el efecto de nivel de L2, idioma ni número de ensayos de denominación ( $Fs < 1$ ).

La interacción del área y el número de ensayos de denominación no alcanzó la significación,  $F(4, 104) = 1.64$ ,  $MCe = 2.77$ ,  $p = .17$ , pero sí era significativa la interacción del idioma con el número de ensayos de denominación,  $F(2, 52) = 3.38$ ,  $MCe = 14.09$ ,  $p = .04$ . Esta interacción se debe a que la diferencia entre idiomas en el Ensayo 1 es significativa,  $F(1, 27) = 4.02$ ,  $MCe = 15.12$ ,  $p = .05$ , lo que no sucede en los Ensayos 2-3 ( $F < 1$ ) ó 4-5 de denominación,  $F(1, 27) = 1.25$ ,  $MCe = 25.91$ ,  $p = .27$ . La interacción del nivel de L2 y la variable idioma y el número de ensayos de denominación fue marginalmente significativa  $F(1, 26) = 2.74$ ,  $MCe = 14.09$ ,  $p = .07$ . Como ya se ha indicado en el apartado anterior, dado que teníamos predicciones en relación con el nivel de L2, el análisis de los patrones para cada uno de estos grupos será explorado más adelante. Del mismo modo que para la ventana temporal anterior, a continuación se detallan los análisis por área tras observar diferencias en la amplitud de ondas entre ellas.

*Área prefrontal*

La Tabla 9 muestra los promedios y desviaciones típicas correspondientes a esta área. El ANOVA calculado con el nivel de L2, idioma y número de ensayos de denominación, mostró un patrón semejante al presente en la ventana temporal temprana. No había efectos principales significativos de nivel de L2,  $F(1, 26) = 1.12$ ,  $MCe =$

98.15,  $p = .30$ , idioma,  $F(1, 26) = 0.08$ ,  $MCe = 10.51$ ,  $p = .78$ , ni del número de ensayos de denominación,  $F(2, 52) = 1.11$ ,  $MCe = 9.46$ ,  $p = .34$ , pero la interacción del idioma y el número de ensayos de denominación sí alcanzó la significación,  $F(2, 52) = 3.61$ ,  $MCe = 5.02$ ,  $p = .03$ . Esta interacción se debía a que el número de ensayos de denominación no tenía efecto significativo cuando el idioma en que se repetía era el L1, ( $F < 1$ ), pero sí era significativa cuando los ensayos de denominación eran en la L2,  $F(2, 54) = 3.42$ ,  $MCe = 7.12$ ,  $p = .04$ . De esta forma, la amplitud era menor en el primer ensayo de denominación en L2 que en los Ensayos 4-5,  $F(1, 27) = 6.29$ ,  $MCe = 6.81$ ,  $p = .02$  (Figura 21), y en los Ensayos 2-3 frente a los 4-5,  $F(1, 26) = 5.92$ ,  $MCe = 5.30$ ,  $p = .02$ , pero no hubo diferencias en amplitud entre el ensayo 1 y 2-3,  $F(1, 26) = 0.08$ ,  $MCe = 8.51$ ,  $p = .78$ .

### *Área frontocentral*

El ANOVA realizado con los valores correspondientes al área frontocentral (ver Tabla 9) con el nivel de L2, el idioma y el número de ensayos de denominación como variables, no arrojó diferencias significativas en relación con el nivel de L2,  $F(1, 26) = 2.16$ ,  $MCe = 147.30$ ,  $p = .15$ , el idioma,  $F(1, 26) = 0.09$ ,  $MCe = 6.67$ ,  $p = .77$ , ni el número de ensayos  $F(1, 26) = 0.84$ ,  $MCe = 8.40$ ,  $p = .44$ . No hubo tampoco interacciones significativas, aunque la interacción entre el idioma y el número de ensayos, así como la interacción de segundo orden del nivel de L2, idioma y número de ensayos, fueron marginalmente significativas, con  $F(2, 52) = 2.68$ ,  $MCe = 5.13$ ,  $p = .07$ , y  $F(2, 52) = 0.09$ ,  $MCe = 5.13$ ,  $p = .07$ , respectivamente.

Tabla 9. Promedios de amplitud de onda ( $\mu\text{V}$ ) y desviaciones típicas correspondientes a la fase de denominación de dibujos en el Experimento 5 para cada una de las condiciones y áreas en la ventana temporal de 475-525 ms.

| Area          |           | PREFRONTAL |      |      |      |      |      | FRONTOCENTRAL |      |      |      |      |      | CENTRAL |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------|-----------|------------|------|------|------|------|------|---------------|------|------|------|------|------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Idioma        | Nº ensayo | L1         | L2   | L1   | L2   | L1   | L2   | L1            | L2   | L1   | L2   | L1   | L2   | L1      | L2   | L1   | L2   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|               | 1         | 2-3        | 4-5  | 1    | 2-3  | 4-5  | 1    | 2-3           | 4-5  | 1    | 2-3  | 4-5  | 1    | 2-3     | 4-5  | 1    | 2-3  | 4-5  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| M             | DT        | M          | DT   | M    | DT   | M    | DT   | M             | DT   | M    | DT   | M    | DT   | M       | DT   | M    | DT   | M    | DT   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Alto nivel L2 | 3.03      | 5.85       | 1.66 | 3.80 | 1.58 | 4.52 | 2.74 | 4.34          | 1.66 | 4.49 | 4.04 | 5.28 | 4.92 | 6.56    | 3.94 | 5.26 | 3.50 | 4.95 | 4.39 | 4.85 | 3.47 | 5.62 | 5.69 | 5.97 | 6.59 | 6.92 | 6.44 | 6.48 | 5.47 | 6.33 | 6.26 | 5.31 | 5.55 | 6.49 | 8.04 | 6.70 |
| Bajo nivel L2 | 0.99      | 5.88       | 0.84 | 5.33 | 1.33 | 3.47 | 0.61 | 5.29          | 0.91 | 4.95 | 1.53 | 3.37 | 1.81 | 6.23    | 1.39 | 4.96 | 2.43 | 4.56 | 0.06 | 6.07 | 2.03 | 5.64 | 1.75 | 4.87 | 3.86 | 7.39 | 3.09 | 5.95 | 3.93 | 6.30 | 1.59 | 6.82 | 3.84 | 7.01 | 3.07 | 5.53 |

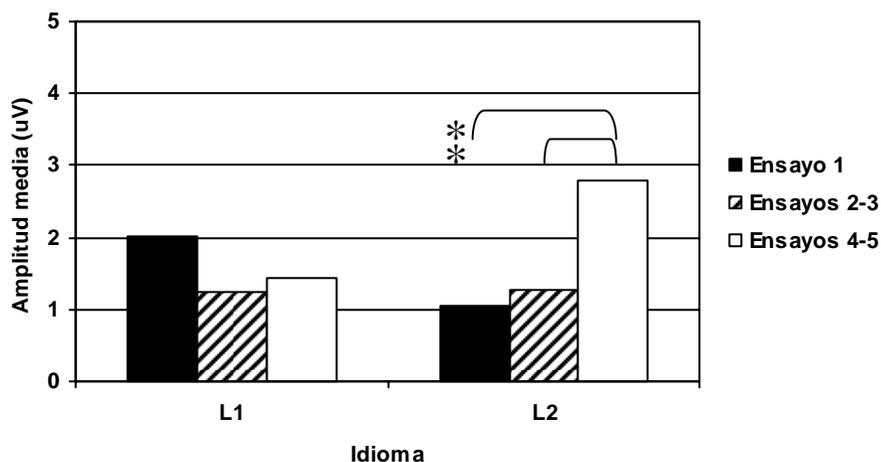


Figura 21. Interacción del idioma y el número de ensayos de denominación para el área prefrontal en la ventana temporal de 475-525 en el Experimento 5.

Para examinar esta interacción, realizamos sendos ANOVAs para cada uno de los grupos de nivel en L2 con las variables idioma (L1 vs L2) y número de ensayos de denominación (1 vs 2-3 vs 4-5). Para el grupo de bajo nivel en L2, no hubo efectos principales de idioma,  $F(1, 14) = 1.23$ ,  $MCE = 7.53$ ,  $p = .29$ , ni número de ensayo ( $F < 1$ ), y la interacción quedó cercana a la significación,  $F(2, 28) = 2.77$ ,  $MCE = 4.26$ ,  $p = .07$ , (ver Figura 22a) de forma que en el primer ensayo, la amplitud en L2 era menor que en L1,  $F(1, 14) = 5.07$ ,  $MCE = 5.19$ ,  $p = .04$ , lo que no sucedía para los Ensayos 2-3,  $F(1, 14) = 1.24$ ,  $MCE = 2.44$ ,  $p = .28$ , ni 4-5, ( $F < 1$ ). Por otro lado, para el grupo de alto nivel en L2, el ANOVA que incluía las variables idioma y número de ensayos de denominación, no mostró efectos principales significativos de idioma, ( $F < 1$ ) o número de ensayos de denominación,  $F(1, 24) = 1.74$ ,  $MCE = 4.26$ ,  $p = .19$ . La interacción no alcanzó la significación estadística,  $F(1, 24) = 2.55$ ,  $MCE = 6.13$ ,  $p > .05$  (Figura 22b).

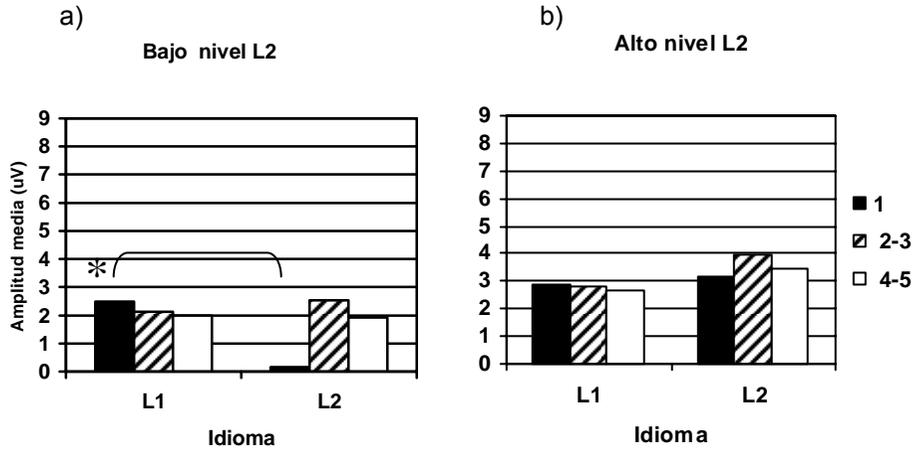


Figura 22. Interacción del idioma y el número de ensayos de denominación para el área frontocentral en la ventana temporal de 475-525 ms. A la izquierda (a), las amplitudes medias correspondientes al grupo de bajo nivel de L2 y a la derecha (b) los valores correspondientes al grupo de alto nivel.

### Área central

El ANOVA realizado en el área central mostró que los efectos principales no eran significativos ( $F_s < 1$ ). Sin embargo, la interacción idioma x el número de ensayos de denominación fue marginalmente significativa,  $F(1, 27) = 2.79$ ,  $MCE = 5.89$ ,  $p < .07$ , de manera que existían diferencias significativas entre idiomas en el Ensayo 1,  $F(1, 27) = 4.55$ ,  $MCE = 4.80$ ,  $p < .04$ , pero no en los restantes ensayos de denominación ( $F < 1$ ).

La interacción del nivel de L2, el idioma y el número de ensayos también fue significativa,  $F(1, 52) = 3.99$ ,  $MCE = 5.89$ ,  $p = .02$  (ver Figura 23). Análisis por separado para cada idioma mostraron que las diferencias en amplitud para el número de ensayos era significativa para el grupo de bajo nivel,  $F(1, 28) = 3.22$ ,  $MCE = 5.34$ ,  $p = .05$ , así como para el de alto nivel  $F(1, 28) = 3.42$ ,  $MCE = 6.53$ ,  $p = .05$ . En el apartado destinado al análisis de los patrones de los grupos de distinto nivel de L2, exploraremos detenidamente estos resultados.

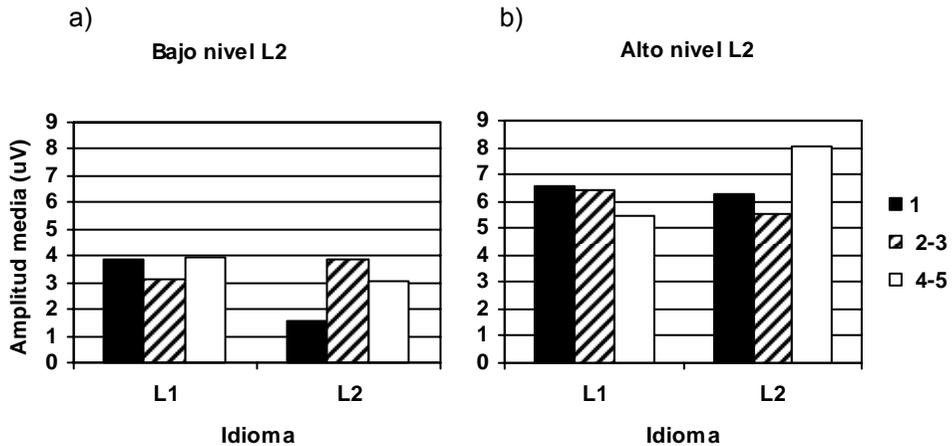


Figura 23. Interacción del idioma x número de ensayos de denominación para el área central en la ventana de 475-525. A la izquierda (a) los valores para el grupo de bajo nivel en L2 y a la dcha.(b) para el de alto nivel.

*Comparaciones de índices de interferencia para los grupos de alto y bajo nivel de L2.*

*Diferencias entre L1 y L2 en el primer ensayo de denominación para los grupos de alto y bajo nivel de L2.*

Del mismo modo que en la ventana temporal temprana, calculamos comparaciones planeadas de los niveles de idioma (L1 vs. L2) para el primer ensayo de denominación en cada uno de los grupos. Nuestras predicciones eran que en este primer ensayo los participantes de alto nivel en L2 mostrarían menos diferencias en la denominación de L1 y L2 que los de bajo nivel. Más específicamente esperábamos que los participantes de menor nivel sufrieran mayor grado de interferencia de L1 cuando nombraban en L2 y por tanto le resultase más difícil. Esto se vería reflejado en amplitudes de onda más negativas (N400) para L2 en este grupo. Como en la ventana más temprana hicimos análisis para cada área por separado (en la

Figura 19 aparecen las ondas promedio para estas comparaciones en ambos grupos)

Las comparaciones planeadas para cada uno de los grupos de nivel, arrojaron diferencias significativas para el grupo con menor nivel de L2,  $F(1, 26) = 5.24$ ,  $MCe = 15.17$ ,  $p = .03$ , que aparecían en las áreas frontocentral,  $F(1, 26) = 5.24$ ,  $MCe = 4.74$ ,  $p = .03$ , y central,  $F(1, 26) = 10.04$ ,  $MCe = 3.86$ ,  $p < .01$ , pero no en el área prefrontal,  $F(1, 26) = 1.82$ ,  $MCe = 9.18$ ,  $p = .19$ . Para el grupo de alto nivel de L2, estas diferencias no eran significativas ( $F < 1$ ), lo que era cierto para cada una las áreas ( $F < 1$ ).

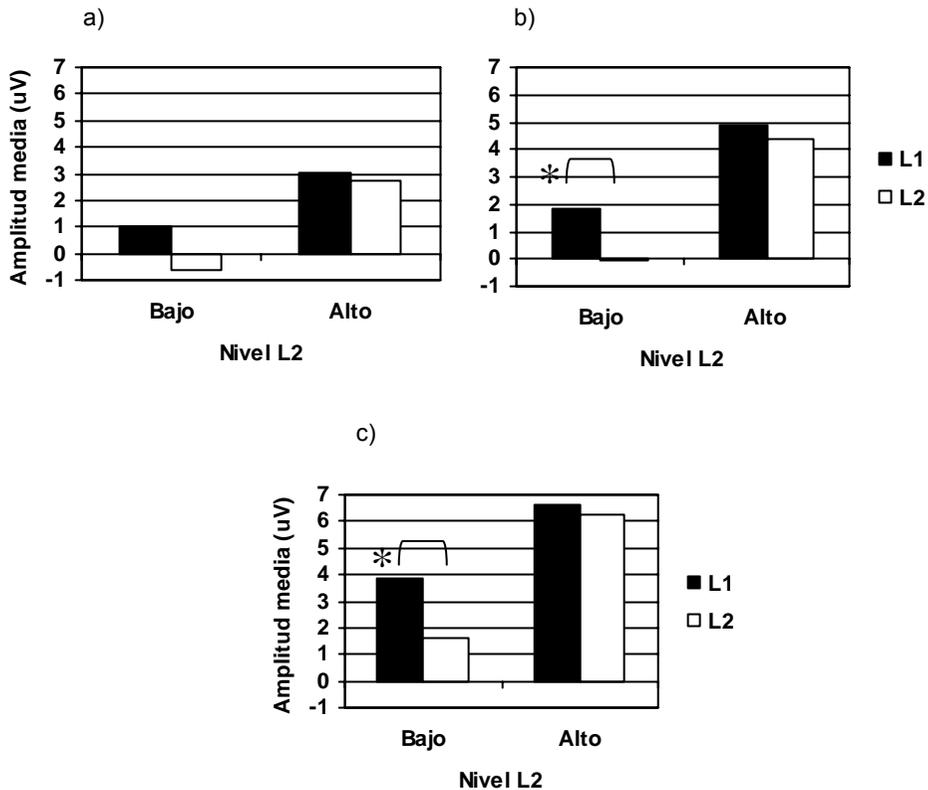


Figura 24. Amplitud media en función del nivel de L2 y el idioma en la ventana temporal de 475-525 ms. A la izquierda (a) los valores correspondientes al área prefrontal, a la derecha (b) los correspondientes al área frontocentral y abajo (c) los correspondientes al área central.

En resumen, las diferencias esperadas entre los grupos apareció en las áreas frontocentrales y centrales, de manera que los ensayos de denominación en L2 eran más negativos que los de L1 aunque sólo para el grupo de menor nivel. Como indicamos, creemos que esta mayor negatividad se corresponde con el componente N400 e indica una mayor dificultad al acceder a las representaciones léxicas en L2 debido a la mayor interferencia de L1.

*Diferencias entre los primeros y últimos ensayos de denominación en L2 para los participantes de alto y bajo nivel.*

Los resultados de las comparaciones planeadas mostraron que el efecto de número de ensayos de denominación era significativa para el grupo de bajo nivel en L2,  $F(1, 26) = 4.32$ ,  $MCe = 17.34$ ,  $p = .04$ ., y este efecto aparecía en las áreas prefrontales  $F(1, 26) = 4.25$ ,  $MCe = 20.72$ ,  $p = .04$ , y frontocentrales,  $F(1, 26) = 4.20$ ,  $MCe = 5.90$ ,  $p = .05$ , y no era significativa en las áreas centrales,  $F(1, 26) = 2.90$ ,  $MCe = 5.68$ ,  $p = .10$  (Figura 25).

Sin embargo, tal y como esperábamos el número de repeticiones no alcanzó la significación para el grupo de alto nivel,  $F(1, 26) = 2.15$ ,  $MCe = 17, 34$ ,  $p = .15$ . y no lo hizo para ninguna de las áreas ( $p > .05$ ). En la Figura 19 aparecen las ondas promedio para estas comparaciones en ambos grupos En resumen, los resultados de esta segunda ventana temporal que nosotros hemos identificado con el componente N400 muestran mayor negatividad cuando nombran en L2 que cuando lo hacen en L1 y en los primeros ensayos de denominación en este idioma que en los últimos. Esta mayor negatividad aparecía para los participantes de menor nivel en L2 y no era significativa para los participantes de alto nivel. Nosotros pensamos que esta mayor negatividad está asociada a la mayor dificultad que los participantes experimentan en la denominación en

L2, especialmente en el primer ensayo, debido a la mayor interferencia de la L1 cuando nombran en L2.

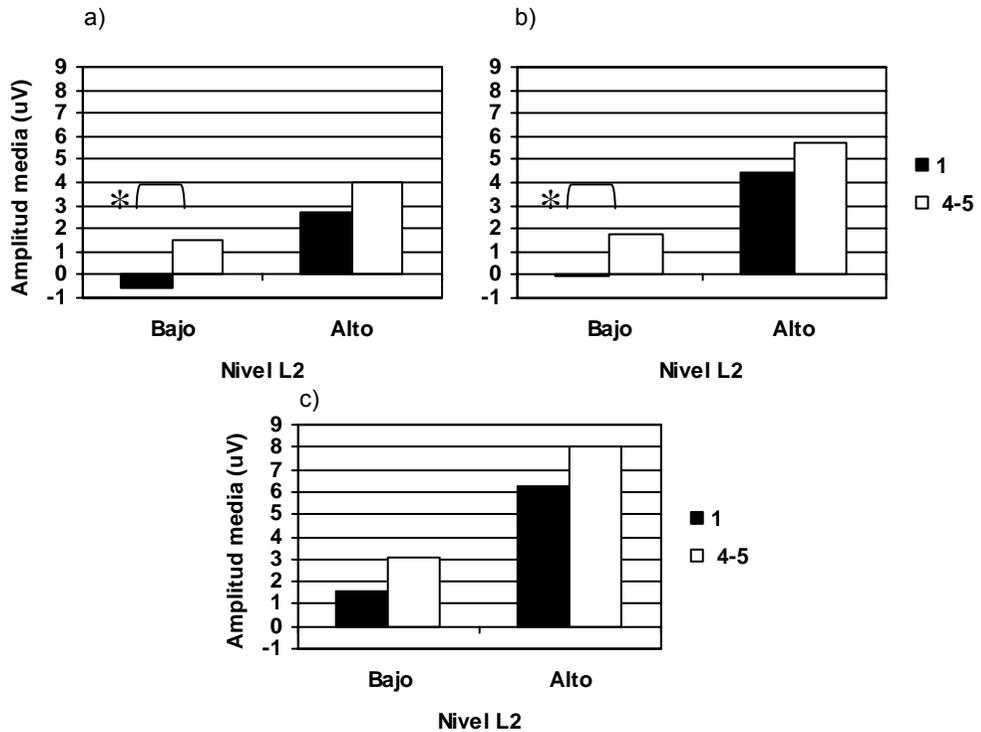


Figura 25. Amplitud media en función del nivel de L2 y el número de ensayos de denominación en la ventana temporal de 475-525 ms. A la izquierda (a) los valores correspondientes al área prefrontal; en el centro (b) los correspondientes al área frontocentral y a la derecha (c) los correspondientes al área central.

### Discusión

Los resultados del Experimento 5 replican y extienden los resultados del experimento anterior. En primer lugar, los datos comportamentales muestran que el grupo de bajo nivel de L2, dependiendo de si la denominación se hace en L1 o en L2, presenta efectos de facilitación o inhibición. Así cuando estos sujetos nombran el dibujo en L1, la repetición produce un aumento en el recuerdo posterior. Sin embargo cuando denominan en L2, la repetición produce una disminución en el porcentaje de recuerdo de la palabra

correspondiente en L1. Los datos de este grupo, como en el Experimento 4, sugieren que al denominar en L2 se activa, no sólo la representación léxica en el idioma en que se quiere nombrar el dibujo, sino también la del primer idioma, y esta representación compite por la selección. La presencia de competición dispara un mecanismo inhibitorio que tiene como consecuencia hacer menos accesibles las representaciones en L1. Por ello, la repetición en L2 hace que el recuerdo posterior de esa palabra en L1 disminuya. La repetición en L1 produce facilitación, ya que, en ausencia de competición de L2, la repetición en el mismo idioma debe hacer más fuerte la representación léxica de L1 e incrementar su probabilidad de ser recuperada. Es interesante que estos resultados, además de ser evidencia de la actuación de mecanismos inhibitorios para reducir la interferencia, también apoyan el supuesto de muchas teorías sobre la selección léxica en bilingüismo que sugieren que los dos idiomas se activan en situaciones que requieren producción en uno; es decir, que las formas fonológicas de ambos idiomas durante la tarea de denominación independientemente de se tenga que producir en sólo uno de ellos (e.g. Costa, Caramazza y Sebastián-Galles, 2000). Una vez activados ambos idiomas, el grupo de bajo nivel en L2 ha de suprimir el léxico dominante para producir en L2, lo que tiene como consecuencia un recuerdo inferior en la fase de prueba para los dibujos denominados en L2 repetidamente cuando tienen que recordarse en L1. Los resultados de este grupo apoyan la perspectiva desde la cual se propone la existencia de un mecanismo de selección del idioma de tipo *no específico*, de forma que cuando los dos idiomas son activados, la selección de la representación apropiada se produce a través de mecanismo de control inhibitorio sobre las representaciones no deseadas (Green, 1998).

Por el contrario, los datos de los sujetos con alto nivel no muestran ni efectos de facilitación ni de inhibición. Denominar dibujos

de forma repetida en L1 o en L2 no produjo ningún efecto en el recuerdo posterior. A medida que se adquieren mayores habilidades en L2, si bien hay activación de éste (como lo demuestra la falta de diferencias en la recuperación final de L2 en relación con el L1 para el grupo de alto nivel), no se precisa su inhibición (Kroll, Bobb, Misra y Guo, en prensa). Estos datos están de acuerdo con la idea de que la inhibición es un proceso dependiente de la competición experimentada entre las representaciones, tal y como comentamos anteriormente (Bajo et al., 2006),

De nuevo, es importante señalar que la reducción en el recuerdo con las repeticiones que mostró el grupo de bajo nivel, se ha obtenido a través de una prueba con clave independiente, lo que nos permite excluir una explicación del efecto en términos de bloqueo e interferencia asociativa.

Los datos neurofisiológicos corroboran lo hallado a nivel comportamental: Es el grupo que experimenta mayor competición entre idiomas (bajo nivel en L2) el que muestra diferencias en los índices considerados de supresión en otros estudios similares (e.g. Christoffels et al., 2007) y en las mismas áreas. En términos generales, parece que la fluctuación temprana (ventana 300-350 ms.), en zonas frontales se asocia a la inhibición de las representaciones de L1 cuando producen interferencia en los ensayos en que la denominación se produce en L2. Esta activación, identificada como N200, se ha observado en otros estudios relacionados no sólo con la inhibición en el ámbito del bilingüismo (Jackson et al., 2001), sino también en el de la atención selectiva (e.g. Bokura, Yamaguchi, y Kobayashi, 2001, Ruge y Naumann, 2006) o las representaciones de memoria (Johansson et al., 2007; Paz-Caballero y Menor, 1999; Paz-Caballero et al., 2004). Este patrón aparece además en áreas conocidas por su relación con procesos ejecutivos, áreas frontales y centrales. Si bien la técnica de ERPs no nos permite extraer

conclusiones sobre la fuente precisa de las fluctuaciones, nuestros resultados coinciden con otros estudios en los que el efecto de supresión hallado en la denominación de dibujos entre idiomas dentro del contexto de la atención, se relaciona con la activación de la CPFDL y la CCA (Rodríguez-Fornells, Van der Lugt, Rotte, Britti, Heinze, Munte, 2005). En dichos estudios se asocia dicha activación directamente con la implicación de procesos de control en las tareas (Rodríguez-Fornells, De Diego Balaguer, y Munte, 2006). Esto es importante, dado que constituye la convergencia de datos procedentes de estudios con tareas de cambio como los ya mencionados (ver Christoffels et al., 2007, Jackson et al., 2001) y estudios de selección de idiomas propiamente (Rodríguez-Fornells et al., 2005, 2006), compartiendo ambos el componente inhibitorio (Abutalebi y Green, 2008). Abutalebi y Green (2007), en una revisión de los trabajos con neuroimagen en este campo afirman no sólo que hay activación de la corteza prefrontal y CCA, sino que, al igual que encontramos en nuestro estudio con el registro de ERPs, a medida que se incrementa la habilidad en L2, la activación frontal decrece. Este tipo de activación se encuentra con el paradigma de práctica en la recuperación (Kuhl et al., 2007) e igualmente se identifica con procesos inhibitorios en el primer caso y de detección de competición en el segundo. En ambos casos, se habla de procesos ejecutivos, lo que apoyaría en nuestro estudio la intervención de mecanismos de control en la intervención de la inhibición no-intencional.

En la segunda ventana temporal, también encontramos una fluctuación asociada al N400 para el grupo de bajo nivel de L2. En la literatura aparece dicho componente en tareas de denominación de dibujos en áreas prefrontales y frontocentrales (Christoffels et al., 2007, Stuss, Picton y Cerri, 1986, Stuss, Sarazin, Leech y Picton, 1983) y también se ha observado con otras tareas en las que ha sido relacionado con el grado de inhibición, como la Stroop, (West y Alain,

1999, 2000). Al igual que sucede con el N200, el N400 se observa en las comparaciones que marcan la situación de máxima competición (i.e. la que requiere mayor grado de supresión): en el grupo de bajo nivel para el primer ensayo de denominación en L2 y a través de las repeticiones en L2. Ninguno de estos dos aspectos es significativo en el grupo de alto nivel de inglés, a pesar de que para éste también se produce activación de L1 durante la producción de L2 como se ha visto antes. La negatividad alrededor de 400 ms. post estímulo ha sido asociada tradicionalmente con el procesamiento de incongruencias semánticas (Kutas y Federmeier, 2000), y se ha observado en cambios de idioma considerándose modulado por el nivel en L2 tal y como observamos en nuestros resultados. Christoffels et al. interpretan la presencia de este componente como relacionado con el procesamiento de conflicto léxico, tal y como se ha visto en estudios monolingües cuando se induce conflicto de tal naturaleza (Koppenhagen, y Schiller, en preparación).

Así pues, como hemos mencionado, la negatividad en zonas fronto-centrales se ha asociado a la intervención de procesos ejecutivos relacionados con inhibición en diversos estudios desde distintas áreas y con distinto material. El hecho de que se reduzca esta negatividad con la repetición en estas áreas podría interpretarse como un descenso progresivo en los requerimientos de inhibición conforme se fortalece el estímulo frente al competidor y, con ello, los requerimientos de recursos controlados asociados a dichas áreas. Podría pensarse también que esta reducción es debida a la disminución en la detección de competición, tal y como han apuntado otros (Kuhl et al., 2007). Investigaciones similares con fMRI en denominación bilingüe de dibujos encuentran activación del córtex prefrontal dorsolateral en el cambio de idioma (Hernández, Martínez y Kohnert, 2000), e igualmente en otros estudios de neuroimagen relacionados con la inhibición en memoria (Anderson et al., 2004). Así

pues, parece que la actividad neural presente en nuestro estudio coincide con la presente para otros paradigmas que la identifican con el proceso inhibitorio y no sólo con la detección de competición.

Por todo ello, los resultados obtenidos ponen la situación de selección de idiomas dentro de los supuestos de la teoría de la selección no específica, ya comentada algunos párrafos atrás, y al control inhibitorio como uno de los mecanismos de selección. Se trataría entonces de un caso en que este mecanismo se activa sobre representaciones de tipo lingüístico, con las mismas propiedades de dependencia de la competición, como lo muestra su modulación por el nivel de L2 y la repetición; la presencia del olvido con la recuperación; así como la independencia de la clave de recuerdo, ponen de manifiesto que la supresión se ejerce sobre la representación en sí y no sobre las asociaciones, como postulan otras teorías no inhibitorias (ver MacLeod et al., 2003). Además, la implicación de áreas frontocentrales sugiere la naturaleza ejecutiva de este mecanismo inhibitorio.

**Capítulo 7.**  
**Discusión general**



## 7. Discusión general

El objetivo principal de este estudio era explorar la naturaleza del mecanismo inhibitorio que subyace al efecto de olvido inducido por la recuperación. Aunque todavía algunos cuestionan la existencia de mecanismos inhibitorios para explicar este efecto (MacLeod et al., 2003; Camp et al., 2007), la mayor parte de los investigadores está de acuerdo con la interpretación inhibitoria ya que un gran número de trabajos muestran su independencia de las claves de recuperación (p.e. Anderson, 2003; Anderson y Spellman 1995; Bajo et al., 2006), y su dependencia de la recuperación y competición (Anderson et al., 1994; (Shivde y Anderson, 2001), o el nivel entre idiomas (Levy et al., 2007). Sin embargo, el consenso es menor en relación con la implicación de recursos de control en la obtención del efecto OIR (ver Anderson, 2007 para una discusión). Esto se debe en parte a que el efecto de inhibición presente en OIR, enmarcado dentro del contexto más amplio de la inhibición cognitiva, ha sido a menudo clasificado como no intencional y de carácter automático (e.g. Lechuga et al., 2006).

Como hemos discutido en otros apartados de este trabajo, existen dos posturas con respecto a la naturaleza del mecanismo inhibitorio que subyace al efecto OIR. Por una parte, M. Anderson (e.g. Anderson 2003; Anderson, 2005; Anderson y Spellman, 1995; Levy y Anderson, 2002) propone que la inhibición presente en OIR constituye un mecanismo similar al existente en otros tipos de

situaciones en que hay que seleccionar información. Este mecanismo de control puede dirigirse a estímulos o respuestas externas, pero también a representaciones internas (como en el caso de OIR).

Por otra parte, hay autores que enfatizan el carácter no-intencional de la inhibición en el paradigma de práctica en la recuperación y, basados en esta característica del procedimiento y en la disociación con otros procedimientos, consideran que el efecto OIR es el resultado de un mecanismo inhibitorio automático similar a la inhibición lateral (Friedman y Miyake, 2004; Hasher et al., 2007; Harnisfeger, 1995; MacLeod, 2007). El objetivo de nuestro trabajo era tratar de esclarecer la naturaleza controlada o automática de la inhibición en OIR. La elección de este efecto sobre otros efectos inhibitorios es importante por su naturaleza no intencional, ya que, si podemos mostrar que este efecto es el resultado de procesos de control ejecutivo, aportaríamos evidencia también a favor de la existencia de un único mecanismo inhibitorio que no depende de la intencionalidad.

Dos han sido las vías que hemos seguido en este trabajo para contrastar estas dos posturas: la utilización de tareas duales y el estudio de la actividad cortical asociada a la inhibición.

### 7.1. INHIBICIÓN NO INTENCIONAL Y TAREAS DUALES

La primera estrategia para estudiar la naturaleza de la inhibición en tareas no intencionales consistió en introducir procedimientos de tarea dual para investigar si el efecto de olvido inducido depende de la cantidad de recursos atencionales disponibles durante el momento de la inhibición. Si la inhibición es controlada debería ser menos eficiente en tareas donde otros procesos controlados tienen que ejecutarse (e.g. Conway et al., 2000; Soriano y Bajo, 2007). Por ello, en los Experimentos 1 a 3 introdujimos una tarea

dual durante la fase de práctica en la recuperación. En los Experimentos 1 y 2 utilizamos una tarea de almacenamiento de dígitos, de forma que los participantes mantenían cuatro (Experimento 1) o cinco (Experimento 2) dígitos en su memoria mientras realizaban la práctica en la recuperación. Al contrario de lo que esperábamos, el efecto OIR en estas condiciones fue equivalente al que se encontraba en la situación estándar, es decir, la magnitud del efecto OIR fue equivalente en la situación de tarea dual y en la situación en que los participantes podían realizar la tarea con todos sus recursos atencionales disponibles. Este patrón de resultados se obtuvo cuando se empleó una tarea de recuerdo libre (Experimento 1), pero también cuando la tarea era de reconocimiento (Experimento 2).

A primera vista, por tanto, estos resultados parecían indicar que la inhibición en el paradigma de práctica en la recuperación no consume recursos atencionales. Sin embargo, también era posible que el efecto OIR se mantuviese porque los recursos necesarios para mantener los dígitos en memoria, no se solapasen con los necesarios para que la inhibición actúe. Los estudios con tareas duales muestran que es necesario que exista solapamiento entre los procesos requeridos por las dos tareas para que realmente demanden los mismos recursos (Kim, Kim y Chun, 2005). Baddeley (1986, 2000) ha mostrado que existe una independencia relativa entre la capacidad de almacenamiento y la capacidad de procesamiento. Por tanto, era posible que mantener una serie de números en memoria demandase capacidad de almacenamiento, pero que no fuese necesaria la implicación procesos ejecutivos. En estas circunstancias, la carga que se hace sobre los recursos de mantenimiento no interferiría con la puesta en marcha del mecanismo inhibitorio, lo que explicaría la preservación del olvido observado en los Experimentos 1 y 2. Por esta razón, en el siguiente experimento introdujimos dos tareas que requerían seleccionar la información que se debía retener ensayo a

ensayo (actualización) o de forma continua (reconocimiento continuo), tareas que consumían recursos de procesamiento en el momento en que la inhibición debía actuar durante la práctica en la recuperación. Ambas tareas concurrentes se han considerado tradicionalmente consumidoras de recursos de control, ya que requieren procesos ejecutivos de seguimiento y control de información (Fernández-Duque et al., 2000; Miyake et al., 2000). Los resultados del Experimento 3 mostraron que la introducción de una tarea concurrente durante la fase de práctica en la recuperación hacía desaparecer el efecto OIR, y ofrecían evidencia de que, como en otros paradigmas de atención (e.g. Crawford et al., 2005) y de memoria (e.g. Conway, Cowan y Bunting, 2001; Anderson et al., en preparación), el efecto OIR es el resultado de un mecanismo de control ejecutivo que depende de la disponibilidad de recursos atencionales.

Desde un punto de vista metodológico, la comparación de los Experimentos 1-2 y 3 también señala que, para aplicar la lógica de las tareas duales como forma de estudiar el carácter controlado de un proceso, es necesario asegurar que las dos tareas inciden en el mismo tipo de recursos (Kim, Kim y Chun, 2005). Así, en nuestros experimentos, cuando la tarea concurrente requería recursos de almacenamiento (Experimentos 1 y 2), no interfería con la actuación de procesos ejecutivos de inhibición y obtuvimos efecto OIR. Sin embargo, cuando la tarea requería procesos ejecutivos de actualización (Experimento 3), los procesos inhibitorios no pudieron actuar y el efecto OIR desapareció. Esta disociación entre distintos tipos de recursos (Baddeley 1996) permite explicar el patrón de resultados de los Experimentos 1 a 3, y ofrece también una posible explicación a los resultados de otros experimentos que tampoco han podido mostrar la dependencia de algunos efectos inhibitorios de la disponibilidad de recursos (Racsmany et al., 2005). Además, los resultados del Experimento 3 son similares a los que se obtienen en

otras tareas inhibitorias de tipo intencional que provienen del campo de la atención (e.g. Crawford et al., 2005) y de la memoria (e.g. Conway et al., 2001; Anderson et al., en preparación), por lo que muestran que la dependencia de recursos atencionales no es exclusiva de la tareas intencionales, y que la intencionalidad y el control no son necesariamente equivalentes. Por tanto, estos resultados son consistentes con la propuesta de un mecanismo común para explicar los efectos de la inhibición en memoria independientemente de la intencionalidad (Conway et al., 2000; Bell y Anderson, 2008) o no-intencionalidad de la tarea. Como se dijo en la introducción, la relación entre inhibición y control también se ha observado en grupos con distinta capacidad de MT tanto en olvido dirigido (Soriano y Bajo, 2007) como en el paradigma think/no-think (Bell y Anderson, en preparación).

Sin embargo, ¿cómo se explican desde esta perspectiva los datos que muestran disociación entre tareas intencionales y no intencionales en pacientes con deterioro de funciones ejecutivas? La existencia de mecanismos inhibitorios independientes se ha apoyado en la literatura que muestra una disminución de los efectos atribuidos a la inhibición en poblaciones con déficit en control ejecutivo como niños (Harnishfeger, Nicholson y Digby, 1993, Harnishfeger y Pope, 1996) o mayores (Kramer et al., 1994; Spieler et al., 1996; West y Alain, 2000; West y Baylis, Crawford et al., 2005, Zellner y Bäuml, 2006) cuando la tarea requiere ignorar información de forma intencional, sin que haya cambios en estos efectos cuando la tarea es de práctica en la recuperación (donde se suprime información de forma no intencional) (Aslan et al., 2007; Ford et al., 2004; Lechuga et al., 2007; Zellner y Bäuml, 2005). Por ejemplo, Conway y Fthenaki (2003) utilizaron la tarea de olvido dirigido y de práctica en la recuperación con pacientes que tenían lesiones en áreas frontales. Los resultados mostraron que estos pacientes tenían preservado el

efecto OIR, mientras que desaparecía el efecto de olvido dirigido. Esta disociación se ha considerado como prueba de la existencia de distintos mecanismos subyacentes a las tareas que requieren inhibición intencional y no-intencional. Sin embargo, la mayor parte de estas investigaciones utilizaron tareas de recuerdo con las mismas claves que se utilizaron durante estudio y práctica en la recuperación. En estas condiciones se produce el problema de costes y beneficios que ya mencionamos en la introducción. De esta forma, si los pacientes frontales tienen deterioro en los procesos inhibitorios, no podrán inhibir los ítems competidores durante la práctica en la recuperación, pero también serán objeto de más interferencia y bloqueo en la tarea de recuerdo final. Así, los efectos que se observan en estos pacientes pueden no ser el resultado de los procesos inhibitorios, sino de su mayor susceptibilidad a la interferencia. En un estudio reciente de nuestro laboratorio (Soriano, Jiménez, Román y Bajo, en revisión), dos grupos de pacientes diagnosticados de esquizofrenia realizaban la tarea de práctica en la recuperación. Con un grupo utilizamos claves dependientes, es decir, las mismas que las empleadas durante la fase de estudio y práctica; y con otro grupo utilizamos claves independientes y específicas. Mientras que el primero mostraba efectos OIR similares a los del grupo control, el grupo que recibía claves independientes no mostró el efecto. Estos resultados dan apoyo a la crítica metodológica que Anderson y Levy (2007) han ofrecido para los estudios que muestran efectos OIR en poblaciones con daños frontales y déficit ejecutivo, y son consistentes con el patrón de resultados que aportamos en esta tesis. En resumen, los datos de los experimentos con tareas duales nos llevan a concluir que el efecto OIR en la tarea de práctica en la recuperación, a pesar de ser no-intencional es el resultado de un proceso inhibitorio de carácter controlado.

## 7.2. ACTIVIDAD CORTICAL ASOCIADA A LA INHIBICIÓN EN EL EFECTO OIR

La segunda estrategia que utilizamos para analizar la naturaleza del mecanismo de inhibición en OIR fue la del estudio de la actividad eléctrica cortical durante la tarea de práctica en la recuperación. Los escasos datos que analizan la actividad cortical en la tarea de práctica en la recuperación con registros EEG y fMRI, muestran la intervención de áreas prefrontales similares a las se activan en tareas de control ejecutivo. Por ejemplo, Johansson et al. (2007) registraron EEG en una tarea de práctica en la recuperación y observaron activación prefrontal que correlacionaba con los efectos inhibitorios OIR de los datos conductuales. Por otro lado, Kuhl y sus colaboradores (2007), en un estudio con fMRI, asociaron la actividad en la CPFDL con estos mismos procesos. Por tanto ambos estudios apoyan la naturaleza controlada de la inhibición en OIR. Sin embargo, existen problemas en ambos para concluir que la activación hallada se debe a procesos puramente inhibitorios, ya que carecen de una línea base apropiada y su condición control se diferenciaba no sólo en la participación de procesos inhibitorios sino también de procesos de recuperación (ver discusión de estos experimentos en pp. 79-80). En los Experimentos 4 y 5 tratamos de confirmar los hallazgos de estos experimentos a nivel neurofisiológico y observar si el patrón de actividad cortical era similar al que se encuentra en otras tareas ejecutivas, pero utilizando comparaciones que realmente nos permitiesen aislar el efecto de inhibición de otros procesos como la recuperación. Esto nos permitiría explorar si existe un sustrato neural común a los efectos inhibitorios observados en distintas áreas.

En nuestros experimentos utilizamos una tarea de denominación de dibujos en dos idiomas (inglés y español) similar a la utilizada por Levy et al. (2006). La lógica era que la recuperación del

nombre en inglés (L2) para hablantes del español provocaría una situación de interferencia alta, ya que los participantes tendrían que suprimir la activación de la palabra en español para poderla producir en inglés. Esta situación de competición no se produciría cuando los participantes tuviesen que producir en su primer idioma ya que el menos dominante provocaría menos interferencia. Por tanto, el nivel de competición dependería de que el idioma que tuviesen que utilizar fuese el L1 o el L2. Además empleamos participantes con distinto nivel de L2 para también variar el nivel de competición, ya que los participantes de bajo nivel sufrirían más interferencia de L1 que los que tuvieran un nivel más alto en L2. Los dibujos se nombraban una sola vez o cinco veces y en el test final los participantes debían recordar las palabras en su L1 con una clave independiente (una palabra que rimaba con una de las presentadas). Esta tarea nos ofrecía la posibilidad de registrar la actividad cortical en el momento en que la inhibición debía producirse, es decir, desde el momento de presentación del dibujo hasta a aparición de la respuesta, y nos permitía realizar varias comparaciones en que la competición variaba y con ella la necesidad de inhibición. Así, debía haber mayor competición al nombrar en L2 que al nombrar en L1, más competición para los participantes con menor habilidad en inglés que para aquellos con mayor habilidad, y menos competición después de cinco ensayos de denominación que después de uno. A pesar de estas variaciones en el nivel de competición/inhibición, todas las condiciones requerían recuperar información de memoria, y por tanto las diferencias entre ellas no podían deberse a la participación o no de los procesos de recuperación. A nivel conductual las consecuencias de la inhibición las captamos en el test final de recuerdo de las palabras en L1 que se correspondían a todos los dibujos presentados. Tal y como esperábamos, los datos conductuales del Experimento 4 y 5 mostraban que el grupo de menor nivel de L2 mostraba menor

recuerdo de los dibujos producidos repetidamente en L2 que de los producidos una sola vez en este idioma. Este efecto es equivalente al de OIR en el procedimiento estándar y mostraba que en presencia de competición se dispara un mecanismo inhibitorio encargado de reducirla. La actuación de este mecanismo tiene como consecuencia reducir el nivel de recuerdo de los ítems en el test final. Es importante el hecho de que este efecto inhibitorio no aparecía para el grupo de mayor nivel de L2 ya que, como esperábamos, el nivel de competición de L1 al nombrar L2 debía ser menor y la inhibición también debía ser menor. Este patrón de resultados conductuales era esencial para realizar las comparaciones pertinentes en los datos de actividad cortical. Los análisis sobre el registro EEG se realizaron sobre dos ventanas temporales (300-350 ms y 475-525 ms). En las dos ventanas se mostraban amplitudes menores (más negativas) para los ensayos que implicaban mayor inhibición y competición. Estas diferencias en amplitud aparecían en áreas prefrontales y frontocentrales y las interpretamos como asociadas a los componentes N200 y N400 respectivamente, reflejo de la inhibición en un caso y de la dificultad de acceso a la representación léxica en el segundo caso. Este patrón es similar al observado por otros en tareas de cambio de código (Christoffels et al., 2007). De forma más general, los estudios de registro de ERPs procedentes de distintas áreas han relacionado el proceso inhibitorio con la presencia del componente N200. Este componente se ha asociado a procesos inhibitorios en distintos paradigmas. Dentro de la inhibición intencional, se ha asociado frecuentemente a los ensayos en que se ha de contener la respuesta en la tarea go/no-go (Bokura et al., 2001) y este componente aparece atenuado o ausente en poblaciones con déficit inhibitorio (Pliszka, Liotti y Woldorff, 2000). En tareas de memoria intencionales hay menos datos de registro EEG, pero Paz-Caballero y sus colaboradores (2004), encontraron en una tarea de olvido dirigido

variaciones en amplitud en áreas prefrontales y frontales alrededor de 200 ms. relacionadas con la instrucción de olvidar y de mayor amplitud en el grupo que experimentaba mayor olvido durante la prueba de recuerdo final. Por su parte, la negatividad alrededor de 400 ms. que aparece en el primer ensayo de denominación en L2 y para los participantes de menor nivel de L2 la interpretamos como la mayor dificultad de acceso a las representaciones léxica en condiciones en que hay mayor competición de L1. Consistente con esta interpretación, el componente N400 se ha asociado al procesamiento de incongruencias y dificultades semánticas (Kutas y Federmeier, 2000), y se ha observado también en procedimientos de cambio de idioma. Por ejemplo, Christoffels et al. (2007) en su tarea de cambio de código encontraron que este componente estaba modulado por el nivel de habilidad en L2 de los participantes, y lo interpretan como reflejo de una mayor presencia de conflicto léxico.

Por tanto, el patrón de actividad cortical observado en nuestro Experimento 5 parece reflejar la actuación de un mecanismo de control inhibitorio (N200 en áreas frontocentrales) que tiene como función reducir la interferencia de representaciones que compiten durante el acceso léxico (N400). La intervención de áreas frontales durante tareas de inhibición intencional se ha observado también en otros estudios que han empleado las técnicas de neuroimagen (e.g. Anderson et al., 2004; Kuhl et al., 2007). Anderson y sus colaboradores observaron que en una tarea think/no-think el descenso en la activación del CPFDL y el hipocampo predecía las diferencias en la magnitud del olvido. Estos autores asociaron la actividad de la CPFDL a la intervención de procesos de control inhibitorio. En general, la activación de áreas frontales se ha asociado a la intervención de procesos de control (Smith y Jonides, 1999), y hay numerosos estudios en los que se observa un deterioro en tareas que implican procesos ejecutivos tras lesiones en el lóbulo frontal (e.g.

Nieuwenhuis, Broerse, Nielen, y de Jong, 2004; Shimamura, Jurica, Mangels, Gershberg y Knight, 1995). Dado que la activación de áreas frontales se asocia a la intervención de procesos ejecutivos, nuestros resultados constituirían una evidencia más a favor de la existencia de un mecanismo inhibitorio de carácter controlado a la base de la inhibición no-intencional.

### 7.3. INHIBICIÓN Y CONTROL

Los resultados de nuestros experimentos parecen indicar que la inhibición que subyace al efecto OIR es el resultado de un mecanismo inhibitorio de carácter controlado, ya que la presencia del efecto depende de la disponibilidad de recursos atencionales y muestra el patrón de actividad cortical que otros han asociado al control ejecutivo. Esta conclusión está de acuerdo con la propuesta de Anderson (2003) que considera que la inhibición es un mecanismo de control común a distintas tareas que tiene como objetivo suprimir información y respuestas irrelevantes ya sean externas o internas. Como adelantamos, sin embargo, hay otros autores que proponen que la inhibición no es un proceso unitario sino que, dependiendo de una serie de dimensiones como por ejemplo la intencionalidad (Friedman y Miyake, 2004; Hasher et al., 2007; Harnisfeger, 1995; MacLeod, 2007), puede tener características diferentes y estar asociado a la automaticidad o al control. Desde este último punto de vista, la inhibición que subyace al efecto de olvido inducido por la recuperación se pondría en marcha de forma no intencional y automática, y sería diferente a la inhibición que explica otros efectos donde la supresión de información es intencional y requiere esfuerzo. Nuestros datos, sin embargo, van en contra de esta última propuesta, ya que muestran que el efecto OIR, a pesar de ser no-intencional, es dependiente de

recursos atencionales y activa patrones corticales asociados al control ejecutivo.

Recientemente, Anderson (2005) ha propuesto que las variaciones que se encuentran en diferentes tareas pueden deberse no a la existencia de diferentes mecanismos inhibitorios sino al objetivo hacia el que este mecanismo se dirige. De esta forma, la inhibición puede estar dirigida hacia una representación interna específica como en el OIR, hacia un conjunto de representaciones internas como en el olvido dirigido, hacia una respuesta como en las tareas go/no-go, o las tareas think/no-think. Desde el campo de la atención, aunque con un enfoque algo diferente, Braver, Gray y Burgess (2007) han propuesto un modelo *dual de control*, que también depende de los objetivos. Desde su enfoque (ver Tabla 10) se distingue el control reactivo que se activa en el mismo momento en que es requerido sin preparación previa del organismo, es decir, con independencia de que haya orientación hacia un objetivo. Este control reactivo sería dependiente del contexto, lo que le daría naturaleza transitoria y centrada en el estímulo. El *control proactivo*, por su parte estaría dirigido a prevenir la interferencia, actuaría centrada en el futuro y tendría un carácter anticipatorio.

Aunque no existe una relación unívoca entre esta postura y la de Anderson (2005), y Braver no ha intentado aplicar esta distinción al campo de la memoria, merece la pena destacar las similitudes que hay entre ambas propuestas ya que coincide con Anderson en la importancia de centrarse en los objetivos como una propiedad esencial de los procesos de control. La Figura 26 muestra las tres formas de entender los procesos inhibitorios que hemos discutido en este trabajo. El modelo a) corresponde a la propuesta de Anderson (2005) en que la inhibición se lleva a cabo con la intervención de recursos de control tanto para las tareas iniciadas por el estímulo percibido como por las iniciadas intencionalmente. El modelo b)

correspondería a la propuesta de Braver et al., (2007), en la que el contexto determina la activación de distintos tipos de control que dan lugar a la supresión de la información interfiriente. El modelo c) representa la postura de algunos autores (Hasher et al., 2007; Harnisfeger, 1995; MacLeod, 2007) que distinguen entre inhibición automática y controlada dependiendo de dimensiones como la intencionalidad.

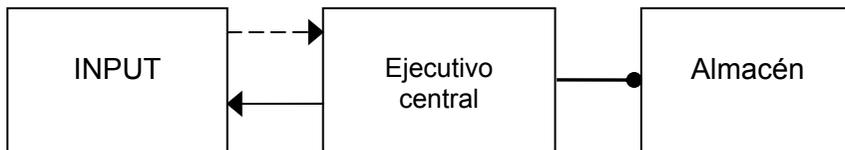
Tabla 10. Distinción entre Control Proactivo y Reactivo en el modelo del Mecanismo dual de control cognitivo. (Tomado de Braver et al., 2007).

|                                 | Control Proactivo   | Control Reactivo  |
|---------------------------------|---|---|
| Propiedades computacionales     | Orientado al futuro, selección temprana, atención anticipatorio | Orientado al pasado, corrección tardía, resolución de la interferencia          |
| Procesamiento de la información | Foco en el objetivo de la acción<br>Efecto de control global    | Procesamiento no relacionado con un objetivo, control sobre estímulo específico |
| Dinámica temporal               | Sostenido   | Transitorio   |
| Bases neurales                  | CPF   | CPF, CCA, LTM   |

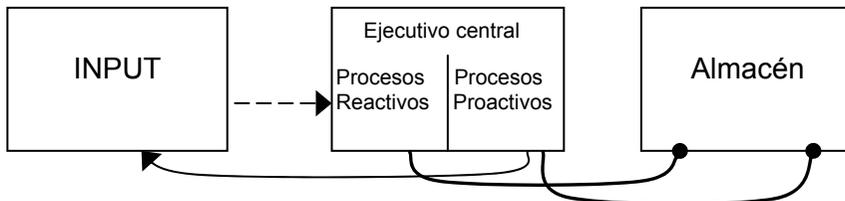
CCA = corteza del cíngulo anterior; CPF = corteza prefrontal; LTM = lóbulo temporo-medial.

Nuestros datos excluyen un modelo tipo c, ya que muestran la necesidad de control más allá de la intencionalidad de la tarea. Sin embargo investigaciones futuras tendrán que establecer si dentro del control inhibitorio es necesario distinguir entre control reactivo o proactivo o si la utilización de la inhibición controlada es mucho más flexible y cambia con diferentes objetivos como propone Anderson (2005).

a)



b)



c)

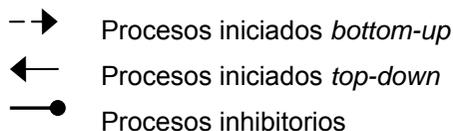
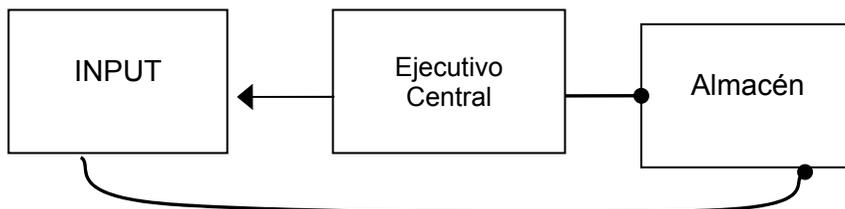


Figura 26. Tres modelos de la intervención de procesos de control en la inhibición.

#### 7.4. PROCESOS INHIBITORIOS EN BILINGÜISMO

Aunque no era nuestro objetivo directo el explorar los procesos de inhibición implicados en la selección de lenguas en las personas bilingües, nuestros resultados aportan evidencia que puede ser de utilidad para entender estos procesos. Una de las cuestiones abiertas en el campo del bilingüismo, es el proceso a través del cual el bilingüe selecciona un idioma frente a otro. Un gran número de estudios con bilingües han mostrado que las dos lenguas del bilingüe se activan

incluso en situaciones en que el bilingüe tiene que hablar en un solo idioma (e.g. Costa et al., 2000; Van Heuven, Dijkstra, y Grainger, 1998), y nuestros Experimentos 4 y 5 también parecen mostrar la activación simultánea de los dos idiomas. Por tanto, si los dos idiomas están activos la pregunta es, ¿cómo se selecciona el que es adecuado a la situación en se halla el bilingüe? En esta situación se han propuesto dos tipos de teorías. Por una parte se ha propuesto la existencia de pistas o bien contextuales o bien del mismo lenguaje que sesgan la selección hacia el idioma apropiado. Por ejemplo, De Bot y Schreuder (1993) afirman que el bilingüe, al hablar, activa ambos idiomas. Sin embargo, el hablar o escuchar un determinado idioma haría que sus representaciones léxicas estuviesen más activas y que las del idioma que no se está produciendo queden “desactivadas”. Desde este punto de vista, la selección sería *específica del idioma*, ya que, aunque se activan ambos idiomas, pistas propias del idioma en uso hacen que sólo las representaciones de ese idioma se seleccionen (Costa, 2005). El segundo tipo de teoría propone que ambas representaciones son consideradas para su selección, pero que aquellas que no son apropiadas al objetivo se inhibirían (Green, 1998), es decir, aunque la pistas contextuales sirven para establecer qué idioma es el apropiado, la selección del idioma se produce mediante la actuación de procesos inhibitorios. Aunque la teoría inhibitoria es la más extendida, dentro de este tipo de teorías no existe acuerdo en la forma de entender la inhibición. De esta manera, Green (1998) entiende que la inhibición es un mecanismo de control externo al sistema léxico que actúa cuando hay conflicto entre las representaciones léxicas de los dos idiomas. Sin embargo, modelos como el de Dijkstra y Van Heuven (1998) proponen que la inhibición está construida dentro del sistema léxico, de forma que la activación de una unidad léxica inhibe todas las unidades irrelevantes a las que está conectada. Es interesante observar que estas dos posturas

coinciden en gran manera con las propuestas de procesos de inhibición controlados (Green) y automáticos (Dijkstra y Van Heuven) que han sido objeto de nuestra investigación. Desde este punto de vista, los datos de los Experimentos 4 y 5 dan apoyo a la propuesta de que existe un mecanismo de control inhibitorio externo al sistema léxico que tiene como objetivo suprimir la activación de las representaciones léxicas del idioma no apropiado a la situación. Este mecanismo parece ser común a distintos dominios (atención, memoria, lenguaje) y actuar bajo los mismos principios y con las mismas funciones. Como ya se amplió, una característica importante de la inhibición en atención y memoria es su dependencia de la competición (ver Anderson et al., 1994; Bajo et al., 2006). Los resultados de los Experimentos 4 y 5 muestran esta misma dependencia. Así, se observan diferencias en el efecto OIR (efecto de repetición de la denominación en L2) en función del nivel del idioma. El bilingüe con un nivel de competencia similar en ambos idiomas sufriría menos interferencia de L1 al denominar en L2 que una persona con un gran desequilibrio entre su conocimiento de L1 y L2. Mientras que el primero no tendría que poner en marcha procesos inhibitorios, el segundo tendría una gran necesidad de ellos, ya que L1 interferiría con fuerza con el nombre en L2. Este patrón es similar al encontrado en memoria o atención cuando existen diferencias en dominancia entre diferentes representaciones. Los datos también muestran este patrón, de manera que aparecen variaciones en los componentes N200 y N400 en los participantes de menor nivel de L2 y no en los participantes de mayor nivel. Un patrón de resultados similares ha sido obtenido por otros en la tarea de cambio de código (Costa y Santesteban, 2004; Jackson et al., 2001). Los resultados obtenidos, por tanto, apoyan las teorías que proponen mecanismos de *Control Inhibitorio* externos al sistema léxico con la función de seleccionar el idioma apropiado al contexto.

## 7.5. CONCLUSIONES

Podríamos resumir nuestra discusión concluyendo que la inhibición no-intencional, representada en nuestros estudios por el efecto de olvido inducido por la recuperación en el procedimiento de práctica en la recuperación/denominación, refleja la actuación de un mecanismo de control inhibitorio que tiene como función suprimir las representaciones que compiten. Este mecanismo de control parece ser común al que subyace a tareas intencionales, ya que es dependiente de la disponibilidad de recursos y produce el mismo patrón de actividad cortical que estas tareas. Por tanto, una aportación importante de este trabajo es la disociación entre intencionalidad y demanda de procesos de control. Nuestros datos parecen apoyar la existencia de un mecanismo de control inhibitorio central que actúa en diferentes dominios. Si bien de estos resultados no podemos tajantemente concluir que existe un único mecanismo de inhibición, al menos sí podemos afirmar que existe un mecanismo inhibitorio cognitivo *controlado* que involucra actividad cortical en áreas frontales y centrales y está presente en distintas tareas inhibitorias cognitivas, intencionales y no-intencionales. Sin embargo habría que aclarar el tipo de relación existente entre el fenómeno inhibitorio en general y los procesos de control una vez que hemos introducido evidencias de que la inhibición no-intencional en memoria consume recursos de control. En el futuro será necesario profundizar en este punto, así como encontrar procedimientos eficaces que permitan diferenciar los procesos neurales relacionados con la detección de competición de aquellos propiamente inhibitorios.



**Capítulo 8.**  
**Referencias**



## 8. Referencias

- Abutalebi, J., y Green, D. W. (2007). Bilingual language production: The neurocognition of language representation and control. *Journal of Neurolinguistics*, 20, 242-275.
- Abutalebi, J., y Green, D. W. (2008). Control mechanisms in bilingual language production: Neural evidence from language switching studies. *Language and Cognitive Processes*, 23, 557-582.
- Adcock, R. A., Constable, R. T., Gore, J. C., y Goldman-Rakic, P. S. (2000). Functional neuroanatomy of executive processes involved in dual-task performance. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97, 3567–3572.
- AhnAllen, C. G., Nestor, P. G., McCarley, R. W. y Shenton M. E. (2007). The role of retrieval inhibition in the associative memory impairment of schizophrenia. *Psychiatry Research*, 150, 43-50.
- Alameda, J. R. y Cuetos, F. (1995). *Diccionario de frecuencias de las unidades lingüísticas del castellano*. Oviedo: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo.
- Allport, D. A., Tipper, S. P., y Chmiel, N. (1985). Perceptual integration and post-categorical filtering. En M. I. Posner y O. S. M. Marin (Eds.), *Attention and performance XI* (pp. 107–132). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Anderson, J. R. (1983). A spreading activation theory of memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 22, 261-295.
- Anderson, J. R. (1993). *Rules of the Mind*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- Anderson, M. C. (2003). Rethinking interference theory: Executive control and the mechanisms of forgetting. *Journal of Memory and Language*, *49*, 415-445.
- Anderson, M. C. (2005). The role of inhibitory control in forgetting unwanted memories: A consideration of three methods. En C. MacLeod y B. Uttl (Eds.) *Dynamic Cognitive Processes* (pp. 159-190). Tokyo: Springer-Verlag.
- Anderson, M. C., y Bell, T. (2001). Forgetting our facts: The role of inhibitory processes in the loss of propositional knowledge. *Journal of Experimental Psychology: General*, *130*, 544-570.
- Anderson, M. C., Bjork, E. L., y Bjork, R. A. (2000). Retrieval-induced forgetting: evidence for a recall-specific mechanism. *Psychonomic Bulletin and Review*, *7*, 522-530.
- Anderson, M. C., y Bjork, R. A. (1994) Mechanisms of inhibition in long-term memory: A new taxonomy. En D. Dagenbach y T. Carr (Eds.), *Inhibitory Processes in Attention, Memory and Language* (pp. 265-326). San Diego, C.A.: Academic Press.
- Anderson, M. C., Bjork, R. A., y Bjork, E. L. (1994). Remembering can cause forgetting: Retrieval dynamics in long-term memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *20*, 1063-1087.
- Anderson M. C. y Green, C. (2001). Suppressing unwanted memories by executive control. *Nature*, *410*, 366-369.
- Anderson, M. C., Green, C., y McCulloch, K. C. (2000). Similarity and inhibition in long-term memory: Evidence for a two-factor model. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, *26*, 1141-1159.
- Anderson, M. C., y Kuhl, B. A. (en preparación). Psychological trauma and its enduring effects on memory suppression: Evidence for the plasticity of memory control.
- Anderson, M. C. y Levy, B. J. (2007). Theoretical issues in inhibition: Insights from research on human memory. En D. S. Gorfein and C. M. MacLeod (Eds.), *Inhibition in cognition* (pp. 81-102). Washington, DC: American Psychological Association.
- Anderson, M. C. y McCulloch, K. C. (1999). Integration as a general condition on retrieval-induced forgetting. *Journal of*

*Experimental Psychology: Learning, Memory y Cognition*, 25, 608-629.

- Anderson, M. C., Ochsner, K. N., Kuhl, B., Cooper, J., Robertson, E., Gabrieli, S. W., Glover, G. H., Gabrieli, J. D. T. (2004). Neural systems underlying the suppression of unwanted memories. *Science*, 303, 232-235.
- Anderson, M. C., Reinholz, J., Kuhl, B.A., y Mayr, U. (en preparación). Inhibition in aging and long-term memory: A cognitive aging study using the think/no-think paradigm.
- Anderson, M. C., y Spellman, B. A. (1995). On the status of inhibitory mechanisms in cognition: Memory retrieval as a model case. *Psychological Review*, 102, 68-100.
- Andrés, P., Van der Linden, M. y Parmentier, F. B. R. (2004). Directed forgetting in working memory: Age-related differences. *Memory*, 12, 248–256.
- Aslan, A. y Bäuml, K.-H. (2007). Part-list cuing with and without item-specific probes: the role of encoding. *Psychonomic Bulletin and Review*, 14, 489-494.
- Aslan, A., Bäuml, K.-H. y Pastötter, B. (2007). No inhibitory deficit in older adults' episodic memory. *Psychological Science*, 18, 72-78.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working Memory*. Oxford: Clarendon Press.
- Baddeley, A. D. (1996). Exploring the central executive. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A, 5–28.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417–423.
- Baddeley, A. D., Logie, R., Bressi, S., Della Sala, S., y Spinnler, H. (1986). Dementia and working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 38A, 603-618.
- Bajo, M. T., Gómez-Ariza, C. J, Fernández, A., y Marful, A. (2006). Retrieval-induced forgetting in perceptually-driven memory tests. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory y Cognition*, 32, 1185-1194.

- Barceló, F., Muñoz-Céspedes, J. M., Pozo, M. A., y Rubia, F. J. (2000). Attentional set shifting modulates the target P3b Response in the Wisconsin card sorting test. *Neuropsychologia*, 38, 1342–1355.
- Basden, B. H., y Basden, D. R. (1996). Directed forgetting: A further comparison of the list and item methods. *Memory*, 4, 633-653.
- Basden, B. H., y Basden, D. R. (1998). Directed forgetting: A contrast of methods and interpretations. En J. M. Golding and C. M. MacLeod (Eds.), *Intentional forgetting: Interdisciplinary approaches* (pp. 139-172). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Basden, D. R., y Basden, B. H. (1995). Some tests of the strategy disruption interpretation of part-list cuing inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21, 1656-1669.
- Battig W. F. y Montague W. E. (1969). Category norms for verbal items in 56 categories: a replication and extension of the Connecticut category norms. *Journal of Experimental Psychology. Monograph Supplement*, 80, 1-46.
- Bäuml, K.-H. (1996). Revisiting an old issue: Retroactive interference as a function of the degree of original and interpolated learning. *Psychonomic Bulletin and Review*, 3, 380-384.
- Bäuml, K.-H. (1998). Strong items get suppressed, weak items do not: the role of item strength in output interference. *Psychonomic Bulletin and Review*, 5, 459-463.
- Bäuml, K.-H. (2002). Semantic generation can cause episodic forgetting. *Psychological Science*, 13, 357-361.
- Bäuml, K.-H. y Aslan, A. (2004). Part-list cuing as instructed retrieval inhibition. *Memory and Cognition*, 32, 610-617.
- Bäuml, K.-H., Kissler, J., y Rak, A. (2002). Part-list cuing in amnesic patients: evidence for a retrieval deficit. *Memory and Cognition*, 30, 862-870.
- Bell, T. A., y Anderson, M. C. (en preparación). Keeping things in, and out of mind: Individual differences in working memory capacity predict successful memory.

- Bergström, Z. M., Velmans, M., De Fockert, J., y Richardson-Klavehn, A. (2007). ERP evidence for successful voluntary avoidance of conscious recollection. *Brain Research*, 1151, 119-133.
- Bjork, E. L., y Bjork, R. A. (1996). Continuing influences of to-be-forgotten information. *Consciousness and Cognition*, 5, 176-196.
- Bjork, E. L., Bjork, R. A., 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). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Bjork, R. A. (1989). Retrieval inhibition as an adaptive mechanism in human memory. En H. L. Roediger III y F. I. M. Craik (Eds.), *Varieties of memory and consciousness: Essays in honor of Endel Tulving* (pp. 309-330). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Bokura, H., Yamaguchi, S., y Kobayashi, S. (2001). Electrophysiological correlates for response inhibition in a Go/No-Go task. *Clinical neurophysiology*, 112, 2224-2232.
- Braver, T. S., Barch, D. M., Gray, J. R., Molfese, D. L., y Snyder, A. (2001). Anterior cingulate cortex and response conflict: effects of frequency, inhibition and errors. *Cerebral Cortex*, 11, 825-36.
- Braver, T. S., Gray, J. R., y Burgess, G. C. (2007). Explaining the many varieties of working memory variation: Dual Mechanisms of cognitive control. En A. Conway, C. Jarrold, M. Kane, A. Miyake, A., y J. Towse (Eds.), *Variation in working memory* (pp. 76-106). New York: Oxford University Press.
- Bruin, K.J. y Wijers, A. A. (2002). Inhibition, response mode, and stimulus probability: a comparative event-related potential study. *Clinical Neurophysiology*, 113, 1172-1182.
- Buchner, A., y Mayr, S. (2004). Auditory negative priming in younger and older adults. *Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology*, 57A, 769-787.
- Buchner, A., y Naumann, E. (2006) Brain-Electrical Correlates of Negative Priming. *Journal of Psychophysiology*, 20, 157-159.
- Burke, D. M., y Osborne, G., (2007). Aging and inhibition effects: Where are the effects? En D.S. Gorfein y C.M. MacLeod (Eds.).

- Inhibition in Cognition* (pp. 163-184) Washington DC: American Psychological Association.
- Butler, K. M., Zacks, R. T., y Henderson, J. M. (1999). Suppression of reflexive saccades in younger and older adults: Age comparisons in an antisaccade task. *Memory and Cognition*, 27, 584-591.
- Cabeza, R., Dolcos, F., Prince, S. E., Rice, H. J., Weissman, D. H., y Nyberg, L. (2003). Attention-related activity during episodic memory retrieval: A cross-function fMRI study. *Neuropsychologia*, 41, 390-399.
- Camp, G., Pecher, D., y Schmidt, H. G. (2005). Retrieval-induced forgetting in implicit memory tests: The role of test awareness. *Psychonomic Bulletin and Review*, 12, 490-494.
- Camp, G., Pecher, D., y Schmidt, H. G. (2007). No retrieval-induced forgetting using item-specific independent cues: Evidence against a general inhibitory account. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 33, 950-958.
- Carroll, M., Campbell-Ratcliffe, J., Murnane, H., y Perfect, T. (2007). Retrieval-induced forgetting in educational contexts: Monitoring, expertise, text integration, and test format. *European Journal of Cognitive Psychology*, 19, 580-606.
- Chao, H.-F., y Yeh, Y.-Y. (2005). Location negative priming in identity discrimination relies on location repetition. *Perception and Psychophysics*, 67, 789-801.
- Charlot, V., y Feyereisen, P. (2005). Episodic memory, inhibition déficit, and cognitive aging: An examination of the frontal hypothesis. *Anee Psychologique*, 105, 323-357.
- Christoffels, I. K., Firk, C., y Schiller, N. O. (2007). Bilingual language control: An event-related brain potential study. *Brain Research*, 1147, 192-208.
- Ciranni, M. A., y Shimamura, A. P. (1999). Retrieval-induced forgetting in episodic memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 25, 1403-1414.
- Collins, A. M., y Loftus, E. F. (1975). A spreading activation theory of semantic memory. *Psychological Review*, 82, 407-428.

- Conway, A. R., Cowan, N., y Bunting, M. F. (2001). The cocktail party phenomenon revisited: The importance of working memory capacity. *Psychonomic Bulletin and Review*, 8, 331-335.
- Conway, M., y Fthenaki, A. (2003). Disruption of inhibitory control of memory following lesions to the frontal and temporal lobes. *Cortex*, 39, 667-686.
- Conway, M. A., Harries, K., Noyes, J., Racsmány, M. y Frankish, C. R. (2000). The disruption and dissolution of directed forgetting: Inhibitory control of memory. *Journal of Memory and Language*, 43, 409-430.
- Costa, A., 2005. Lexical access in bilingual production. En J. F. Kroll, y A.M.B. De Groot (Eds.), *Handbook of Bilingualism: Psycholinguistic Approaches* (pp. 308-325). Oxford University Press, New York.
- Costa, A., Caramazza, A., y Sebastián-Gallés, N. (2000). The cognate facilitation effect: Implications for models of lexical access. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 26, 1283-1296.
- Costa, A., Santesteban, M., (2004). Lexical access in bilingual speech production: evidence from language switching in highly proficient bilinguals and L2 learners. *Journal of Memory and Language*, 50, 491-511.
- Cowan, N. (2000). Childhood development of some basic parameters of working memory. En E. Schröger, A. Mecklinger, y A.D. Friederici (Eds.), *Working on working memory. Leipzig Series in Cognitive Sciences 1*. Leipzig: Leipziger Universitätsverlag.
- Crawford, T.J., Higham, S., Renvoize, T., Patel, J., Dale, M., Suriya, A., y Tetley, S. (2005). Inhibitory control of saccadic eye movements and cognitive impairment in Alzheimer's disease. *Biological Psychiatry*, 57, 1052-1060.
- D'Esposito, M., Detre, J. A., Alsop, D. C., Shin, R. K., Atlas, S., y Grossman, M. (1995). The neural basis of the central executive system of working memory. *Nature*, 378, 279-281.
- D'Esposito, M., Postle, B. R., Ballard, D., y Lease, J. (1999). Maintenance versus manipulation of information held in working memory: an fMRI study. *Brain and Cognition*, 41, 66-86.

- Dalrymple-Alford, J. C., Kalders, A. S., Jones, R. D., y Watson, R. W. (1994). A central executive deficit in patients with Parkinson's disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 57, 360-367.
- De Bot, K. y Schreuder, R. (1993). Word production and the bilingual lexicon. En R. Schreuder y B. Weltens (Eds.), *The Bilingual Lexicon* (pp. 191-214). Amsterdam: Benjamins.
- De Fockert, J. W., Rees, G., Frith, C. D., y Lavie, N. (2001). The role of working memory in visual selective attention. *Science*, 291, 1803-1806.
- Dempster, F. N. (1993). Resistance to interference: Developmental changes in a basic processing mechanism. En M. L. Howe y R. Pasnak (Eds.), *Emerging themes in cognitive development: Volume 1. Foundations* (pp. 3-27). New York: Springer-Verlag.
- Dien, J. y Frishkoff, G. A. (2004). Principal components analysis of event-related potential datasets. En: Handy, T. (Ed.), *Event-Related Potentials: A Methods Handbook* (pp. 189-208). Cambridge, M.A.: MIT Press.
- Dijkstra, T., y Van Heuven, W. J. B. (1998). The BIA-model and bilingual word recognition. En J. Grainger, y A. M. Jacobs (Eds.), *Localist connectionist approaches to human cognition* (pp. 189-225). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Dove, A., Pollmann, S., Schubert T., Wiggins, C. y Cramon, D. Y. (2000). Prefrontal cortex activation in task switching: an event-related fMRI study. *Cognitive Brain Research*, 9, 103-109.
- Durston, S., Tottenham, N., Thomas, K. M., Davidson, M. C., Eigsti, I., Yang, Y., Ulg, A. M., y Casey, B. J. (2003). Differential patterns of striatal activation in young children with and without ADHD. *Biological Psychiatry*, 53, 871-878.
- Earles, J. L., Connor, L. T., Frieske, D., Park, D. C., Smith, A. D., y Zwahr, M. (1997). Age differences in inhibition: Possible causes and consequences. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 4, 45-57.
- Eimer, M. (1993). Effects of attention and stimulus probability on ERPs in a Go/No-Go task. *Biological Psychology*, 35, 123-138.

- Engle, R. W., Conway, A. R. A., Tuholski, S. W., y Shisler, R. J. (1995). A resource account of inhibition. *Psychological Science*, 6, 122-125.
- Engle, R. W. y Kane, M. J. (2004). Executive attention, working memory capacity, and a two factor theory of cognitive control. En B. Ross (Ed.) *The psychology of learning and motivation* (pp. 145-199). New York: Academic Press.
- Eulitz, C., Hauk, O., Cohen, R. (2000). Electroencephalographic activity over temporal brain areas during phonological encoding in picture naming. *Clinical Neurophysiology*, 111, 2088-2097.
- Fabiani, M., Gratton, G., y Coles, M. G. H. (2000). Event-related brain potentials: Methods, theory and applications. En J. Cacioppo, L. Tassinari, y G. Berntson (Eds.), *Handbook of Psychophysiology* (pp. 53-84). New York, NY: Cambridge University Press.
- Fernández-Duque, D., Baird, J. A., y Posner, M. I. (2000). Executive attention and metacognitive regulation. *Consciousness and Cognition*, 9, 288-307.
- Ford, R. M., Keating, S., y Patel, R. (2004). Retrieval-induced forgetting: A developmental study. *British Journal of Developmental Psychology*, 2, 585-603.
- Fox, A. M., Michie, P. T., Wynne, C. D. L. y Maybery, M. T. (2000). ERP correlates of response inhibition to elemental and configural stimuli in a negative patterning task. *Clinical Neuropsychology*, 11, 1045-1053.
- Friedman, N. P., y Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions: A latent variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133, 101-135.
- Gamboz, N., Russo, R., y Fox, E. (2002). Age differences and the negative priming effect: An updated meta-analysis. *Psychology and Aging*, 17, 525-531.
- Geiselman, R. E., Bjork, R. A., y Fishman, D. (1983). Disrupted retrieval in directed forgetting: A link with posthypnotic amnesia. *Journal of Experimental Psychology: General*, 112, 58-72.
- Gibbons, H. (2006). An event-related potential investigation of varieties of negative priming. *Journal of Psychophysiology*, 20, 170-185.

- Gómez-Ariza, C. J., Lechuga, M. T., Pelegrina, S., y Bajo, M. T. (2005). Retrieval-induced forgetting in recall and recognition of thematically related and unrelated sentences. *Memory and Cognition*, 33, 1431-1441
- Gómez-Ariza, C. J., Pelegrina, S., Lechuga, T., Suárez, A., Bajo, M. T. (en prensa) Inhibition and retrieval of facts in young and older adults. *Experimental aging research*.
- Green, D. W. (1998). Mental control of the bilingual lexico-semantic system. *Bilingualism: Language and Cognition*, 1, 67–81.
- Guo, T., Misra, M., Bobb, S. C., y Kroll J. F. (2007). Behavioral and ERP measures of competition in bilingual spoken word production. En Ponencia presentada en el 6º international symposium on bilingualism.
- Hallett, P. E. (1978). Primary and secondary saccades to goals defined by instructions. *Vision Research*, 18, 1279–1296.
- Harnishfeger, K. K. (1995). The development of cognitive inhibition. Theories, definitions and research evidence. En F. N. Demster y C. J. Brainerd (Eds.), *Interference and inhibition in cognition* (pp. 175-204). San Diego: Academic Press.
- Harnishfeger, K. K., y Bjorklund, D. F. (1993). The ontogeny of inhibition mechanisms: A renewed approach to cognitive development. En M. L. Howe y R. Pasnak (Eds.), *Emerging themes in cognitive development, Vol. I: Foundations* (pp. 28-49). New York: Springer-Verlag.
- Harnishfeger, K. K., Nicholson, S. y Digby, S. (1993). *Increasing inhibitory efficiency with age: Evidence from the Stroop task*. Ponencia presentada en la reunión de la Society for Research in Child Development, New Orleans, LA.
- Harnishfeger, K. K., y Pope, R. S. (1996). Intending to forget: The development of cognitive inhibition in directed-forgetting. *Journal of Experimental Child Psychology*, 62, 292–315.
- Hartman, A., Pickering, R. M. y Wilson, B. A. (1992). Is there a central executive deficit after severe head injury? *Clinical Rehabilitation*, 6, 133–140.

- Hasher, L., Lustig, C., y Zacks, R. T. (2007). Inhibitory mechanisms and the control of attention. En A. Conway, C. Jarrold, M. Kane, A. Miyake, A., y J. Towse (Eds.), *Variation in working memory* (pp. 227-249). New York: Oxford University Press.
- Hasher, L., Stoltzfus, E. R., Zacks, R. T., y Rypma, B. (1991). Age and inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *17*, 163-169.
- Heil, M., Osman, A., Wiegmann, J., Rolke, B., y Hennighausen, E. (2000). N200 in the Eriksen-task: Inhibitory executive processes? *Journal of Psychophysiology*, *14*, 218-225.
- Hernández, A. E., Martínez, A., y Kohnert, K., (2000). In search of the language switch: an fMRI study of picture naming in Spanish-English bilinguals. *Brain and Language*, *73*, 421-431.
- Hicks, J. L., y Starns, J. J. (2004). Retrieval-induced forgetting occurs in test on item recognition. *Psychonomic Bulletin and Review*, *11*, 125-130.
- Jackson, G. M., Swainson, R., Cunnington, R., y Jackson, S. R. (2001). ERP correlates of executive control during repeated language switching. *Bilingualism: Language and Cognition*, *4*, 169-178.
- Johansson, M., Aslan, A., Bäuml, K.-H., Gäbel, A., y Mecklinger, A. (2007). When remembering causes forgetting: Electrophysiological correlates of retrieval-induced forgetting. *Cerebral Cortex*, *17*, 1335-1341.
- Johnson, S. K., y Anderson, M. C. (2004). The role of inhibitory control in forgetting semantic knowledge. *Psychological Science*, *15*, 448-453.
- Jones, A. D., Cho, R. Y., Nystrom, L. E., Cohen, J. D., y Braver, T. S. (2002). A model of anterior cingulate activity, conflict monitoring, and control adjustments in choice-discrimination tasks. *Cognitive, Affective, and Behavioral Neuroscience*, *2*, 300-317.
- Jonides, J. Badre, D., Curtis, C., Thompson-Schill, S. L., y Smith, E. E. (2002). Mechanisms of conflict resolution in prefrontal cortex. En D. T. Stuss y R.T. Knight (Eds.), *Principles of frontal lobe function* (pp. 233-245). New York: Oxford University Press.

- Kaiser, S., Hill, H., Weiss, O., Markela-Lerenc, J., Kiefer, M., y Weisbrod, M. (2006). N2 event-related potential correlates of response inhibition in an auditory Go/Nogo task. *International Journal of Psychophysiology*, 61, 279-282.
- Kane, M. J., Bleckley, M. K., Conway, A. R., y Engle, R. W. (2001). A controlled attention view of working-memory capacity. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 169-183.
- Kane, M. J., y Engle, R. W. (2003). Working memory capacity and the control of attention: the contribution of goal neglect, response competition, and task set to Stroop Interference. *Journal of Experimental Psychology: General*, 132, 47-70.
- Kieffaber, P. D. y Hetrick, W. P. (2005). Event-related potential correlates of task switching and switch costs. *Psychophysiology*, 42, 56-71.
- Kim, S.-Y., Kim, M.-S., Chun, M. M. (2005). Concurrent working memory load can reduce distraction. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102, 16524 - 16529.
- Kiss, I., Pizio, C., Francois, A. y Schopflocher, D. (1998). Central executive function in working memory: event relates brain potential studies. *Cognitive Brain Research*, 6, 235-247.
- Kissler, J. y Bäuml, K.-H. (2005). Memory retrieval in schizophrenia: Evidence from part-list cuing. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 11, 273-280.
- Kok, A. (1986). Effects of stimulus degradation of visual stimuli on components of the event-related potential (ERP) in Go/No-Go reaction tasks. *Biological Psychology*, 23, 21-38.
- Koppenhagen, H., Schiller, N. O. (en preparación). Lexical conflict during overt picture naming: EEG and fMRI evidence.
- Kramer, A. F., Humphrey, D. G., Larish, J. F., Logan, G. D., y Strayer, D. L. (1994). Aging and disinhibition: Beyond a unitary view of processing in attention. *Psychology and Aging*, 9, 491-512.
- Kramer, A. F., y Strayer, D. L. (1988). Assessing the development of automatic processing: An application of dual-task and event-

- related brain potential methodologies. *Biological Psychology*, 26, 231–267.
- Kroll, J. F., Bobb, S. C., Misra, M., y Guo, T. (en prensa). Language selection in bilingual speech: Evidence for inhibitory processes. *Acta Psychologica*.
- Kroll, J. F., y Stewart, E. (1994). Category interference in translation and picture naming: Evidence for asymmetric connections between bilingual memory representations. *Journal of Memory and Language*, 33, 149-174.
- Kucera, H., y Francis, W. (1967). *Computational analysis of present-day American English*. Providence, R.I.: Brown University Press.
- Kuhl, B. A., Dudukovic, N. M., Kahn, I., y Wagner, A. D. (2007). Decreased demands on cognitive control reveal the neural processing benefits of forgetting. *Nature Neuroscience*, 10, 908-914.
- Kutas, M. y Federmeier, K. D. (2000). Electrophysiology reveals semantic memory use in language comprehension. *Trends in Cognitive Science*, 4, 463-470.
- Lechuga, M. T., Moreno, V., Pelegrina, S., Gómez-Ariza, C. J., y Bajo, M. T. (2006). Age differences in memory control: Evidence from updating and retrieval-practice tasks. *Acta Psychologica*, 123, 279-298.
- Levy, B. J., y Anderson, M. C. (2002). Inhibitory processes and the control of memory retrieval. *Trends in Cognitive Sciences*, 6, 299-305.
- Levy, B. J., y Anderson, M. C. (2008). Individual differences in the suppression of unwanted memories: the executive deficit hypothesis. *Acta Psychologica*. 127, 623-635.
- Levy, B. J., McVeigh, N. D., Marful, A., y Anderson, M. C. (2007). Inhibiting your native language: The role of retrieval-induced forgetting during second language acquisition. *Psychological Science*, 18, 29-34.
- Logie, R. H. (1996). The seven ages of working memory. En M. Richards, R. W. Engle, L., Hasher, R. H. Logie, E. R. Stoltzfus,

- y R. T. Zacks (Eds.), *Working memory and human cognition* (pp. 31–65). New York: Oxford University Press.
- Lowe, D. G. (1985). Further investigations of inhibitory mechanisms in attention. *Memory and Cognition*, 13, 74-80.
- Lustig, C., May, C. P., y Hasher, L. (2001). Working memory span and the role of proactive interference. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 199-207.
- MacDonald, A. W., Cohen, J. D., Stenger, V. A., y Carter, C. S. (2000). Dissociating the role of the dorsolateral prefrontal and anterior cingulate cortex in cognitive control. *Science*, 288, 1835-1838.
- MacLeod, C. M. (2007). The concept of inhibition in cognition. En D. S. Gorfein and C. M. MacLeod (Eds.), *Inhibition in cognition* (pp. 3-23). Washington, DC: American Psychological Association.
- MacLeod, C. M., Dodd, M., Shear, E., Wilson, D., Bibi, U. (2003). In opposition to inhibition. En Ross, B., (Ed.). *The psychology of learning and motivation* (pp. 163-214). San Diego: Elsevier Science.
- MacLeod, M. D. y Macrae, C. N. (2001). Gone but not forgotten: The transient nature of retrieval-induced forgetting. *Psychological Science*, 12, 148-152.
- MacLeod, M. D. y Saunders, J. (2005). The role of inhibitory control in the production of misinformation effects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*. 31, 964-979.
- Marful, A., Fernández, A. y Díez, E. (en preparación). Datos normativos actualizados en castellano sobre las 56 categorías de Battig y Montague (1969).
- Marsh, E. J., Dolan, P.O., Balota, D. A., y Roediger, H. L., III (2004). Part-set cueing effects in younger and older adults. *Psychology and Aging*, 19, 134-144.
- Mayr, S., y Buchner, A. (2006). Evidence for episodic retrieval of inadequate prime responses in auditory negative priming. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32, 932-943.

- McDowd, J. M., Oseas-Kreger, D. M., Fillion, D. L. (1995). Inhibitory processes in cognition and aging. En F. Dempster y C. Brainerd (Eds.). *New perspectives on interference and inhibition in cognition* (pp 363–400). New York: Academic Press.
- McGeoch, J. A. (1942). *The psychology of human learning*. New York: Longmans, Green.
- McKoon, G. y Ratcliff, R. (1992). Spreading activation versus compound cue accounts of priming: Mediated priming revisited. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 18, 1155-1172.
- McNamara, T. P. (1992). Theories of priming I: Associative distance and lag. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18, 1173-1190.
- McNamara, T. P. (1994). Theories of priming II: Types of primes. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20, 507-520.
- Mensink, G-J. y Raaijmakers, J. G. W. (1988). A model for interference and forgetting. *Psychological Review*, 95, 434-455.
- Mesulam, M.-M. (2002). The human frontal lobes: Transcending the default mode through contingent encoding. En D.T. Stuss y R.T. Knight (Eds.) *Principles of frontal lobe function* (pp. 8-30). New York: Oxford University Press.
- Meuter, R. F. I. y Allport, A. (1999). Bilingual language switching in naming: Asymmetrical costs of language selection. *Journal of Memory and Language*, 48, 25-40.
- Meyer, D. E., y Schvaneveldt, R. W. (1971). Facilitation in recognizing pairs of words: Evidence of a dependence between retrieval operations. *Journal of Experimental Psychology*, 90, 227-234.
- Miguelles, M. y García-Bajos, E. (2007). Selective retrieval and induced forgetting in eyewitness memory. *Applied Cognitive Psychology*, 21, 1157-1172.
- Milliken, B., y Joordens, S. (1996). Negative priming without overt prime selection. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 50, 333-346.

- Milner, B. (1963). Effects of different brain lesions on card sorting: The role of the frontal lobes. *Archives of Neurology*, 9, 100–110.
- Misra, M., Guo, T., Bobb, S. C., y Kroll, J. F. (2007). Electrophysiological correlates of bilingual word production. En póster presentado en la reunión anual de la Cognitive Neuroscience Society (CNS).
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M.J., Witzki, A. H., Howerter, A., y Wager, T. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100.
- Moulin, C. J., Perfect, T. J., Conway, M. A., North, A. S., Jones, R. W., y James, N. (2002). Retrieval-induced forgetting in Alzheimer's disease. *Neuropsychologia*, 40, 862–867.
- Müller, G. E. y Pilzecker, A. (1900). Experimentelle Beiträge zur Lehre vom Gedächtnis. *Zeitschrift für Psychologie. Ergänzungsband*, 1, 1–300.
- Neill, W. T., Valdes, L. A., Terry, K. M. (1995). Selective attention and the inhibitory control of cognition. En F. N. Demster y C. J. Brainerd (Eds.), *Interference and inhibition in cognition* (pp. 207-261). San Diego: Academic Press.
- Nestor, P. G., Piech, R., Allen, C., Niznikiewicz, M., Shenton, M. E., y McCarley, R. W. (2005). Retrieval-induced forgetting in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 75, 199-209.
- Nieuwenhuis, S., Broerse, A., Nielen, M. M. A., y De Jong, R. (2004). A goal activation approach to the study of executive function: An application to antisaccade tasks. *Brain and Cognition*, 56, 198-214.
- Nieuwenhuis S., Ridderinkhof K. R., Jong D. R., Kok, A., y Van der Molen, M. W. (2000). Inhibitory inefficiency and failure of intention activation: age-related decline in the control of saccadic eye movements. *Psychology and Aging*, 15, 635–647.
- Nigg, J. T. (2000). On inhibition/disinhibition in developmental psychopathology: Views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy. *Psychological Bulletin*, 126, 220-246.

- Nigg, J. T., Butler, K. M., Huang-Pollock, C. L., y Henderson, J. M. (2002). Inhibitory processes in adults with persistent childhood onset ADHD. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 70*, 153-157.
- Olson, S. L. (1989). Assessment of impulsivity in preschoolers: Cross-measure convergences, longitudinal stability, and relevance to social competence. *Journal of Clinical Child Psychology, 18*, 176-183.
- Olson, S. L., Schilling, E. M., Bates, J. E. (1999). Measurement of impulsivity: construct coherence, longitudinal stability, and relationship with externalizing problems in middle childhood and adolescence. *Journal of Abnormal Child Psychology, 27*, 151,165.
- Otten, L. J. y Rugg, M. D. (2004) Interpreting Event-Related Brain Potentials. En T. C. Handy (Ed.). *Event related potentials. A methods handbook* (pp. 3-16). Cambridge, M.A.: MIT Press.
- Paz-Caballero, M. D., Menor, J. (1999). ERP correlates of directed forgetting effects in direct and indirect memory tests. *European Journal of Cognitive Psychology, 11*, 239-260.
- Paz-Caballero, M. D., Menor, J., y Jimenez, J. M. (2004). Predictive of event-related potentials (ERPs) in relation to the directed forgetting effects. *Clinical Neurophysiology, 115*, 369-377.
- Perfect, T. J., Moulin, C. J. A., Conway, M. A., y Perry, E. (2002). Assessing the inhibitory account of retrieval-induced forgetting with implicit-memory tests. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition, 28*, 1111-1119.
- Perfect, T. J. Stark, L.-J., Tree, J. J., Moulin, C. J. A., Ahmed, L., y Hutter, R. (2004). Transfer appropriate forgetting: the cue-dependent nature of retrieval-induced forgetting. *Journal of Memory and Language, 51*, 399-417.
- Pfefferbaum, A., Ford, J. M., Weller, B. J., Kopell, B. S. (1985). ERPs to response production and inhibition. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 60*, 423-34.
- Phenix, T. L., y Campbell, J. I. D. (2004). Effects of multiplication practice on product verification: Integrated structures model or retrieval induced forgetting? *Memory and Cognition, 32*, 324-335.

- Pliszka, S. R., Liotti, M., Woldorff M.G. (2000). Inhibitory control in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: event-related potentials identify the processing component and timing of an impaired right-frontal response-inhibition mechanism. *Biological Psychiatry*, 48, 238–246.
- Posner, M. I., y Cohen, Y. P. C. (1984). Components of visual orienting. En H. Bouma y D. Bouwhuis (Eds.). *Attention and Performance* (pp. 531-556). London: Lawrence Erlbaum.
- Potter, M. C., y Faulconer, B. A. (1975). Time to understand pictures and words. *Nature*, 253, 437-438.
- Raaijmakers, J. G. W. y Shiffrin, R. M. (1981). Search of associative memory. *Psychological Review*, 88, 93-134.
- Racsmány, M., y Conway, M. A. (2006) Episodic inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory y Cognition*, 32, 44-57.
- Racsmány, M., Conway, M. S., y Tislar, R. (2005). Control in episodic inhibitory processes. Ponencia presentada en la XIVth conferencia de la European Society for Cognitive Psychology, Leiden.
- Radvansky, G. A. (1999). Memory retrieval and suppression: The inhibition of situation models. *Journal of Experimental Psychology: General*, 128, 563–579.
- Ratcliff, R. y McKoon, G. (1988). A retrieval theory of priming in memory. *Psychological Review*, 95, 385-408.
- Rodríguez-Fornells, A., De Diego Balaguer, R., y Munte, T. F. (2006). Executive control in bilingual language processing. *Language Learning*, 56, 133–190.
- Rodríguez-Fornells, A., van der Lugt, A., Rotte, M., Britti, B., Heinze, H. J., y Munte, T. F. (2005). Second language interferes with word production in fluent bilinguals: Brain potential and functional imaging evidence. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17, 422–433.
- Román, P. E., Soriano, M. F., Gómez-Ariza, C. J., y Bajo, M. T. (en revisión). Retrieval induced forgetting and executive control. *The European Journal of Cognitive Psychology*.

- Rubinstein, J. S., Meyer, D. E. y Evans, J. E. (2001). Executive Control of Cognitive Processes in Task Switching. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 27, 763-797.
- Ruge, H, y Naumann, E. (2006). Brain-electrical correlates of negative location priming under sustained and transient attentional context conditions. *Journal of Psychophysiology*, 20, 160-169.
- Salamé, P. y Danion, J. M. (2007). Inhibition of inappropriate responses is preserved in the think/no-think and impaired in the random number generation tasks in schizophrenia. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 13, 277–287.
- Saunders, J. y MacLeod, M. D. (2002). New evidence on the suggestibility of memory: The role of retrieval-induced forgetting in eyewitness misinformation effects. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 8, 127-142.
- Schneider, W., Eschman, A., y Zuccolotto, A. (2002). *E-Prime Version 1.0* [Computer software]. Pittsburgh: Psychology Software Tools Inc.
- Schriefers, H. Meyer, A. S. y Levelt, W. J. M. (1990) Exploring the time course of lexical access in language production-picture-word interference studies. *Journal of Memory and Language*, 29, 86-102.
- Shallice, T., y Burgess, P. W. (1991). Deficits in strategy application following frontal lobe damage in man. *Brain*, 114, 727-41.
- Shilling, V. M., Chetwind, A., y Rabbitt, P. M. A. (2002). Individual inconsistency across measures of inhibition: An investigation of the construct validity of inhibition in older adults. *Neuropsychologia*, 40, 605–619.
- Shimamura, A. P, Jurica, P. J., Mangels, J. A., Gershberg, F. B., y Knight, R. T. (1995) Susceptibility to memory interference effects following frontal lobe damage: findings from tests of paired-associate learning. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 7, 144-52.
- Shivde, G., y Anderson, M. C. (2001). The role of inhibition in meaning selection: Insights from retrieval-induced forgetting. En D.

- Gorfein (Ed.), *On the Consequences of Meaning Selection: Perspectives on Resolving Lexical Ambiguity* (pp. 175-190). Washington, D.C.: American Psychological Association.
- Slamecka, N.J. (1968). An examination of trace storage in free recall. *Journal of Experimental Psychology*, 76, 504-513.
- Slamecka, N. J. (1975). Intralist cueing of recognition. *Journal of Verbal Learning y Verbal Behavior*, 14, 630-637.
- Smith, E. E., y Jonides, J. (1999). Storage and executive processes in the frontal lobes. *Science*, 283, 1657-1661.
- Smith, J. L., Johnstone, S. J. y Barry, R. J. (2007). Response priming in the Go/No-Go task: The N2 reflects neither inhibition nor conflict. *Clinical Neurophysiology*, 118, 343-355.
- Smith, M. C., y Magee, L. E. (1980). Tracing the time course of picture-word processing. *Journal of Experimental Psychology: General*, 109, 373-392.
- Snodgrass, J. G. y Vanderwart, M. (1980). A standardized set of 260 pictures: Norms for name agreement, image agreement, familiarity, and visual complexity. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 6, 174-215.
- Soriano, M. F. y Bajo, M. T. (2007). Working memory resources and interference in directed forgetting. *Psicológica*, 28, 63-85.
- Soriano, M. F., Jiménez, J. F., Román, P., y Bajo, M. T. (en revisión). Intentional inhibition in memory and hallucinations: Directed forgetting and updating. *Neuropsychology*.
- Spieler, D. H., Balota, D. A., y Faust, M. E. (1996). Stroop performance in healthy younger and older adults and individuals with dementia of the Alzheimer's type. *Journal of Experimental Psychology: Perception and Performance*, 22, 461-479.
- Starns, J.J., Hicks, J.L. (2004). Episodic generation can cause semantic forgetting: retrieval-induced forgetting of false memories. *Memory and Cognition*, 32, 602-609.
- Stone J.V. (2002). Independent component analysis: an introduction. *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 59-64.

- Storm, B. C., Bjork, E. L., y Bjork, R. A. (2007). When intended remembering leads to unintended forgetting. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *60*, 909-915.
- Strayer, D. L., y Grison, S. (1999). Negative identity priming is contingent on stimulus repetition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *25*, 24-38.
- Stuss, D. T. y Benson, D. F., (1986). *The Frontal Lobes*. Raven Press, New York.
- Stuss, D. T., Picton, T. W., y Cerri, A. M. (1986). Searching for the names of pictures: An event-related potential study. *Psychophysiology*, *23*, 215-223.
- Stuss, D. T., Sarazin, F. F., Leech, E. E., y Picton, T. W. (1983). Event-related potentials during naming and mental rotation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, *56*, 133-146.
- Suárez, A., Gómez-Ariza, C. J., Lechuga, M. T., Pelegrina, S., y Bajo, M. T. (2006). Integración y olvido inducido por el recuerdo con material proposicional (Integration and retrieval-induced forgetting with propositional material). En M.J. Contreras, J. Botella, R. Cabestrero y B. Gil (Coords.). *Lecturas de Psicología Experimental*. Madrid: UNED.
- Swinney, D., y Prather, P. (1989). On the comprehension of lexical ambiguity by young children: Investigations into the development of mental modularity. En D. Corfein (Ed.), *Resolving Semantic Ambiguity*. New York: Springer-Verlag.
- Szameitat, A. J., Schubert, T., Müller, K., y Cramon, D. Y. (2002). Localization of executive functions in dual-task performance with fMRI. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *14*, 1184-1199.
- Tehan, G., y Humphreys, M. S. (1996). Cuing effects in short-term recall. *Memory and Cognition*, *24*, 719-732.
- Tipper, S. P. (1985). The negative priming effect: Inhibitory priming by ignored object. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *37A*, 591-611.
- Tipper, S. P. (2001). Does negative priming reflect inhibitory mechanisms? A review and integration of conflicting views. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *54A*, 321-343.

- Tipper, S. P. y M. Cranston (1985). Selective attention and priming: inhibitory and facilitatory effects of ignored primes. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 37A, 571–590.
- Tipper, S. P., Meegan, D., y Howard, L. A. (2002). Action-centred negative priming: Evidence for reactive inhibition. *Visual Cognition*, 4-5, 591-614.
- Todres, A. K., y Watkins, M. J. (1981). A part-set cuing effect in recognition memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 7, 91-99.
- Van Heuven, W. J. B., Dijkstra, T., y Grainger, J. (1998). Orthographic neighborhood effects in bilingual word recognition. *Journal of Memory and Language*, 39, 458-483.
- Van Veen, V., y Carter, C. S. (2002). The timing of action-monitoring processes in the anterior cingulate cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14, 593-602.
- Veling, H., y Van Knippenberg, A. (2004). Remembering can cause inhibition: retrieval-induced inhibition as cue independent process. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition* 30, 315–318.
- Verhaeghen, P. y De Meersman, L. (1998). Aging and the Stroop effect: A meta-analysis. *Psychology and Aging*, 13, 120-126.
- Watkins, M. J. (1975). Inhibition in recall with extra-list “cues”. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14, 294-303.
- Watter S., Geffen G. M., y Geffen L. B. (2001). The n-back as a dual-task: P300 morphology under divided attention. *Psychophysiology*, 38, 998-1003.
- Wessel, I. y Hauer, B. J. A. (2006). Retrieval-Induced Forgetting of autobiographical memory details. *Cognition and Emotion*, 20, 430-447.
- West, R., y Alain, C. (1999). Event-related brain activity associated with the Stroop task. *Brain Research: Cognitive Brain Research*, 8, 157–164.

- West, R., y Alain, C. (2000). Age-related decline in inhibitory control contributes to the increased Stroop effect observed in older adults. *Psychophysiology*, 37, 179-189.
- West, R., y Baylis, G. C. (1998). Effect of increased response dominance and contextual disintegration on the Stroop interference effect in older adults. *Psychology and Aging*, 13, 206-217.
- Williams, C. C., y Zacks, R. T. (2001). Is retrieval induced forgetting an inhibitory process? *American Journal of Psychology*, 114, 329-354.
- Wylie, G. R., Foxe, J. J., y Taylor, T. L. (2007). Forgetting as an active process: An fMRI investigation of item-method-directed forgetting. *Cerebral Cortex*, 18, 670-682.
- 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.
- Zellner, M. y Bäuml, K.-H. (2005): Intact retrieval inhibition in children's episodic recall. *Memory and Cognition*, 33, 396-404.
- Zellner, M. y Bäuml, K.-H. (2006). Inhibitory deficits in older adults - list-method directed forgetting revisited. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 32, 290-300.



**Capítulo 9.**  
**Apéndices**



## 9. Apéndices

### 9.1. APÉNDICE 1. EXPERIMENTOS 1, 2 Y 3: MATERIALES

| <i>Categoría</i> | <i>Ejemplar</i> | <i>Clase</i> | <i>Frecuencia†</i> |
|------------------|-----------------|--------------|--------------------|
| AVE              | águila          | Estudio      | 172                |
| AVE              | avestruz        | Estudio      | 116                |
| AVE              | búho            | Estudio      | 55                 |
| AVE              | cisne           | Estudio      | 21                 |
| AVE              | cuervo          | Estudio      | 59                 |
| AVE              | gallo           | Estudio      | 39                 |
| FRUTA            | cereza          | Estudio      | 168                |
| FRUTA            | fresa           | Estudio      | 202                |
| FRUTA            | manzana         | Estudio      | 262                |
| FRUTA            | naranja         | Estudio      | 240                |
| FRUTA            | plátano         | Estudio      | 228                |
| FRUTA            | uvas            | Estudio      | 107                |
| HERRAMIENTA      | afilador        | Estudio      | -                  |
| HERRAMIENTA      | clavo           | Estudio      | 55                 |
| HERRAMIENTA      | hacha           | Estudio      | 21                 |
| HERRAMIENTA      | sierra          | Estudio      | 124                |
| HERRAMIENTA      | taladro         | Estudio      | 117                |
| HERRAMIENTA      | tenazas         | Estudio      | 66                 |
| INSECTO          | abeja           | Estudio      | 182                |
| INSECTO          | araña           | Estudio      | 118                |
| INSECTO          | escarabajo      | Estudio      | 69                 |
| INSECTO          | hormiga         | Estudio      | 121                |
| INSECTO          | libélula        | Estudio      | 114                |
| INSECTO          | oruga           | Estudio      | 17                 |
| JUGUETE          | balón           | Estudio      | 82                 |
| JUGUETE          | cometa          | Estudio      | 4                  |
| JUGUETE          | globo           | Estudio      | 2                  |
| JUGUETE          | muñeca          | Estudio      | 243                |
| JUGUETE          | pelota          | Estudio      | 96                 |
| JUGUETE          | trineo          | Estudio      | -                  |
| REPTIL           | caracol         | Estudio      | -                  |
| REPTIL           | dinosaurio      | Estudio      | -                  |
| REPTIL           | lagarto         | Estudio      | -                  |
| REPTIL           | rana            | Estudio      | -                  |
| REPTIL           | serpiente       | Estudio      | -                  |
| REPTIL           | tortuga         | Estudio      | -                  |
| AVE              | faisán          | Nueva*       | 16                 |
| AVE              | flamenco        | Nueva*       | 12                 |
| AVE              | golondrina      | Nueva*       | 90                 |
| FRUTA            | higo            | Nueva*       | 40                 |

|             |             |         |     |
|-------------|-------------|---------|-----|
| FRUTA       | níspero     | Nueva*  | 19  |
| FRUTA       | nuez        | Nueva*  | 2   |
| HERRAMIENTA | alicates    | Nueva*  | 167 |
| HERRAMIENTA | regla       | Nueva*  | 2   |
| HERRAMIENTA | tuerca      | Nueva*  | 30  |
| INSECTO     | lombriz     | Nueva*  | 14  |
| INSECTO     | luciérnaga  | Nueva*  | 12  |
| INSECTO     | polilla     | Nueva*  | 60  |
| JUGUETE     | patín       | Nueva*  | -   |
| JUGUETE     | puzzle      | Nueva*  | 79  |
| JUGUETE     | yo-yo       | Nueva*  | 17  |
| REPTIL      | anfibio     | Nueva*  | -   |
| REPTIL      | iguana      | Nueva*  | -   |
| REPTIL      | víbora      | Nueva*  | -   |
| MOBILIARIO  | adorno      | Relleno | -   |
| MOBILIARIO  | aplique     | Relleno | -   |
| MOBILIARIO  | bombilla    | Relleno | -   |
| MOBILIARIO  | jarrón      | Relleno | -   |
| MOBILIARIO  | mesa        | Relleno | 269 |
| MOBILIARIO  | sofá        | Relleno | 207 |
| VEHÍCULO    | autobús     | Relleno | 168 |
| VEHÍCULO    | bicicleta   | Relleno | 164 |
| VEHÍCULO    | helicóptero | Relleno | 40  |
| VEHÍCULO    | hidroavión  | Relleno | 1   |
| VEHÍCULO    | motocicleta | Relleno | 63  |
| VEHÍCULO    | velero      | Relleno | 5   |

\*Estímulos presentes sólo para la prueba de reconocimiento de los Experimentos 2-3.

† Según la base de Battig y Montague (1969) adaptada al español por Marful, Fernández, y Díez (en preparación).

## 9.2. APÉNDICE 2: QUICK PLACEMENT TEST (QPT)

Las puntuaciones ofrecidas por el QPT según los valores propuestos por la Asociación Europea de Examinadores de Idioma (ALTE) en relación con el Marco de Referencia Europeo.

| <i>Puntuación QPT</i> | <i>Puntuación ALTE</i> | <i>Descripción nivel marco europeo</i> | <i>Puntuación marco europeo</i> |
|-----------------------|------------------------|--|---------------------------------|
| -                     | 0                      | Beginner                               | -                               |
| 30-40                 | 0.5                    | Breakthrough                           | A1                              |
| 40-49                 | 1                      | Waystage                               | A2                              |
| 50-59                 | 2                      | Threshold                              | B1                              |
| 60-69                 | 3                      | Vantage                                | B2                              |
| 70-79                 | 4                      | Efective Proficiency                   | C1                              |
| 80-90                 | 5                      | Mastery                                | C2                              |

Descripción de los niveles ALTE:

**Nivel 0.5.-** Habilidad básica para comunicar e intercambiar información.

**Nivel 1.-** El usuario es capaz de comprender información simple y expresiones frecuentes. Comienza a expresarse en contextos familiares.

**Nivel 2.-** Puede expresarse de forma general pero limitada que va más allá de la descripción de rutinas.

**Nivel 3.-** Adquisición de habilidad funcional: el usuario puede alcanzar la mayoría de las metas y expresarse en una variedad de temas.

**Nivel 4.-** El usuario es capaz de abordar temas desconocidos, emplea el idioma de un modo apropiado al contexto, con confianza.

**Nivel 5.-** El usuario se mueve más allá de la habilidad meramente instrumental. En este nivel la característica principal es lingüística. Señala la capacidad para abordar temáticas académicas o cognitivas y para usar el idioma en forma eficaz.



## 9.3. APÉNDICE 2. EXPERIMENTOS 4 Y 5: MATERIALES

| <i>Estímulo español</i><br>(entre paréntesis los<br>estímulos de los cuales<br>son clave<br>independiente) | <i>Estímulo<br/>inglés</i> | <i>Clase</i> | <i>Frecuencia<br/>español*</i> | <i>Frecuencia<br/>corregida<br/>español</i> | <i>Frecuencia<br/>inglés†</i> |
|--|----------------------------|--------------|--------------------------------|---|-------------------------------|
| abeja  | bee                        | Estudio      | 7                              | 3,5   | 11                            |
| abrigo   | coat                       | Estudio      | 79                             | 39,5  | 43                            |
| araña  | spider                     | Estudio      | 18                             | 9   | 2                             |
| bombilla   | lightbulb                  | Estudio      | 12                             | 6   | 4                             |
| caballo  | horse                      | Estudio      | 187                            | 93,5  | 117                           |
| calabaza   | pumpkin                    | Estudio      | 6                              | 3   | 2                             |
| cama   | bed                        | Estudio      | 412                            | 206   | 127                           |
| camisa   | shirt                      | Estudio      | 121                            | 60,5  | 27                            |
| cisne  | swan                       | Estudio      | 10                             | 5   | 3                             |
| clavo  | nail                       | Estudio      | 17                             | 8,5   | 6                             |
| cuchillo   | knife                      | Estudio      | 47                             | 23,5  | 76                            |
| escarabajo   | beetle                     | Estudio      | 6                              | 3   | 1                             |
| fresa  | strawberry                 | Estudio      | 8                              | 4   | 2                             |
| gusano   | worm                       | Estudio      | 15                             | 7,5   | 6                             |
| hacha  | axe                        | Estudio      | 14                             | 7   | 6                             |
| hoja   | leave                      | Estudio      | 71                             | 35,5  | 15                            |
| jarrón   | vase                       | Estudio      | 9                              | 4,5   | 4                             |
| labios   | lips                       | Estudio      | 322                            | 161   | 69                            |
| lagartija  | lizard                     | Estudio      | 0                              | 0   | 1                             |
| lobo   | wolf                       | Estudio      | 47                             | 23,5  | 6                             |
| luna   | moon                       | Estudio      | 159                            | 79,5  | 66                            |
| naranja  | orange                     | Estudio      | 33                             | 16,5  | 23                            |
| patín  | rollerskate                | Estudio      | 1                              | 0,5   | 1                             |
| pez  | fish                       | Estudio      | 59                             | 29,5  | 35                            |
| ratón  | mouse                      | Estudio      | 35                             | 17,5  | 10                            |
| serpiente  | snake                      | Estudio      | 35                             | 17,5  | 46                            |
| vela   | candle                     | Estudio      | 54                             | 27  | 18                            |
| velero   | sailboat                   | Estudio      | 2                              | 1   | 1                             |
| amenaza(calabaza)  | -                          | Clave        | 94                             | 47  | -                             |
| mesa(fresa)  | -                          | Clave        | 469                            | 234,5                                       | -                             |
| salero(velero)   | -                          | Clave        | 1                              | 0,5   | -                             |
| amigo(abrigo)  | -                          | Clave        | 362                            | 181   | -                             |
| patraña(araña)   | -                          | Clave        | 4                              | 2   | -                             |
| vieja(abeja)   | -                          | Clave        | 251                            | 125,5                                       | -                             |
| sombrilla(bombilla)  | -                          | Clave        | 14                             | 7   | -                             |
| chisme(cisne)  | -                          | Clave        | 13                             | 6,5   | -                             |
| trabajo(escarabajo)  | -                          | Clave        | 702                            | 351   | -                             |
| maletín(patín)   | -                          | Clave        | 27                             | 13,5  | -                             |
| martillo(cuchillo)   | -                          | Clave        | 15                             | 7,5   | -                             |
| rama(cama)   | -                          | Clave        | 50                             | 25  | -                             |

|                      |   |           |     |       |   |
|----------------------|---|-----------|-----|-------|---|
| paisano(gusano)      | - | Clave     | 19  | 9,5   | - |
| sonrisa(camisa)      | - | Clave     | 287 | 143,5 | - |
| facha(hacha)         | - | Clave     | 6   | 3     | - |
| pavo(clavo)          | - | Clave     | 22  | 11    | - |
| franja(naranja)      | - | Clave     | 17  | 8,5   | - |
| robo(lobo)           | - | Clave     | 27  | 13,5  | - |
| vasallo(caballo)     | - | Clave     | 3   | 1,5   | - |
| sabio(labios)        | - | Clave     | 49  | 24,5  | - |
| marrón(jarrón)       | - | Clave     | 27  | 13,5  | - |
| latón(ratón)         | - | Clave     | 9   | 4,5   | - |
| vertiente(serpiente) | - | Clave     | 22  | 11    | - |
| tela(vela)           | - | Clave     | 61  | 30,5  | - |
| tez(pez)             | - | Clave     | 19  | 9,5   | - |
| soja(hoja)           | - | Clave     | 3   | 1,5   | - |
| cuna(luna)           | - | Clave     | 29  | 14,5  | - |
| sortija(lagartija)   | - | Clave     | 4   | 2     | - |
| celo(pelo)           | - | C.relleno | 18  | 9     | - |
| cobre(sobre)         | - | C.relleno | 31  | 15,5  | - |
| consejo(conejo)      | - | C.relleno | 65  | 32,5  | - |
| mármol(árbol)        | - | C.relleno | 94  | 47    | - |

\* Según la base de Alameda y Cuetos Entre paréntesis aparece la frecuencia corregida.

† Según la base de Kucera y Francis.

