

TESIS DOCTORAL

**NATURALEZA CONTROLADA Y EFECTOS TEMPORALES DEL OLVIDO INDUCIDO POR LA
RECUPERACIÓN**

DOCTORANDA

ALMUDENA ORTEGA SEGURA

DIRECTORES

M^ª TERESA BAJO MOLINA Y CARLOS J. GÓMEZ ARIZA

DEPARTAMENTO DE PSICOLOGIA EXPERIMENTAL



UNIVERSIDAD DE GRANADA

Octubre 2011

Editor: Editorial de la Universidad de Granada
Autor: Almudena Ortega Segura
D.L.: GR 1137-2012
ISBN: 978-84-695-1051-3



UNIVERSIDAD DE GRANADA

UNIVERSIDAD DE GRANADA
DEPARTAMENTO DE PSICOLOGÍA EXPERIMENTAL

Campus Universitario de Cartuja, s/n
Teléf. +34 - 958 24 37 63 - Fax: +34 - 958 24 62 39
18071 - GRANADA - ESPAÑA

Naturaleza Controlada y Efectos Temporales del Olvido Inducido por la Recuperación

Tesis Doctoral presentada por **Almudena Ortega Segura** en el *Departamento de Psicología Experimental* para aspirar al grado de *Doctora en Psicología*, en el programa de doctorado *Psicología Experimental y Neurociencias del Comportamiento* de la Universidad de Granada. En este trabajo se han respetado las pautas que establece la normativa de la Universidad de Granada para la obtención del título de *Doctorado Europeo*.

La tesis ha sido realizada bajo la dirección de la profesora **María Teresa Bajo Molina** y del profesor **Carlos Javier Gómez Ariza**, quienes avalan la calidad de la misma, así como la formación del doctorando para aspirar al grado de doctor.

Firmado en Granada, a 10 de Octubre de 2011.

La doctoranda:

Los directores de la tesis:

Fdo.: M^a Teresa Bajo Molina

Fdo.: Almudena Ortega Segura

Fdo.: Carlos J. Gómez Ariza.

*A mis padres,
por enseñarme a sonreír*

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero dar las gracias a los jefes. Teresa y Carlos, gracias por la energía y el optimismo que transmitís, y por esa complicidad que nos permite entendernos sin dar demasiadas explicaciones. A parte de que profesionalmente sois geniales (y esa palabra se ajusta bien a lo que quiero decir) en lo personal es un placer teneros tan cerca y aprender de vosotros a cada paso. Gracias por vuestro trabajo, por vuestra disponibilidad, por tantas ideas, por la confianza en mí, las recargas de pilas, la ilusión por hacer las cosas de manera creativa, las sonrisas, los “te lo noto en la cara”, y hasta por la banda sonora de esta Tesis. En esencia, gracias por esa manera que tenéis de hacer las cosas que sólo la dá el creer en lo que se hace. Sin vosotros no entendería la ciencia de la misma manera, ni la disfrutaría tanto.

Sergio, una parte muy grande de todo esto te la debo a ti. Gracias por creer en mí desde el primer día y por enseñarme con paciencia y generosidad a dar los primeros pasos. El cariño y la ilusión con la que aprendí me acompañan a donde vaya.

Gracias a toda la gente de Jaén con la que empecé, porque me han apoyado en muchas ocasiones, especialmente a Santiago, por descubrirme un día, durante una clase, la posibilidad de colaborar en investigación y por sus palabras de apoyo en muchos momentos, y a Juani (Nana), por los momentos compartidos y por recibirme siempre con una sonrisa familiar.

A Patricia, gracias por todo el apoyo que tengo contigo desde que llegué a Granada, por escucharme, por esa visión de las cosas que tanto nos entretiene y por esos días que me has regalado en Leipzig, que han sido una experiencia genial.

Thanks to Michael C. Anderson, for offering me the opportunity to work in his lab and for the interesting comments to improve part of this work. Thanks to Sonja Kotz to receive me in her group at the Max Plank Institute.

Thanks to Penny, to let me into her home in a cold evening, and to turned to spring my winter in Scotland.

Gracias a los compañeros del departamento. Especialmente; a Leandro, por haberme ofrecido su ayuda y su paciencia en muchas ocasiones; y a Conchi, por sus ánimos y por la ayuda técnica con el formato de esta tesis. También a María, Analía, Sandra, Carolina y en general a todos aquellos que habéis estado cerca ayudándome ya sea con una conversación, un vino, un mail, una llamada , una salida al pasillo de la salabec, una terapia improvisada, un abrazo a tiempo, una maleta llena de trastos, o con lo que ha hecho falta.

A Elena, por haber sido compañera inseparable estos años, que nos dan para escribir un libro y hacer un par de pelis.

A todos los componentes del grupo de investigación, porque es estupendo teneros cerca para aprender y pasar buenos momentos con vosotros.

Gracias a las compañeras del 5D, Elena, Isa, Esther y Anissa, porque ha sido un placer llegar al piso cada día y descubrir una nueva aventura. Gracias además por vuestra ayuda en tantos momentos.

A Juanmi, principalmente por ese apoyo tan sólido y tan sincero, y también por ser un maestro genial.

A mis amigos de Linares y de todas partes, por entender mis ausencias, haber colaborado en algún "pilotillo", y sobre todo por estar siempre dispuestos para los reencuentros. Especialmente a Luis Ramón, Nati, Isa, Dori, Manu, Marta J. Tropical, Mario y a Fran, por su apoyo en muchas ocasiones.

A todas las personas mayores que me han ayudado a hacer la investigación, porque me han dado más de lo que les pedía. A todos los centros colaboradores: Centro Joaquina Eguaras, Universidad para mayores de la escuela politécnica de Linares, Aula permanente de formación abierta de la Universidad de Granada, Centro de mayores de Albolote, Residencia Entre Álamos, y Centro de salud de Maracena. Gracias también a las personas de dichos centros que me han facilitado la tarea: Isabel, Pascual, Gabriel Gómez, Manolo, Ruperto Bermejo, Mercedes Tovar y Jose María Roa.

Gracias a mi familia. A mis padres, porque sois mi brújula y porque esto es fruto de vuestro esfuerzo y vuestro apoyo, que me hace sentir fuerte en todas partes. A mi hermano, por estar siempre a mi lado y por sus abrazos tan fuertes, a Paula y a Carla, por contagiarme alegría y darme calor con cada gesto. A mis tíos y primos, que siempre tienen palabras de apoyo y ganas de buscar momentos para estar juntos. Y a mis abuelos, porque desde pequeña me han transmitido interés por las cosas, esfuerzo incansable, cariño y alegría.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1	11
Introducción	11
1. Visión general sobre el funcionamiento de la memoria. ¿Cómo se organizan y se construyen los recuerdos?	13
2. El estudio del olvido.....	18
2.1. Factores que afectan al recuerdo	19
2.2. Olvido en presencia de interferencia	21
2.2.1. Procesos de Carácter asociativo	22
2.2.2. Procesos inhibitorios en recuperación selectiva ante situaciones de competición entre estímulos	22
3. Propiedades del Olvido Inducido por la Recuperación.....	26
3.1. Olvido Inducido por la Recuperación y Control ejecutivo.	32
3.2. Efectos temporales del Olvido Inducido por la Recuperación	39
3.2.1. Efectos del esquema de práctica espaciada sobre la duración del Olvido inducido por la recuperación.	41
3.2.2. Efectos del tipo de material empleado, semántico vs episódico, sobre la duración del OIR.	44
CHAPTER 2.....	49
Overview of the Experiments	49
CHAPTER 3.....	57
Memory Inhibition, Aging and the Executive Deficit Hypothesis	57
Abstract.....	59
Introduction	60
Experiment 1	63
Method.....	65
Results and Discussion.....	66
Experiment 2	67
Method.....	69
Results and Discussion.....	70
General Discussion	73
CHAPTER 4.....	77
Revisiting the transient nature of Retrieval Induced Forgetting	77
Abstract.....	79
Introduction	80
Experiment 1	84
Method.....	84
Results and discussion	85

Experiment 2	88
Method	88
Results and discussion	88
Experiment 3	91
Method	91
Results and discussion	91
General discussion	92
CHAPTER 5	97
Low semantic involvement makes Retrieval Induced Forgetting long lasting	97
Abstract	99
Introduction	100
Experiment 1	104
Method	105
Results and discussion	108
Experiment 2	111
Method	111
Results and discussion	111
General Discussion	114
CAPÍTULO 6	119
Conclusiones Generales	117
CAPÍTULO 7	131
Referencias	131
CAPÍTULO 8	151
Anexos	151

CAPÍTULO 1

Introducción

La mayor parte de las personas piensan que la memoria es una parte del cerebro en la que guardamos una colección de nuestras vivencias particulares. En la novela “la historia interminable” (Ende, 1979), Bastian dejaba el mundo real para sumergirse en una aventura paralela donde, en ese intercambio de realidad, el único nexo entre los dos mundos se lo aportan unas frágiles bolitas de cristal con sus recuerdos, almacenadas en un recipiente mágico. En sus aventuras, el niño podía formular un deseo que le ayudaría a superar los obstáculos, a cambio de romper uno de estos recuerdos.

A menudo, cuando pensamos sobre la memoria sentimos que nuestros recuerdos son tan frágiles y tan preciados como esas cápsulas de cristal que el protagonista luchaba por conservar a toda costa para recordar cómo y de dónde venía. El olvido, por tanto, siempre se ha presentado como ese gran enemigo que amenaza con romper una parte de lo que somos y destruir nuestra identidad. Sin embargo, por otra parte, nuestra vida está llena igualmente de episodios que preferiríamos borrar permanentemente. Los poetas buscan consuelo en el olvido del amor perdido, y las novelas y películas han innovado remedios quirúrgicos que permiten a los protagonistas eliminar de su mente la sombra de unos actos erróneos. Parece, por tanto, que tan deseable es mantener un buen recuerdo como librarnos de aquel que nos impide funcionar correctamente. Pero, ¿qué decide qué recuerdos son intocables y cuales preferiríamos transformar en cápsulas de cristal para romperlas, incluso voluntariamente? El conocimiento actual sobre los procesos de memoria parece que apunta a que estamos diseñados para llevar a cabo la opción oportuna seamos o no conscientes de ello.

1. Visión general sobre el funcionamiento de la memoria. ¿Cómo se organizan y se construyen los recuerdos?

Aunque romántica, la idea de las bolitas de cristal y del recipiente acotado parece haber sido desterrada al maravilloso mundo de la narrativa. Desde hace algunos años, se concibe la memoria como un sistema en el que los recuerdos se encuentran ligados entre sí conformando una red de conocimiento (Collins y Loftus, 1975). Al igual que un mapa de carreteras, nuestros recuerdos se conectan a través de unas vías que se han ido formando con el tiempo, gracias a nuestra experiencia, y que los conectan entre sí. En estas

estructuras, al igual que en el mapa, el único problema que existe para no poder acceder a un lugar -o recuerdo- es, que no encontremos la señal, que nos hayan cortado el acceso, o bien, que el pueblo haya sido devastado.

Para explicar el funcionamiento de la memoria, parece pertinente retomar la idea de cómo el conocimiento que obtenemos de nuestras experiencias se organiza en nuestra mente. Esto, en parte, ocurre gracias a la existencia de unas redes semánticas que contienen los conceptos que vamos aprendiendo a lo largo de la vida (ver figura 1). Estas redes se van formando desde nuestra infancia gracias a la experiencia que vamos teniendo con el mundo y, de manera interactiva, sirven de soporte a través del cual se puede representar nuestro conocimiento. Por esta razón, se podría considerar que son la base para construir y recuperar nuestros recuerdos. Allan Collins y Elisabeth Loftus (Collins y Loftus, 1975) describieron un modelo de redes semánticas en el cual se basan aún los trabajos más actuales en este campo (Steyvers y Tenenbaum, 2005). Según estos autores, las estructuras de conocimiento no mantienen una composición rígida y jerárquica, idea que se había mantenido hasta ese momento (Collins y Quillian, 1969). Más bien, al principio las redes son desestructuradas y con la experiencia se van creando conexiones entre los conceptos relacionados. Gracias a eso se va conformando la organización de la red, de manera similar a como se comportan las neuronas de los bebés en los primeros meses de vida. Existen factores que hacen que algunos nodos se encuentren más cercanos entre sí que otros. Según los autores (Collins y Loftus, 1975), estos factores pueden ser de naturaleza semántica (e.g., gato y perro van a encontrarse muy cerca por pertenecer a una misma categoría semántica), o léxica, (e.g: corazón y melón pueden aparecer cercanas en la red porque comparten sonidos). Una propiedad importante del funcionamiento de las redes semánticas es que la fortaleza de las relaciones entre los nodos se ve reflejada por la longitud de la conexión que los une; esto es, cuanto más fuerte sea la relación entre dos nodos, más corto es el camino entre ellos.

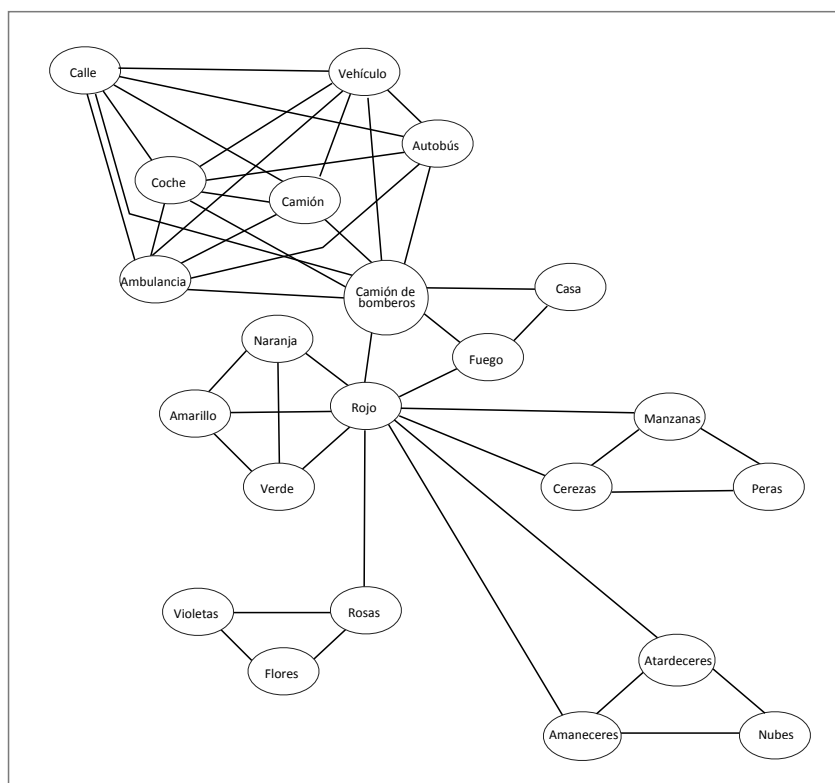


Figura 1. Ejemplo de una red semántica según el modelo de Collins y Loftus (1975). Tomada de Anderson (2009).

Quizá el concepto más influyente del modelo de Collins y Loftus (1975) es el que se refiere a la propagación de la activación. Este modelo asume que cuando un concepto (o nodo) es procesado, y se activa, se produce una propagación de esa activación a los nodos vecinos a través de las rutas que lo conecta con ellos y, a causa de esto, esos conceptos próximos se activan. Los autores describieron la manera en la que tiene lugar esta propagación de la activación a través de unas propiedades. En primer lugar afirman que la disminución en la activación es inversamente proporcional a la accesibilidad o fortaleza entre los vínculos. La activación será menor cuanto más lejos se encuentren los nodos. La segunda propiedad asegura que la cantidad de activación que recibe un nodo es la misma que la que ese nodo libera a los vínculos que le unen con los demás conceptos. Esa activación sólo se libera en un solo nodo en un momento determinado. En tercer lugar, los autores afirman que la activación decae con el tiempo y con las actividades que intervienen en el proceso de propagación. Por último, los autores proponen que cuando la activación de diferentes fuentes converge en un vínculo o sendero, (a ese punto lo llaman “intersección”), y esa suma de activaciones alcanza un

determinado umbral, el sendero de la red en el que se ha producido esa intersección será evaluado estructuralmente. De esta manera, la activación también garantiza el buen funcionamiento de la configuración de la red y propone mecanismos dinámicos para mejorarla.

El modelo de Collins y Loftus (1975), gracias a su capacidad explicativa, ha sido implementado en numerosos trabajos y se ha utilizado para estudiar el conocimiento tanto semántico, o conocimiento general de las cosas que nos rodean, como episódico. En cuanto a la construcción del conocimiento episódico, un modelo basado en las redes semánticas lo explicaría por combinaciones específicas de elementos semánticos que ocurren al mismo tiempo en acontecimientos determinados de nuestra vida.

A pesar de que las relaciones semánticas y asociativas son las centrales en el trabajo que aquí presentamos, la construcción de nuestro conocimiento no se restringe sólo a conceptos semánticos y relaciones entre ellos. Los estudios han demostrado la importancia que tiene nuestro conocimiento previo sobre relaciones temporales y espaciales de situaciones más complejas a la hora de codificar y representar la información nueva. Esta idea fue ilustrada muy bien en los experimentos clásicos de Barlett (1932). Este autor, en sus experimentos de memoria presentaba a los participantes materiales complejos, como cuentos populares propios de culturas no familiares. Los resultados mostraron que los participantes recordaban los cuentos más cortos, más coherentes y con tendencia a ajustarse a su propio punto de vista. Según este autor, el motivo de ello es que en el proceso de codificación de un material nuevo, los participantes se esfuerzan activamente por llegar al significado, intentando captar la esencia del material representado. En su teoría propone el concepto de “esquema” como una representación del conocimiento estructurada y a largo plazo, que se utiliza para dar sentido al material que se presenta y para, posteriormente, analizarlo y recordarlo. Tras Barlett, algunos autores estudiaron más detenidamente cómo serían estos esquemas almacenados en la memoria, y hablaron de scripts, conocimiento de eventos y consecuencias de esos eventos y de marcos, estructuras de conocimiento que hacen referencia a algunos aspectos del mundo (Schank y Abelson, 1977). En la actualidad, el estudio de los esquemas se lleva a cabo a través de la investigación que se ocupa principalmente de cómo estos se relacionan con las distorsiones de la memoria. En este sentido se ha demostrado que los esquemas desempeñan un papel fundamental en

determinar lo que la gente recuerda cuando se le presenta información sobre temas controvertidos. La tendencia es que la gente recuerde mejor la información coherente con sus propios puntos de vista que la información que no es coherente con su perspectiva. Esto se conoce como sesgo de consistencia. Los estudios de Wiley (2005) muestran que en las personas que conocen poco a cerca de un tema polémico, aquello que conocen suele ser precisamente la información coherente con sus propios puntos de vista. Para ellos, es más fácil añadir a su base de conocimiento información coherente con sus esquemas que información que no lo es (para una revisión véase Anderson, 2009, Capítulos 5 y 6). Al igual que la perspectiva de los esquemas, los modelos mentales (Johnson-Laird, 1978), también han servido para ofrecer una visión dinámica de la interacción entre la información nueva que adquirimos y la que tenemos previamente como proceso que ayuda a formar nuestro conocimiento sobre el mundo.

Cualquiera de estas representaciones en nuestra memoria (esquemas, modelos, o conocimiento semántico) puede activarse a través de claves externas o internas. Un ejemplo muy común para ilustrar como se activan estas representaciones puede ser aquella situación en la que estamos leyendo las noticias y encontramos una noticia sobre una ciudad en la que vive un amigo. El nombre de la ciudad servirá como clave externa para activar el recuerdo de mi amigo y, a su vez, el recuerdo de mi amigo puede actuar como clave interna para recuperar otra información asociada a él (e.g., en qué parte de la ciudad vive exactamente, a qué se dedica, cuándo fue la última vez que me encontré con él, etc.). El recuerdo tiene lugar, por tanto, en situaciones en las que, gracias a unas claves, se activan representaciones que tenemos almacenadas. Normalmente, en este proceso de activación de información se recupera tanto la información que buscamos (e.g., en qué parte de la ciudad vive) como información relacionada que en ese momento no buscamos (e.g., cuándo fue la última vez que me encontré con él). Esta activación de contenido adicional puede, o bien facilitarnos la tarea de recordar lo que queremos, o bien dificultarla, ya que la información no deseada, pero activa, en algunos casos puede dar lugar a distorsiones en el recuerdo o bien producir interferencia en la recuperación que puede llegar a causar olvido.

2. El estudio del olvido

El olvido tradicionalmente se ha entendido como un problema derivado de un mal funcionamiento de nuestra memoria. Sin embargo, esta concepción negativa del olvido ha sido reconsiderada en la actualidad y, en los últimos años, en el ámbito científico prevalece la idea de que el olvido no es lo opuesto a la memoria sino un proceso altamente adaptativo que ayuda al funcionamiento de nuestros procesos mentales (Bjork y Bjork, 1988, 1996; Altmann y Gray, 2002).

Los primeros trabajos empíricos sobre el olvido se atribuyen a Ebbinghaus. Este autor fue el primero en querer estudiar la memoria desde un punto de vista científico. Para ello, Ebbinghaus (1885) diseñó un procedimiento, el método del ahorro, y elaboró un material altamente controlado, las sílabas sin sentido. Con el método del ahorro, Ebbinghaus demostró que con el paso del tiempo la información se olvidaba, ya que eran necesarias cada vez más re-exposiciones al material para volver a recordarlo en su totalidad. En la representación gráfica de los resultados, se percibía cómo el recuerdo decaía sobre todo en los primeros momentos, para mantenerse estable a largo plazo (ver figura 2). Debido a la forma de esa distribución, nació la idea de su famosa curva del olvido. El olvido de la información, por tanto, fue atribuido en un primer momento al paso del tiempo.

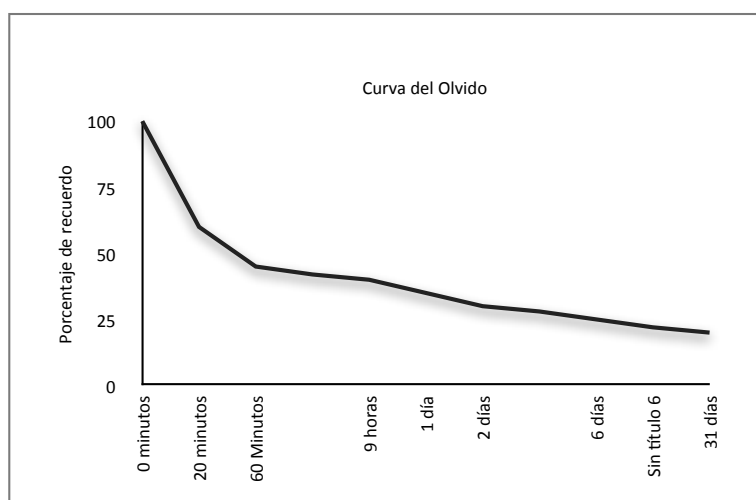


Figura 2. Curva del olvido de Ebbinghaus (1913).

2.1. Factores que afectan al recuerdo

Como hemos visto con los estudios de Ebbinghaus, uno de los factores que puede generar el olvido de la información es el paso del tiempo. La idea es que este factor podría debilitar las huellas de memoria haciéndolas menos accesibles; lo que se llama decaimiento de la huella.

Algunas propuestas sobre el decaimiento lo entienden como una desactivación gradual de la huella. Según esta perspectiva el tiempo degrada la activación del ítem a pesar de que este continúe estando almacenado en nuestra memoria. Esta idea se demuestra en los estudios de priming de repetición y de familiaridad en el reconocimiento (Eichenbaum, 1994; McKone, 1998; Yonelinas y Levy, 2002). Otra interpretación del decaimiento sería aquella que habla de que, con el paso del tiempo, además del cambio en los niveles de activación se producen cambios estructurales en la memoria. Según esta última idea, podría existir un mecanismo neurológico responsable del decaimiento, una especie de proceso metabólico que desgastaría o sobrescribiría las conexiones sinápticas con el paso del tiempo. En organismos como la *Aplysia*, el paso del tiempo produce una degradación de las conexiones sinápticas entre las neuronas (Bailey y Chen, 1989), por lo que no se descarta que algún proceso similar actúe también en humanos.

Sabemos que el decaimiento de la huella de memoria determina, en parte, la pérdida de información en la memoria de trabajo (Broadbent, 1958; Baddeley, 1986; Cowan, 1988; Page y Norris, 1998; Towse, Hitch y Hutton, 2000; Gold, Murray, Sekuler, Bennet y Sekuler, 2005). Sin embargo, estudiar experimentalmente cómo afecta el decaimiento a la memoria a largo plazo es complicado. El principal problema que se plantea es aislar el paso del tiempo de la ausencia de otras actividades, como podrían ser el repaso, las fluctuaciones del contexto o la interferencia, condiciones de control que en la práctica resultan difíciles de conseguir.

Además del paso del tiempo otro de los factores que favorece la aparición del olvido es el fallo en la codificación. Un ejemplo muy claro de este tipo de olvidos es el que experimentamos cuando queremos recuperar detalles específicos de objetos cotidianos (Nickerson y Adams, 1979; Weiten y Wayne, 1995). En el experimento clásico de

Nickerson y Adams (1979) se pedía a estudiantes estadounidenses que dibujaran una moneda de 1 centavo y pocos participantes eran capaces de hacer la tarea correctamente. Este resultado fue explicado en base a un fallo en la codificación. Los elementos familiares, a pesar de ser frecuentes en nuestras vidas, raramente llegan a codificarse en detalle, y esto facilita el que no recordemos sus características exactas. Otros estudios muestran cómo, en una tarea de memoria, dividir los recursos atencionales durante el proceso de codificación disminuye el recuerdo posterior (Naveh-Benjamin, Kilb, Fisher, 2006). Naveh-Benjamin et al., (2006) demostraron que el hecho de introducir una tarea dual en la fase en la que los participantes se estudiaban la información disminuía el recuerdo posterior. Este efecto negativo sobre el recuerdo no se producía, sin embargo, si la tarea dual se realizaba mientras los sujetos repasaban información ya estudiada.

Otras situaciones en las que se puede producir olvido son aquellas en las que se produce un cambio entre el contexto de codificación y el de recuperación. Todos hemos tenido la experiencia de ir a una habitación de nuestra casa y no recordar el motivo que nos ha hecho llegar allí. Los cambios entre las condiciones contextuales en las que se codifica la información y las condiciones en las que pretendemos recuperarla pueden ocasionar variaciones en las claves de recuperación y esto, a su vez, dificultar el acceso a nuestros recuerdos. Por ese motivo, en ese tipo de situaciones nos ayuda a recordar el volver al sitio original donde pensamos la acción que íbamos a desarrollar en la otra habitación. Se ha demostrado que la memoria puede ser dependiente de las claves asociadas al entorno externo, como las claves físicas, (Godden y Baddeley, 1975) ó al interno. Entre estas últimas podemos considerar los cambios en el estado de ánimo (Eich, Macaulay y Ryan, 1994) o bien variables relacionadas con el contexto cognitivo en el que se codifica la información: ideas, pensamientos y conceptos a los que se presta atención durante la codificación (Marian y Neisser, 2000).

Otro factor que produce olvido es la interferencia. Con el tiempo almacenamos muchas experiencias nuevas, y el aumento de información relacionada con la información ya codificada puede causar dificultad en el acceso a un recuerdo específico. En general, a cualquier efecto negativo que surja en la memoria por la presencia de varios recuerdos que actúan como competidores a la hora de la recuperación se denomina interferencia. Ya que el olvido por interferencia y los mecanismos que se ponen en marcha en presencia

de interferencia va a ser el objeto de estudio de los experimentos que presentamos en la tesis, la siguiente sección la dedicamos a revisar los procedimientos que se han utilizado y las teorías que se han propuesto sobre el olvido en presencia de interferencia.

2.2. Olvido en presencia de interferencia

Existen diferentes procedimientos experimentales que ponen de manifiesto cómo en situaciones de interferencia se produce olvido de información. Tradicionalmente estos efectos de interferencia se han estudiado con procedimientos clásicos como el paradigma de interferencia proactiva, en el que la información antigua impide el recuerdo de información nueva, o de interferencia retroactiva (Muëller y Pilzecker, 1900), en el que la información nueva dificulta el acceso a la información antigua. Más recientemente se han desarrollado otros procedimientos como el de señalamiento de una parte del conjunto o part-list cuing (PLC) (Slamecka, 1968), o el de práctica en la recuperación (PR) (Anderson, Bjork y Bjork, 1994), que también reproducen experimentalmente interferencia entre los trazos y, como consecuencia, olvido.

En el primero de estos procedimientos (PLC) se observa cómo, tras el estudio de una lista de elementos, el recuerdo de los participantes en el momento del test es inferior si se presenta parte de la lista como clave para recuperar el resto de los elementos, en comparación con el recuerdo en una condición control en la que no se aportan esas claves. El proporcionar como claves parte de los elementos estudiados produce interferencia entre los trazos a la hora de recordar el resto de los elementos (Nickerson, 1984; Roediger y Neely, 1982; Aslan y Bäuml, 2007; Iglesias-Parro, Arias y Ortega, 2008).

El paradigma de PR se ha utilizado para estudiar el olvido inducido por la recuperación (OIR), un efecto de olvido que se produce como consecuencia de la recuperación activa de la información. Este procedimiento consta de tres fases: en una primera los participantes estudian un material que está organizado en categorías. La manera de presentar el material para el estudio es presentar pares de palabras categoría-ejemplar (por ejemplo, Flor-Violeta, Árbol-Olivo, Flor-Margarita, Árbol-Tilo). En una segunda fase se presentan a los participantes pistas para que recuerden, de manera repetida, la mitad de los ejemplares de la mitad de las categorías (por ejemplo, Flor-Vi___). A estos elementos les llamaremos Rp+. Como consecuencia de la presentación de la clave

compartida (en este caso flor) van a activarse todos los elementos estudiados asociados a esa clave creándose una situación de competición entre los trazos que se necesitan seleccionar en ese momento (violeta) y los trazos de la misma categoría que no son necesarios, pero que han sido activados con la clave flor (margarita). Estos últimos elementos se llamarán $Rp-$. Es en ese momento donde se crea la situación de interferencia entre los trazos. Entre esta segunda fase y la tercera normalmente se suele introducir una tarea distractora con el objetivo de eliminar el posible efecto que pueda tener el hecho de que se encuentren activos en la memoria a corto plazo los elementos repasados en esta segunda fase. Por último, en la tercera fase, los participantes pasan por una prueba de memoria en la que se comprueba el recuerdo de los elementos estudiados en la fase de estudio. En esta prueba normalmente se suelen observar dos efectos; el primero es un efecto de facilitación de los elementos que se acaban de practicar en la segunda fase ($Rp+$), en el ejemplo sería el elemento "Violeta". El segundo efecto que se encuentra, y que da nombre a este tipo de olvido, es una disminución en el recuerdo de los elementos que no han sido practicados en la segunda fase, pero que pertenecen a categorías que sí lo han sido ($Rp-$), en el ejemplo sería "Margarita". Tanto el efecto de facilitación como el de olvido se obtiene comparando los elementos $Rp+$ (para el caso de la facilitación) o $Rp-$ (para el caso del olvido) con aquellos elementos de categorías que se estudiaron al principio pero que no aparecen en la segunda fase (ítems Nrp), y que por este motivo funcionan como control. Puesto que ni los $Rp-$ ni los Nrp han sido practicados en la segunda fase, se asume que el porcentaje de recuerdo inferior de los $Rp-$ comparados con los Nrp se debe al efecto de esa resolución de la interferencia.

La interferencia entre los trazos puede resolverse a través de dos tipos de procesos: procesos de carácter asociativo o procesos inhibitorios.

2.2.1. Procesos de carácter asociativo

Sabemos que el hecho de practicar el recuerdo de un elemento mediante ciertas claves facilita la recuperación posterior de ese elemento. Sin embargo, ese fortalecimiento entre la clave y el elemento en cuestión puede provocar, según las teorías asociativas, una disminución en la fuerza asociativa que une la clave y otros elementos menos practicados. Se asume que en diferentes ocasiones el olvido podría estar causado

por este fortalecimiento entre las asociaciones de la clave con ciertos ejemplares que debilitaría la relación con el resto de los ejemplares asociados. La competición que se produce entre ejemplares más o menos activos asociados a una misma clave ha sido reconocida tradicionalmente como una de las causas principales para provocar una situación de olvido por interferencia (McGeoch, 1942; Melton y Irwin, 1940; Anderson, 1983; Mensink y Raaijmakers, 1988).

Un mecanismo asociativo que actúa en situaciones de interferencia es el bloqueo. El supuesto fundamental del que parte la idea del bloqueo es que los recuerdos compiten para el acceso a la consciencia cuando se proporciona una clave que comparten. El fenómeno de bloqueo se entiende como la oclusión de la vía de recuperación de un elemento con su clave asociada, que se produce debido al fortalecimiento de la conexión entre esa misma clave con otro elemento asociado (para una revisión Anderson y Bjork, 1994). En esta situación, al presentar la clave compartida los elementos más activos serían más fácilmente recuperados, mientras que el resto permanecerían inaccesibles. Un concepto relacionado con el de bloqueo es el olvido por interferencia de salida (Tulvin y Arbuckle, 1963, Anderson y Neely, 1996 para una revisión). Este tipo de olvido se produce a la hora de generar elementos de una lista. En esta situación la recuperación de los elementos que se enumeran en primer lugar puede causar el olvido de los elementos que les suceden. La activación de los elementos que se produce en los primeros momentos de la enumeración podría bloquear al resto de los elementos.

El bloqueo o la interferencia de salida podrían estar implicados en los efectos de olvido que se observan, por ejemplo, en procedimientos que producen interferencia entre los trazos como el PLC o el RP. En PLC, el hecho de presentar como claves la mitad de la lista podría fortalecer las asociaciones entre la clave (nombre de la lista) y estos primeros ejemplares, bloqueando el acceso al resto de los elementos. El OIR también podría explicarse desde el punto de vista de la teoría de la interferencia clásica de la competición de respuestas de McGeoch (1942). Desde este punto de vista, la práctica en la recuperación de los Rp+ en la segunda fase, haría que estos elementos ganasen activación y, al llegar a la prueba de memoria (tercera fase), esta sobreactivación de los Rp+ podría impedir el acceso a los elementos menos activos (Rp-) produciendo un efecto de oclusión o bloqueo. Sin embargo, se ha demostrado que la simple existencia de procesos de olvido de orden asociativo no puede explicar las características que tiene el

tipo de olvido que se produce en estos paradigmas, especialmente en el caso del OIR (Anderson y Bjork, 1994),-como veremos más adelante al analizar sus propiedades-, y en algunos casos en el PLC (Aslan y Bäuml, 2007).

Es por ello que se ha reconocido la existencia de otro tipo de proceso, la inhibición, que podría tener entre sus funciones la de resolver la competición entre los trazos que se produce en situaciones de interferencia (Anderson y Bjork, 1994).

2.2.2. Procesos inhibitorios en recuperación selectiva ante situaciones de competición entre estímulos

El concepto de inhibición psicológica se remonta a principios del siglo pasado, habiendo sido utilizado por autores como William James, aunque con un significado más cercano al ámbito conductual. Sin embargo, desde hace unos años, se ha retomado el término inhibición para redefinirlo como un proceso psicológico que depende de recursos atencionales y que puede actuar como mecanismo de control de interferencia en el ámbito de la memoria.

La idea fundamental que existe detrás del concepto de inhibición actual es que los mismos procesos que se encargarían, en el ámbito conductual, de parar las acciones no deseadas, se encargan también de producir inhibición de los trazos no deseados, o irrelevantes, en la memoria (Anderson y Bjork, 1994). A la inhibición, desde este punto de vista, se le atribuyen dos características que la diferencian de las anteriores explicaciones del olvido (Anderson, 2007): en primer lugar, se asume que la inhibición es producida por la actuación de procesos de control ejecutivo. Estos procesos atencionales funcionan como un mecanismo externo y activo, que actúa directamente sobre la huella de memoria. Este carácter externo y activo diferencia a la inhibición del decaimiento. La segunda característica consiste en que la inhibición en la memoria es capaz de modificar directamente la activación del trazo, dejando intactas las relaciones asociativas entre éste y las demás huellas conectadas a él. Esta segunda característica la diferencia de la interferencia, que explica el olvido a través del daño en la clave o en las conexiones (e.g., bloqueo o desaprendizaje).

Precisamente, uno de los efectos de olvido mencionados anteriormente, el Olvido Inducido por la Recuperación (OIR) (Anderson et al., 1994), es el que actualmente mejor

pone de manifiesto cómo actúa la inhibición sobre la memoria ante situaciones de interferencia. Al explicar anteriormente cómo se produce este efecto a través del paradigma de práctica en la recuperación, veíamos que en la fase de práctica en la recuperación se produce una situación de interferencia al presentar una clave común (Flor) para recordar tan solo algunos de los ejemplares de esa categoría (Flor-vi___). Decíamos que esa clave activa todos los elementos de la categoría flor, mientras que sólo se requiere el recuerdo de uno de ellos (violeta). Por tanto, el resto de los elementos asociados, como margarita, compiten con el elemento objetivo para su recuperación. Según Anderson et al., (1994), esa situación de competición es resuelta gracias a procesos de control atencional que actúan inhibiendo los elementos que compiten (Rp-) para ayudar al proceso de selección de los elementos que requiere la tarea,(Rp+) (ver figura 3).

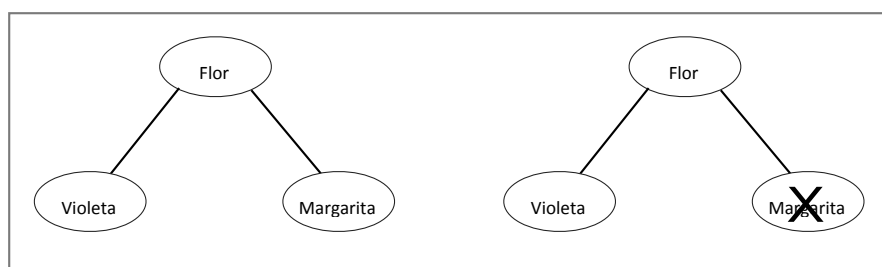


Figura 3. Situación de competición entre dos trazos y resolución desde el punto de vista inhibitorio. Adaptado de Anderson (2006).

Como consecuencia de la inhibición de los elementos Rp- en la fase de práctica, el recuerdo de estos elementos va a ser inferior al de la línea base (Nrp) en un test de memoria posterior, y a ese efecto de olvido es el que se denomina Olvido Inducido por la Recuperación (OIR). Un aspecto importante del OIR es que se observa utilizando diferentes tipos de pruebas de memoria: recuerdo libre (Anderson et al., 1994), reconocimiento (Gómez-Ariza, Lechuga, Pelegrina y Bajo, 2005) recuerdo con claves específicas (Anderson, Bjork y Bjork, 2000), o recuerdo con claves independientes, es decir con claves de recuperación que no han aparecido asociadas al elemento en ninguna fase de la tarea (Anderson y Spellman, 1995).

La atribución del efecto de OIR a procesos asociativos ha sido descartada gracias a la evidencia experimental que demuestra que tal efecto cumple unas propiedades

determinadas que hacen difícil explicar el efecto desde las teorías asociativas (Anderson, 2005).

3. Propiedades del Olvido Inducido por la Recuperación

La primera de estas propiedades apunta a que es un efecto específico de la recuperación, es decir, para que se produzca la inhibición en el OIR es necesario que haya intentos de recuperar algo de la memoria. Esta recuperación que se produce a través de unas claves específicas va a promover la competición entre esos ejemplares requeridos por las claves y los ejemplares asociados a estos, lo que finalmente desencadenará la inhibición. A pesar de que tanto la práctica en la recuperación como el estudio extra fortalecen el recuerdo de los elementos practicados o estudiados de manera equivalente, sólo la práctica en la recuperación empeora el recuerdo de los competidores no practicados. Parece haber algo cualitativamente diferente en el proceso de buscar activamente en nuestra memoria para recuperar un recuerdo, que es lo que hace que produce ese olvido de los Rp-. Este hecho no favorece la hipótesis del bloqueo, ya que predice que el fortalecimiento que se produce con la práctica debería perjudicar la recuperación de los competidores, con independencia de si ese fortalecimiento se realiza mediante la práctica en la recuperación o el re-estudio. Anderson, Bjork y Bjork, (2000), realizaron un estudio en el que demostraron esta cuestión. Los autores, dividieron a sus participantes en dos grupos, uno de ellos realizó la fase de práctica en la recuperación de manera estándar, se les presentaba el nombre de la categoría y las dos primeras letras del ejemplar que tenían que recuperar (e.g., Fruta-na ____). Al otro grupo, se les presentaron en la fase de práctica, los mismos ejemplares que al grupo anterior, el mismo número de veces, pero, en lugar de presentarles una pista para que recuperaran los ejemplares, la pista era para que recuperasen la categoría y no el ejemplar, que se presentaba íntegro (e.g., Fr____naranja). Los autores observaron OIR tan sólo en el grupo que recuperó activamente el ejemplar a través de las pistas proporcionadas, y no en el que recuperó la categoría. Estos resultados apoyan la idea de que el OIR no está causado por un incremento en la competición que se produce como causa del mero fortalecimiento de los Rp+, idea que podrían argumentar las hipótesis asociativas, sino que los procesos inhibitorios actúan de manera específica ante una situación de recuperación.

La segunda propiedad del OIR muestra que es independiente del fortalecimiento de las asociaciones en la fase de práctica. Esto quiere decir que la magnitud del efecto de olvido de los Rp- no parece estar relacionada con la fortaleza de las asociaciones clave de recuperación-elementos practicados que tiene lugar en la fase de práctica en la recuperación. Exposiciones repetidas a los elementos practicados, que podían tener un efecto parecido al de la práctica en la recuperación, se ha demostrado que no aumentan el efecto de OIR (Anderson, Bjork, y Bjork, 2000; Ciranni y Shimamura, 1999; Bäuml, 1996, 1997, 2002). Para ilustrar esta característica del OIR también podemos hacer referencia a los experimentos realizados con el “Paradigma de la Práctica en la recuperación imposible” (Storm, Bjork, Bjork y Nestojko, 2006). Este paradigma supone una modificación de la tarea original de Anderson et al. (1994). En estos experimentos, los participantes pasan por una tarea similar a la de OIR. Por tanto, en la fase de estudio, a los participantes se les presenta un material organizado en categorías. En la segunda fase se presenta como pista para la recuperación, al igual que en el paradigma original, el nombre de la categoría y las dos primeras letras del ejemplar que tienen que recuperar. Sin embargo, a diferencia del paradigma original, en este caso, los participantes se encuentran con una clave que no les conduce a ningún ejemplar estudiado ya que las dos primeras letras del ejemplar que tienen que recuperar, no pertenecen a ningún ejemplar que haya aparecido asociado a esa categoría. Por tanto, los participantes hacen el esfuerzo de recuperar las palabras de esa categoría que compiten entre sí, pero no se selecciona ninguna porque simplemente esa pista no es válida y no se corresponde con ningún ejemplar. Cuando en la tercera fase, se les pide el recuerdo de todos los ejemplares estudiados, se obtiene que aún en condiciones en las que no se llega a seleccionar ningún ejemplar, y por tanto no existe facilitación de los Rp+, se observa OIR. Esto descarta la explicación asociativa del bloqueo como mecanismo explicativo del OIR, porque demuestra que el olvido se produce en ausencia del fortalecimiento de los Rp+ que daría lugar al bloqueo de los Rp-. El efecto tiene lugar debido a la competición entre los ejemplares, ya que se intenta buscar, aunque sin éxito, el ejemplar que coincide con la clave.

La tercera propiedad del OIR es que es dependiente de la interferencia, es decir, para que se produzca la inhibición de los Rp- es necesario crear una situación de interferencia en la cual los elementos requeridos compitan con otros por la recuperación.

A mayor competición, mayor será la necesidad de inhibir para facilitar la selección. En este sentido, se ha demostrado que cuando utilizamos los elementos más representativos de una categoría como Rp-, se observa un mayor efecto de OIR. Estos se inhiben con más facilidad puesto que se asume que producen más interferencia, compiten más con los Rp+, y por lo tanto deben ser suprimidos con mayor intensidad. Anderson et al., (1994) demostraron esta propiedad del OIR utilizando para su experimento ejemplares muy fuertes de una categoría (e.g. Naranja en la categoría de fruta) frente a otros más débiles (e.g. Kiwi). Shivde y Anderson (2001) encontraron el mismo resultado utilizando en una tarea de práctica en la recuperación significados asimétricos de palabras homógrafas. En este caso, demostraron un efecto de olvido mayor para el significado dominante frente al menos común. Un argumento que va a favor de esta propiedad del OIR proviene de los trabajos que demuestran que el efecto de olvido desaparece con la integración de los elementos que componen una categoría. Anderson y McCulloch (1999) demostraron que si, durante la fase de estudio, daban a los participantes instrucciones para que relacionaran los ejemplares de la misma categoría, el efecto de OIR no se producía. Los autores explican este hecho en base a que cuando se forman conexiones entre los diferentes ejemplares que comparten la misma clave, la tendencia de estos ejemplares a competir entre ellos durante la fase de práctica en la recuperación disminuye. Es decir, si se elimina la competición, no se produce inhibición. Asimismo, se ha demostrado que se puede potenciar esta competición durante la fase de práctica utilizando el procedimiento de “pre cuing” (Bajo, Gómez-Ariza, Fernández y Marful, 2006). A través de este procedimiento, en la fase de práctica en la recuperación se expone a los participantes, durante unos segundos, a la pista relativa a la categoría antes de presentarles la pista específica del ejemplar. A través de esta modificación ha logrado potenciar la competición entre los ejemplares, y el efecto de OIR.

Una cuarta característica del OIR, es su independencia de la clave. El efecto de olvido sobre los Rp- se puede observar aunque se utilicen en la fase de test claves de recuperación que no fueron presentadas durante el estudio o durante la fase de práctica en la recuperación. Esta propiedad se ha demostrado en varios trabajos (Anderson y Spellman, 1995; Radvansky, 1999; Anderson y Bell, 2001, Anderson, Green, y McCulloch, 2000; MacLeod y Saunders, 2005). Anderson y Spellman (1995) plantearon lo siguiente: si el efecto de OIR se debiese a un problema de oclusión, producido porque la recuperación

de los elementos más activos ($Rp+$) bloquea en el test la salida de los elementos menos activos de la misma categoría ($Rp-$), los trazos podrían encontrarse accesibles utilizando una clave que no compartieran $Rp+$ y $Rp-$. En el ejemplo de las flores que utilizamos para explicar el OIR, podríamos trasladar la lógica de la prueba independiente de la siguiente manera: “Margarita” puede haber sido olvidada porque se ha practicado “Violeta”, que estaba asociada a la misma clave “Flor”, y la recuperación repetida de “Violeta” ha bloqueado la vía de acceso a “Margarita”. Sin embargo, si en lugar de utilizar la clave “Flor” para recuperar “Margarita” utilizamos otra, como puede ser “cóctel”, el trazo “Margarita” podría ser recuperado a través de otra vía de acceso (ver figura 4). Lo que demuestran los experimentos realizados con el procedimiento de la prueba independiente (Radvansky, 1999; Anderson y Bell, 2001; Anderson, et al., 2000; MacLeod y Saunders, 2005), es que aún cuando se presenta este tipo de claves, que podrían facilitar el acceso al trazo por otra vía diferente, el elemento inhibido ($Rp-$) permanece en ese estado de baja activación y no logra ser recuperado. Este resultado se considera un argumento a favor de la explicación inhibitoria del OIR, y descarta la hipótesis del bloqueo asociativo. Si el olvido de los $Rp-$ estuviese causado por bloqueo, estos elementos podrían ser recuperados utilizando una clave nueva, diferente a la que comparten $Rp+$ y $Rp-$.

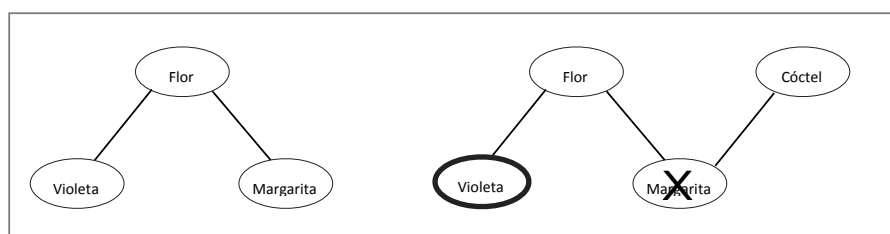


Figura 3. Esquema de un ejemplo de clave independiente. Adaptado de Anderson (2006).

Generalizando la lógica de la prueba independiente, algunos autores han demostrado que el OIR no sólo es independiente de la clave, sino también del tipo de prueba de memoria. Se han diseñado diferentes tipos de test que se han adaptado a la fase final de paradigma de práctica en la recuperación y se ha comprobado que el efecto de OIR se encuentra utilizando incluso pruebas indirectas de memoria. Bajo et al., (2006), demostraron, que el OIR se produce no sólo ante situaciones de competición semántica, sino que se puede desencadenar ante estímulos que comparten una misma categoría léxica. En este mismo estudio, los autores demostraron que los elementos $Rp-$

permanecían inaccesibles tanto si en la prueba de recuerdo utilizaban como clave el principio de la palabra (e.g., RE-Rec__) (Experimento 2), clave utilizada en la fase de práctica en la recuperación, como si utilizaban el final de la misma (e.g., __ceta) (Experimento 3) lo cual constituye una adaptación de la prueba independiente. Siguiendo con la generalización de la prueba independiente, podemos observar que se ha encontrado OIR utilizando como test tareas de decisión léxica (e.g., Veling y Van Knippenberg, 2004), o incluso una tarea de toma de decisiones (Iglesias-Parro y Gómez-Ariza, 2006). Iglesias-Parro y Gómez-Ariza (2006) encontraron que el efecto del OIR sobre el recuerdo de las características de dos candidatos, podía influir en la toma de decisiones sobre el más adecuado para un puesto de trabajo. Los autores, presentaban en la fase de estudio, el nombre y las características de dos candidatos igualmente cualificados, ambos estaban compuestos por tres rasgos neutros y tres cualidades positivas para el puesto de trabajo elegido (Teleoperador). En la fase de práctica en la recuperación, los participantes practicaban los rasgos neutros de uno de los candidatos. Tras esto, se presentaba una tarea de decisión, en la que se les preguntaba a los participantes cuál de los candidatos era el más adecuado para el puesto de trabajo. La última fase era una prueba de recuerdo con claves. Los autores, observaron el efecto de la inhibición sobre el porcentaje de recuerdo de las características no practicadas del candidato practicado (Rp-). Y además, en la prueba de elección, un porcentaje elevado de los participantes (79%) se decantaban por el candidato no practicado. Este resultado, se interpretó en base a la inhibición de las cualidades positivas del candidato practicado (Iglesias-Parro y Gómez-Ariza, 2006).

Otro hallazgo especialmente llamativo y relevante desde el punto de vista teórico es aquel que demuestra que se produce OIR cuando utilizamos como prueba final un test de reconocimiento (Gómez-Ariza, et al., 2005; Hitch y Starns, 2004). En un test de reconocimiento se presentan los nombres de los elementos estudiados en la primera fase, mezclados con otros nuevos (de las mismas categorías y de categorías nuevas) y se pide al participante que responda si ese elemento ha sido estudiado previamente. En estas condiciones, lo que sucede en un experimento de OIR es que los participantes reconocen los elementos Rp- con una menor probabilidad que los Nrp, a pesar de que se les presenta físicamente. Por tanto, los participantes parecen no poder acceder al trazo correspondiente y descarta la idea de que el problema esté en el debilitamiento de la vía de acceso (Gómez-Ariza et al., 2005; Hitch y Starn, 2004, Ortega et al., en prensa; Román

et al., 2009; Spitzer y Bäuml, 2007; Spitzer, Hanslmayr, Opitz, Mecklinger y Bäuml, 2009; Verde, 2004). De hecho, algunos estudios muestran que el efecto de olvido no sólo se produce al comparar los porcentajes de éxito en la tarea de reconocimiento, sino también se produce un efecto en los tiempos de respuesta (Gómez-Ariza et al., 2005; Román et al., 2009). Los participantes tardan más en responder a los Rp- que a los Nrp, efecto de olvido, y se tarda menos en responder a los Rp+ que a los Nrp, efecto de facilitación.

El hecho de obtener OIR con una prueba de reconocimiento es importante por varios motivos, el primero de ellos es el hecho de que nos permite descartar que el olvido de los Rp- se ha producido en el momento del test por interferencia de salida, esto es por la oclusión en las vías de recuperación. El segundo motivo, relacionado con el primero es que el hecho de utilizar una prueba de reconocimiento descarta el problema de los costes y beneficios (Anderson y Levy, 2007). El problema de los costes y beneficios se refiere a que en una tarea de Olvido Inducido por la Recuperación existen dos procesos que causan el olvido, por un lado la inhibición y por otro lado la interferencia. En la fase de práctica en la recuperación, cuando el trazo objetivo (A) entra en competición con el irrelevante (B), los procesos de control actúan inhibiendo al trazo irrelevante (B), lo que provoca que su recuperación en el momento del test sea más difícil (coste). Sin embargo, los procesos inhibitorios también podrían ponerse en marcha en la situación del test, donde se requiere la recuperación tanto de A como de B, para superar la interferencia que produce la activación de A sobre el recuerdo de B (beneficio).

Según Anderson y Levy (2007) en las poblaciones en las que se ejerce un menor control inhibitorio sobre los trazos, la interferencia que se produce por la sobre activación de A en el momento del test cobra más importancia a la hora de producir el efecto OIR, por tanto, podemos observar los mismos resultados de OIR en diferentes poblaciones con diversos recursos de control, gracias a la acción conjunta de ambos procesos, inhibición e interferencia (ver figura 5). Como veremos posteriormente relacionado con nuestro Capítulo 3, este problema de los costes y beneficios es revisado en nuestro artículo Ortega et al., (en prensa) por dos motivos: primero, porque se controla la interferencia con una prueba de reconocimiento, y segundo, porque se demuestra que poblaciones con recursos de control menores, pero suficientes para desencadenar la inhibición en situación de competición entre estímulos, pueden mostrar OIR eliminando cualquier efecto de la interferencia. En cualquier caso, es importante reconocer que en una tarea

como el OIR, que ha sido diseñada para producir competición entre los trazos, es difícil eliminar por completo el efecto de sobre activación de los trazos, es por ese motivo que es importante, si queremos atribuir nuestros resultados a la inhibición que se diseñen tareas en las que se controlen, posibles factores que, como ya hemos visto antes puedan causar olvido por factores asociativos.

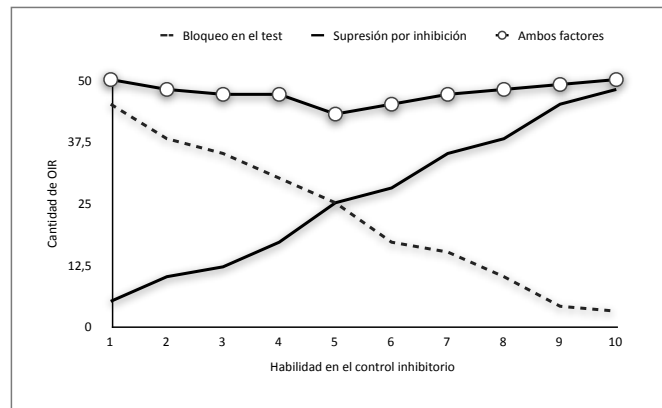


Figura 5. Ilustración del problema de los costes y beneficios en el OIR. Adaptado de Anderson y Levy (2007).

Además de estas cuatro propiedades, podemos añadir otras dos que fueron igualmente definidas al principio de la investigación con OIR (Anderson et al., 1994) pero que después, aún habiendo recibido mucho tratamiento experimental, no se han conseguido definir de una manera satisfactoria. Se trata, por un lado del posible carácter controlado del OIR y, por otro, de los efectos temporales de la inhibición en el OIR. Debido a que el estudio de ambas propiedades es el objetivo a tratar en este trabajo, se retomarán más adelante en capítulos separados y se planteará la manera en la que se pretende resolver su definición a través de la evidencia aportada en los capítulos experimentales.

3.1. Olvido Inducido por la Recuperación y Control ejecutivo.

Una vez que se ha asumido la participación de la inhibición en el OIR, descartando que se produzca únicamente por fenómenos asociativos, una nueva cuestión que se plantea es definir la naturaleza exacta de ese mecanismo inhibitorio que participa en el OIR.

El concepto de Anderson y sus colaboradores (Anderson, 2003; Anderson y Levy, 2002) sobre la inhibición es unitario. Ellos consideran los procesos inhibitorios que actúan durante el proceso de práctica en la recuperación en el OIR son los mismos que aquellos que participan en tareas de parada o selección de pensamientos y respuestas motoras (Anderson y Weaver, 2009) o en otros dominios cognitivos como el lenguaje (Levy, McVeight, Marful y Anderson, 2007) y la atención. También piensan que es el mismo tipo de inhibición que actúa en tareas como el Think/No Think o el Olvido Dirigido en que se pide al sujeto que olvide de forma intencional parte de la información.

Sin embargo, existen autores que defienden una postura diferente (Andrés, Guerrini, Phillips y Perfect, 2008; Harnisfeger, 1995) y apuntan a que al menos se pueden distinguir dos tipos de procesos inhibitorios: la inhibición controlada e intencional y la inhibición automática. El primer tipo de inhibición actuaría en situaciones que requieren el control voluntario para parar la intrusión de contenido no deseado en la recuperación, y que depende de recursos ejecutivos de control como en el caso de tareas como el Olvido Dirigido o el Think/No Think. Mientras que el segundo tipo de inhibición sería el encargado de actuar en tareas como el OIR.

En gran medida según estos autores la diferencia entre inhibición automática y controlada está en la intencionalidad. Por ejemplo, el Olvido Dirigido (OD) se refiere a la disminución en el recuerdo que se produce debido a una instrucción de olvido sobre un material seleccionado. La inhibición intencional se suele explorar a través del método de la lista (Bjork y Bjork, 1996; Bjork, Bjork y Glenberg, 1973; Sahakyan y Delaney, 2003). Mediante este procedimiento, los participantes se dividen en dos grupos, en ambos casos todos los participantes estudian dos listas de memoria y posteriormente se le pregunta por el recuerdo de ellas, la diferencia es que a uno de los grupos, el grupo experimental, tras el estudio de la primera lista se les da la instrucción de olvidarla y tras esto se les presenta una segunda lista para estudiar. Al otro grupo de participantes, no se les dice nada, y simplemente se les presenta la segunda lista, este será el grupo control. Los resultados del grupo experimental, muestran un recuerdo más bajo de los elementos de la primera lista, comparado con el recuerdo de esta lista en el grupo control. Además se observa un beneficio en el recuerdo de la segunda lista para el grupo experimental. Por tanto, el beneficio y coste que se observa tras las instrucciones de olvido parece ser el resultado de un mecanismo intencional ya que se dan instrucciones explícitas de olvido.

Aunque existen explicaciones alternativas del OD, existe acuerdo en reconocer la participación de los procesos inhibitorios intencionales al menos cuando se utiliza el procedimiento de la lista que acabamos de describir (ver Anderson, 2005; Bjork, 1989, 1998; Delaney, Nghiem y Waldum, 2009).

Por su parte, el procedimiento Think/no Think (TNT) también produce olvido de tipo intencional (Anderson y Green, 2001). Los participantes aprenden pares de palabras que normalmente no están relacionadas, en una fase posterior se les presenta como clave de recuperación la primera palabra del par y los participantes, en función de la condición experimental deben, o bien recordar la palabra asociada, o bien evitar que entre en su mente esa palabra. Después de haber pasado por esta fase, los participantes realizan una prueba de recuerdo, en la cual se les presentan como claves todas las primeras palabras de todos los pares estudiados y deben recordar los asociados. En esta fase se observa que los participantes muestran un recuerdo más bajo en aquellas palabras que evitaron recuperar en la segunda fase del experimento. Como en el caso del OD con el método de la lista, este efecto se explica por la participación de procesos inhibitorios que se activan intencionalmente para evitar la recuperación del trazo y devalúan la activación del mismo en la memoria, produciendo de esta manera la dificultad posterior a la hora de ser recuperado. Anderson, Ochsner, Kull, Cooper, Robertson, Gabrielli, Glover y Gabrieli (2004), mostraron que cuando los participantes realizan una tarea de TNT se produce una activación del cortex prefrontal dorsolateral, zona asociada al control (Garavan, Ross y Stein, 2002; Menon, Adleman, White, Glover y Reirs, 2001; Aron, Fletcher, Bullmore y Reirs, 2001), además de una reducción en la activación del hipocampo, relacionado con la construcción recuerdos declarativos (Squire, 1992) y la recuperación consciente de los mismos (Eldridge, Knowlton, Furmanski, Bookheimer y Engle (2000). Otros estudios han replicado igualmente este patrón de resultados, con la técnica de fMRI, utilizando un material con contenido emocional (Depue, Carrant y Banich, 2007). Estos datos con neuroimagen muestran un solapamiento importante entre las zonas de control que se activan durante una tarea de TNT y aquellas que participan en procedimientos como el stop signal o el go/no go. En concreto, en el cortex prefrontal dorsolateral y el cortex prefrontal ventrolateral (para una revisión Anderson y Weaver, 2009). Por tanto, esta evidencia sugiere que el olvido intencional se produce por procesos de control inhibitorio,

similares a los que ocurren en otros ámbitos cognitivos, encargados de suprimir la información no deseada.

Como hemos señalado anteriormente, para los autores que distinguen entre dos tipos de inhibición, en función de la participación o no de control (Andrés, Guerrini, Phillips y Perfect, 2008; Harnisfeger, 1995) la inhibición que actúa en estas tareas de OD y TNT sería diferente, a la que participa en el OIR. A favor de esta idea de diferenciación que atribuye una inhibición controlada al OD y TNT y una inhibición automática al OIR, se ofrecen dos argumentos, el primero de ellos está basado en la idea de equiparar intencionalidad con el control; puesto en el OIR, la inhibición de los Rp- tiene lugar de manera no intencional y como respuesta a un conflicto entre los trazos de memoria se podría asumir una ausencia de control en la esta inhibición (Ahn Allen, Nestor, McCarley, y Shenton, 2007; Conway y Fthenaki, 2003; Ford, Keating, y Patel, 2004; Aslan, Bäuml y Pastötter, 2007; Moulin, Perfect, Conway, Jones y James 2002). El segundo argumento para pensar que el OIR no depende del control es que este efecto se ha encontrado en poblaciones con déficit en recursos ejecutivos. Así pues, se ha encontrado este efecto de olvido en niños (e.g., Ford et al., 2004; Lechuga, Moreno, Pelegrina, Gómez-Ariza, y Bajo, 2006), mayores con o sin trastorno de Alzheimer (e.g., Aslan et al., 2007; Moulin et al., 2002), pacientes frontales (Conway y Fthenaki, 2003) y esquizofrénicos (AhnAllen et al., 2007; ver también Soriano, Jiménez, Román y Bajo, 2009).

Sin embargo, esta idea de inhibición no controlada en OIR no concuerda con el hecho de que desde la literatura actual, se haya obtenido evidencia a favor de la participación de los recursos de control en el OIR. Estas evidencias provienen de dos frentes: los datos neurofisiológicos y, en el ámbito conductual, los estudios con tarea dual.

Entre los datos neurofisiológicos que apoyan la participación de procesos de control en el OIR, destacan principalmente aquellos aportados desde el uso de los potenciales evocados (ERP) y de la resonancia magnética funcional (fMRI).

El primer estudio de OIR con potenciales evocados fue llevado a cabo por Johansson, Aslan, Bäuml, Gäbel, y Mecklinger (2007). Estos autores encontraron actividad cortical prefrontal en la fase de práctica en la recuperación y además que esta actividad correlacionaba con los datos conductuales en aquellos casos en los que los participantes mostraban OIR. Estudios más recientes utilizando esta misma técnica, potenciales

evocados, han mostrado una actividad oscilatoria cerebral durante la fase de práctica en la recuperación similar a la que ocurre en tareas atencionales de interferencia, como el Stroop (Hanslmayr, Staudigl, Aslan y Bäuml, 2008) o la Tarea de Flancos (Cavanagh, Cohen, and Allen, 2009), en concreto, Hanslmayr, et al., (2008) han encontrado oscilaciones theta (4-7Hz) en áreas cerebrales prefrontales.

Por otra parte, Kuhl, Dudukovic, Khan y Wagner (2007), utilizando resonancia magnética funcional mostraron que durante la fase de práctica se mostraba activación prefrontal, en concreto en el cortex prefrontal dorsolateral, y que esta activación era cada vez menor conforme iban transcurriendo los ensayos de práctica en la recuperación, esto último sugiere que las demandas de control son mayores en los primeros ensayos de práctica en la recuperación, y que una vez se ha desencadenado la inhibición y se va resolviendo la competición estas demandas decrecen a lo largo de los ensayos de práctica. Estos resultados han sido ampliados por Wimber, Rutschmann, Greenlee, y Bäuml (2009) que han mostrado, a través de esta misma técnica, como en la fase de práctica en la recuperación se produce un aumento de actividad en el cortex prefrontal izquierdo y en áreas parietales.

Otra fuente de evidencia a favor de la naturaleza controlada de la inhibición en el OIR viene del uso de tareas duales durante la fase de práctica (Román, Soriano, Gómez-Ariza y Bajo, 2009). La idea es la siguiente: según la hipótesis inhibitoria, los procesos de control actúan en el OIR en la fase de práctica en la recuperación, para resolver la competición que se produce entre los trazos. Por tanto, si se introduce una tarea dual que demande recursos de control en esta fase es posible que se vea anulado el efecto de OIR ya que se produciría una disminución en los recursos de control que desencadenan la inhibición. Los autores, para llevar a cabo el estudio realizaron un experimento, en el que los participantes eran divididos en tres condiciones: un grupo realizó la condición estándar de práctica en la recuperación, el segundo realizó la tarea de práctica en la recuperación con una tarea de actualización que se le llamó "trial by trial" ya que se adaptaba de manera discreta a los ensayos de práctica en la recuperación de las palabras, un tercer grupo realizó el paradigma de práctica en la recuperación con una tarea de actualización "continua" , la cual ocupaba ininterrumpidamente todo el tiempo que duraba la práctica en la recuperación de las palabras. Los resultados mostraron que solo el grupo que realizó la tarea de práctica en la recuperación de manera estándar, sin tarea

dual, mostró el efecto de OIR en el test de reconocimiento posterior. Las conclusiones de este estudio fueron que el OIR requiere de la participación de recursos de control ejecutivo.

Existen además otros datos, derivados igualmente de experimentos conductuales y que van a favor de la participación de los procesos de control en el Olvido Inducido por la recuperación. Son aquellos que muestran que la aparición de este efecto está relacionado con la capacidad de memoria de trabajo (WM) (Aslan y Bäuml, 2011) y también con los niveles de Ansiedad (Koessler, Engler, Rietherm y Kissler, 2009). Aslan y Bäuml (2011) realizaron un experimento en el que los participantes, tras el paradigma estándar de práctica en la recuperación, realizaban una prueba para medir la capacidad de memoria de trabajo, en concreto la tarea OSPAN (Turner y Engle, 1989). Los autores no encontraron correlación alguna entre la memoria de trabajo y el efecto de facilitación de los Rp+ ($r = -.03$), por el contrario si hallaron una correlación positiva entre las puntuaciones de memoria de trabajo y el efecto OIR ($r = .35$). Los participantes con alta puntuación en WM eran los que mostraban más efecto de OIR. Este dato apoya la idea de que el OIR es el resultado de la participación de procesos de control ejecutivo. Aquellos participantes con más recursos de control y que puntúan más alto en WM, son aquellos que van a mostrar más capacidad inhibitoria y por tanto más efecto de OIR.

Koessler et al., (2009) realizaron un estudio en el que encontraron que bajo condiciones de estrés no se produce OIR. Puesto que se ha demostrado que el aumento en los niveles de cortisol está relacionado con un decremento en la actividad prefrontal e hipocampal (Diamond, Campbell, Park, Hallonen y Zoladz, 2007). El hecho de no encontrar el efecto bajo condición de elevado estrés apoya igualmente la idea de la participación de procesos frontales de control ejecutivo sobre el OIR. En el experimento de Koessler et al., (2009) los participantes realizaban la tarea de práctica en la recuperación divididos en dos grupos, en el grupo control se llevaba a cabo el paradigma estándar y el grupo experimental se introducía, previa a la fase de práctica en la recuperación una tarea para inducir estrés, la tarea TSST (Kirschbaum, Pirke, Hellhammer, 1993; Kudielka, Hellhammer, Kirschbaum, 2007) en la cual tenían que realizar operaciones aritméticas y dar un discurso en voz alta delante de un tribunal formado por un hombre y una mujer. Para mantener los niveles de estrés, este tribunal estaba presente también en la fase de práctica en la recuperación. Tanto al grupo control

como al grupo experimental se le midieron los niveles de cortisol en saliva en cuatro momentos temporales: antes de la fase de estudio, después de la fase de práctica en la recuperación, después del test final y 10 minutos después del test final. Los resultados mostraron que aquellos participantes a los que se le había inducido estrés en la fase de práctica en la recuperación no mostraban el efecto de OIR, mientras que en el grupo control si se observó el efecto. Los autores también encontraron una correlación negativa entre el incremento en los niveles de cortisol y la magnitud del OIR. Estos datos apoyan la idea de que la actividad del lóbulo prefrontal, ligada a los procesos ejecutivos, esta relacionada con la aparición del efecto de OIR.

A pesar de que tanto los datos de neuroimagen como aquellos obtenidos con la introducción de la tarea dual, o los conductuales, parecen apuntar directamente a que el OIR es el resultado de un mecanismo de control, existen, como hemos visto, datos que cuestionan esta idea. Estos datos son los que muestran OIR en poblaciones en las cuales existe un deterioro en los procesos inhibitorios, como las personas mayores sanas (Gómez- Ariza et al., 2009; Moulin, et al., 2002) mayores con demencia fronto-temporal (Collette, Germain, Hogge y Van der Linden, 2009) mayores con Alzheimer (Aslan et al., 2007), niños (Ford et al., 2004), pacientes frontales (Conway y Fthenaki, 2003) ó pacientes esquizofrénicos (Ahn Allen et al., 2007, Soriano et al., 2009). Estos resultados constituyen uno de los argumentos principales utilizados por aquellos autores que defienden que el OIR se produce por un tipo de inhibición automática y no dependiente de los recursos de control (Ahn Allen et al., 2007; Aslan, et al., 2007; Conway y Fthenaki, 2003; Ford et al., 2004; Moulin, et al., 2002). Por este motivo, consideramos necesario realizar un estudio que investigue las razones de la discrepancia entre las implicaciones de estos datos con toda la evidencia que muestra que los procesos de control están implicados en el OIR.

El primer objetivo que se lleva a cabo en el presente trabajo es el de conciliar ambas evidencias empíricas, por un lado la que muestra OIR con poblaciones con déficit de control y por otro la que muestra la participación de los procesos de control en el OIR bajo la perspectiva de la teoría inhibitoria. La idea principal que se defiende en nuestro trabajo es que los procesos de control no se ponen en marcha de una manera categórica, sino pueden graduar su actuación en función de los recursos disponibles o de las demandas de la tarea. Según este matiz, aunque ciertas poblaciones, como los mayores, cuenten con un deterioro en estos procesos, aún pueden mostrar cierta grado de control.

Si este es suficiente para resolver una situación como la que se plantea en la fase de práctica en la recuperación entonces pueden mostrar el efecto de OIR.

En el Capítulo 3, planteamos esta cuestión a través de dos experimentos en los que personas mayores y jóvenes realizan una tarea de práctica en la recuperación estándar, o en condiciones de atención dividida durante la fase de práctica en la recuperación. A través de este trabajo, presentamos evidencias a favor la participación de recursos de control en el OIR.

3.2. Efectos temporales del Olvido Inducido por la Recuperación

Como hemos mencionado anteriormente al hablar de las propiedades del OIR, una de las cuestiones sobre este efecto que aún no ha recibido una respuesta contundente es la de determinar cuanto dura exactamente la inhibición sobre los trazos de memoria. El definir esta propiedad es importante, ya que, en el caso de demostrarse que este efecto pudiese mantenerse a largo plazo, podríamos estudiar si muchas de las situaciones de olvido que sufrimos en la vida cotidiana pueden explicarse desde el punto de vista de la recuperación selectiva de experiencias asociadas.

Al igual que hemos visto que sucede en el paradigma de práctica en la recuperación, en la vida cotidiana, solemos recuperar sólo una parte de los detalles asociados a un acontecimiento en particular, por tanto, sería interesante comprobar si este hecho afecta al olvido de otros detalles asociados. Para comprobarlo, podríamos utilizar el OIR como un modelo experimental pero, antes, es necesario comprobar si este modelo produce efectos que se mantienen a largo plazo, ya que, en las experiencias de olvido diarias a las que nos referimos, los efectos se mantienen a largo plazo.

Al hacer una revisión de todos los trabajos que han tratado la persistencia del OIR, vemos que, en un primer momento, y de manera teórica, la primera idea que se plantea es que se trata de un efecto transitorio (Anderson y Bjork, 1994). Esta propiedad del OIR, la de la duración limitada, se define de esta manera ya que se pensó que, dado que el objetivo de este tipo de olvido es el de resolver el conflicto puntual, no tendría sentido que se prolongara en el tiempo más allá de los 20 minutos que suele durar la tarea experimental.

El primer estudio empírico que abordó directamente la cuestión de los efectos temporales pareció apoyar esta idea. Este estudio lo llevaron a cabo MacLeod y Macrae (2001). Estos autores dejaron pasar 24 horas entre la fase de práctica en la recuperación, momento en el que se produce la inhibición de los Rp-, y la fase de test y descubrieron que en estas condiciones el efecto desaparecía. Sin embargo, el efecto se mantenía si la demora de 24 horas transcurría entre la fase de estudio y la fase de práctica en la recuperación. Por lo tanto, llegaron a corroborar la idea de que el OIR es transitorio y los efectos se mantienen únicamente para resolver el conflicto que tiene lugar en la fase de práctica en la recuperación.

A pesar de esto, posteriormente han aparecido trabajos que parecen apuntar en la dirección opuesta, es decir, parecen mostrar que los efectos de OIR si se mantienen en el tiempo. Estos trabajos encuentran efecto de OIR dejando pasar un día (Conroy y Salmon, 2005, 2006; Ford et al., 2004, Experiment 2; Racsmány, Conway y Demeter, 2010) o incluso una semana (García-Bajos et al., 2009; Storm et al., 2006) entre la fase de práctica en la recuperación y el test.

Dada la variabilidad entre los diferentes estudios y sus resultados, es importante intentar resolver la cuestión. En este sentido, analizamos con detenimiento los procedimientos llevados a cabo en cada uno de los casos y observamos que en cada uno de los estudios, los autores utilizaron diferentes tipos de material y diferentes maneras de diseñar tanto el test como el esquema de práctica en la recuperación (para un análisis más detallado de las diferencias ver tabla 1). Por este motivo, pensamos que alguna de estas variables podría estar causando la falta de acuerdo en los resultados obtenidos y planteamos dos estudios para comprobar si realmente esto podría explicar las diferencias. El primer estudio (Capítulo Experimental 4) explorará los efectos del tipo de esquema de práctica sobre la duración del OIR y el segundo estudio (Capítulo Experimental 5) los efectos del tipo de material. Como medida común para ambos estudios, utilizamos un test final que minimizó los efectos de la interferencia.

Autores	Material estudio	Tipo de Test	Demora	Población	Facilitación	Inhibición
Baran, Wilson y Spencer (2010)	Pares de palabras relacionadas (e.g., huevo-gallina o huevo-bacon)	Recuerdo con claves: nombre de la primera palabra del par y la inicial de la segunda	1 h. y 30 min. entre la PR y el test o 12 horas entre la PR y el test. En ambas condiciones de demora hay un grupo que duerme durante el tiempo de demora y otro que no duerme.	Adultos	Facilitación en todos los casos	Obtienen OIR tanto con sueño como sin sueño, en las dos condiciones de demora
Chan (2009)	Exp1: Textos con instrucciones para integrar los contenidos o no. Exp2: Frases relacionadas o no relacionadas	Exp1: preguntas sobre el texto Exp2: completar las frases	20 minutos o 24 horas entre la PR y el test	Adultos	Exp.1:Facilitación en la condición a largo plazo. En la de corto plazo sólo en la condición de alta integración Exp. 2: Facilitación en todos los grupos	A los 20 min: sólo obtienen OIR en la condición en la que no integran A las 24 horas, sólo obtienen OIR en la condición en la que sí integran
Conroy y Salmon (2005)	24 actividades físicas no relacionadas (e.g., copiar la figura de una casa)	Dos tipos de pruebas en el mismo test: recuerdo libre, y recuerdo con preguntas que funcionan como claves (e.g., ¿qué dibujos tipos de copiaste?)	Exp1: 20 min entre PR y test Exp2: 24 horas entre PR y test	Niños de 5 y 9 años	Experimento 1: Facilitación en todas las condiciones Experimento 2: Facilitación sólo cuando la práctica es espaciada	Exp.1: sólo OIR con recuerdo libre Exp.2: sólo OIR en la condición espaciada y en recuerdo libre
Ford, Keating y Patel (2004) (Experimento 2)	Historias acompañadas de fotos con objetos de 2 categorías semánticas	Preguntas de reconocimiento sobre la historia	24 h. Entre la última fase de RP y el test	Adultos y niños	Facilitación sólo en el caso en que empiecen recordando los RP+ en el test de memoria	OIR en los adultos. En los niños no lo obtienen si controlan el orden de aparición de los elementos no practicados
García-Bajos, Migueles y Anderson (2009)	Video de un robo en un banco con acciones de alta y baja tipicidad para la situación del robo	Recuerdo libre de todas las acciones que aparecían en el robo	Grupo 1: test inmediato Grupo 2: test inmediato y 1 semana después se repite Grupo 3: test 1 semana después	Adultos	Facilitación en los dos grupos (alta y baja tipicidad), tanto a corto plazo como a largo plazo	Todos los grupos muestran OIR pero sólo en la condición de baja tipicidad
MacLeod y Macrae (2001)	Características de personalidad de 2 hombres	Recuerdo libre con el nombre del personaje como clave	Exp.1: 24 h. entre la PR y el test Exp.2: 24 h. entre el estudio y la PR (Incluyen controles sin demora en los dos experimentos)	Adultos	Facilitación en los dos experimentos, tanto a corto plazo como a largo plazo	Exp.1: No OIR Exp.2: Sí OIR
Migueles y García Bajos (2007)	Video sobre un robo Exp 1: Recuperan las acciones Exp2: Recuperan las características del ladrón	Recuerdo libre (escribir todas las acciones o todas las características de las que recuerden)	Demora de 24 h. entre la RP y el test (incluyen un control con test inmediato)	Adultos	Facilitación tanto a corto como a largo plazo en todas las condiciones	Exp.1: No tienen OIR ni a largo ni a corto plazo Exp. 2: Si tienen OIR, en ambos casos
Rácsmany, Conway y Demeter (2010)	Material de categorías semánticas original de Anderson, Bjork y Bjork (1994)	Recuerdo con claves (categoría y las dos primeras letras del ejemplar) en un cuadernillo. Exp 1: no controlan el orden en el que aparecen las claves para los elementos no practicados. Exp 2: sí lo controlan	Grupo 1: 12 horas sin sueño entre PR y test Grupo 2: 1 hora sin sueño entre PR y test Grupo 3: 12 horas con sueño entre PR y test	Adultos	Facilitación en todas las condiciones y demoras	Sólo tiene OIR el grupo de 12 horas con sueño
Storm, Storm, Bjork y Nestojko (2006)	Material de categorías semánticas	Recuerdo con claves específicas	Los mismos participantes realizan el test dos veces, 10 minutos después de la RP y 1 semana más tarde.	Adultos	No hay facilitación porque utilizan el paradigma de la práctica imposible	Encuentran OIR a los 10 minutos y también 1 semana después de la RP

Tabla 1. Revisión de los trabajos que han estudiado los efectos temporales del Olvido Inducido por la Recuperación (OIR). Nota: PR: Fase de Práctica en la Recuperación

3.2.1. Efectos del esquema de práctica espaciada sobre la duración del Olvido inducido por la recuperación.

Un primer acercamiento al estudio del problema, que llevamos a cabo en el Capítulo 4, analiza la importancia del esquema de práctica en la recuperación sobre la duración del efecto de OIR.

En los estudios de Ford, et al., (2004) y Conroy y Salmon (2005), se utiliza un esquema de práctica espaciada y los resultados apuntan a que el efecto de OIR se mantiene con una demora de 24 horas entre la fase de práctica y el test. Puesto que, McLeod y Macrae (2001) utiliza un esquema de práctica masivo, una primera causa que

queremos descartar es que la diferencia en los resultados entre estos estudios no se deba al esquema de práctica empleado.

Los “efectos de espaciamiento de la práctica” son muy generales y bien conocidos. En muy diversas situaciones se ha mostrado la ventaja para el aprendizaje y la memoria de utilizar esquemas de práctica espaciado con respecto a un esquema masivo (Bjork, 1979; para una revisión Dempster, 1996).

Los efectos de espaciamiento, también se ha demostrado que se producen cuando, en lugar de presentar el material estudiado, se presenta también de manera espaciada, una prueba de memoria que produzca la recuperación distribuida del material. Es lo que se ha denominado “Efecto de espaciamiento del test” o “Testing Effect” (Tulving, 1967). Se ha demostrado que el hecho de que se recupere de forma constante y espaciada cierto material de la memoria a través de un test, aumenta la persistencia en la memoria de este recuerdo (e.g., Bjork, 1975; Carrier y Pashler, 1992; Karpicke y Roediger, 2007a).

Como ejemplo de esto, Roediger y Karpicke (2006) realizaron un estudio en el que dividieron a los participantes en tres grupos y les hicieron pasar por una tarea de memoria. Los participantes estudiaban, en un primer momento, un texto narrativo durante 5 min. Después, uno de los grupos pasaba a una fase en la que su tarea consistía en volver a estudiar el mismo texto a lo largo de tres periodos adicionales de estudio, espaciados en el tiempo. A un segundo grupo, se le administraron dos periodos adicionales de estudio, y un último periodo, en el que se le presentaba un test de recuerdo. El tercer grupo, realizaba un test de recuerdo en cada uno de los tres periodos administrados. Los tres grupos mantuvieron el mismo esquema de espaciamiento para la presentación de los periodos de estudio o test. Como variable dependiente, se midió el recuerdo inmediato (a los 5 min) y demorado (una semana después). Los resultados mostraron una ventaja del primer grupo (sólo fases de estudio) en cuanto al recuerdo inmediato, seguido por el grupo 2 (3 fases de estudio y un test) y el grupo 3 (1 fase de estudio y tres test). Sin embargo, el patrón se invirtió al analizar el recuerdo una semana después, el grupo que obtuvo un rendimiento mayor en la prueba de memoria fue aquel que realizó los tres test. Este y otros estudios (Storm, Bjork, y Storm, 2010; Karpicke y Roediger, 2007b) demostraron, además, que la ventaja de la recuperación espaciada tiene lugar aunque no se proporcione feedback a los participantes de su ejecución en los

test. Esta última observación hace pensar que el beneficio en el recuerdo producido por la realización de los test se debe al esfuerzo cognitivo realizado durante la tarea y no a la información que la prueba en sí misma pueda proporcionar.

Si trasladamos esta idea a los estudios con OIR, podríamos pensar que el utilizar un esquema de práctica en la recuperación espaciado podría alargar los efectos del OIR. Exponer a los participantes a una práctica en la recuperación espaciada podría provocar la necesidad de inhibir los Rp- en diferentes momentos, y esta “práctica en la inhibición espaciada” podría hacer los efectos de la inhibición más duraderos en el tiempo. Puesto que los estudios que demuestran que los beneficios de la práctica espaciada tienen lugar a largo plazo (Storm, et al., 2010; Roediger y Karpicke, 2006b) podríamos esperar que los beneficios de este tipo de práctica tuvieran efectos en la inhibición igualmente a largo plazo.

En el Capítulo Experimental 4 desarrollaremos esta idea y plantearemos tres experimentos, en el primero de ellos utilizaremos el paradigma de práctica en la recuperación estándar, práctica masiva, introduciendo una demora entre la fase de práctica en la recuperación y el test. En el segundo el periodo de demora se encontrará entre el estudio y la fase de práctica. Estos dos estudios tratarán de replicar los resultados de MacLeod y Macrae (2001) utilizando una prueba de reconocimiento para eliminar los efectos de la interferencia en el test. En el tercer experimento introduciremos un esquema de práctica en la recuperación espaciado. Los resultados mostrarán beneficios del esquema de práctica espaciado sobre el mantenimiento del OIR sólo en las medidas de accesibilidad al trazo representadas por los tiempos de respuesta.

Una vez estudiadas las diferencias en la persistencia temporal del OIR que podrían venir dadas por el esquema de práctica, pasamos a analizar la segunda cuestión, cómo afecta el tipo de material utilizado en la tarea de práctica en la recuperación a la duración del efecto.

3.2.2. Efectos del tipo de material empleado, semántico vs episódico, sobre la duración del OIR.

Como ya comentamos anteriormente, los estudios realizados hasta ahora que han querido investigar la duración del OIR, además de utilizar diferentes esquemas de práctica, han utilizado también diferentes tipos de materiales.

En este sentido, vemos, por ejemplo, en el estudio de McLeod y Macrae (2001), donde no se encuentra OIR transcurridas 24 horas de la fase de práctica, los autores presentan en la fase de estudio nombres propios y características de la personalidad de dos hombres imaginarios y dan instrucciones a los participantes para que se formen una impresión sobre ellos.

Chan (2009), en un estudio posterior, utiliza como material experimental textos con alta o baja integración (Experimento 1) o frases (Experimento 2). Como intervalo de demora, deja pasar entre la fase de práctica en la recuperación y el test 20 min o 24 horas. Los resultados de este estudio muestran OIR sólo cuando se utiliza un material con baja integración y el test a los 20 min.

En el estudio de Ford et al., (2004), dónde se encuentra OIR 24 horas después de la fase de práctica en la recuperación, además de las diferencias que hemos analizado anteriormente relativas al esquema de práctica, estos autores utilizan un material compuesto por historias cortas acompañadas de dibujos en color.

García-Bajos et al., (2009) encontraron OIR una semana después de la práctica en la recuperación. En este estudio, el material consistía en un video sobre un robo en un banco dónde aparecían acciones de alta o baja tipicidad para esa situación. Los resultados mostraron el efecto de OIR en las acciones con baja tipicidad, tanto en la condición de test inmediato como demorado una semana.

En un estudio más reciente de Racsmany et al., (2010) los autores encontraron que OIR desaparecía tras un intervalo de tiempo de 1 hora o de 12 horas tras la fase de práctica utilizando un material compuesto por palabras organizadas en categorías semánticas. Los autores también encontraron que podía encontrarse OIR tras 12 horas de demora entre la práctica y el test si en ese periodo la persona dormía. Por tanto, interpretaron que la consolidación que se produce en el sueño era necesaria para

observar los efectos del OIR a largo plazo. Sin embargo, esta conclusión no se ve respaldada por estudios como el de Baran (2010) que encuentra OIR con demora de 1 hora y 3 minutos o de 24 horas haya o no periodo de sueño en ese espacio de tiempo. Este último autor utilizó como material pares de palabras relacionadas.

Como hemos podido ir observando a través de los estudios, los autores han utilizando materiales que difieren en la relativa implicación de las relaciones semánticas o episódicas entre las categorías y los ejemplares utilizados como materiales. Mientras que el material categorizado de Racksmany et al., (2010) y las acciones altamente típicas de García-Bajos et al., (2009) podrían considerarse relaciones puramente semánticas, las acciones con baja tipicidad de García-bajos et al. (2009) constituirían una relación puramente episódica con la categoría de la escena de robo. Por otra parte, las historias utilizadas por Ford et al., (2004) y los textos en el de Chan (2009) podríamos considerar que serían un material combinado que guarda relación semántica y episódica con la categoría a la que pertenecen.

Creemos que es importante considerar el tipo de relación, semántica o episódica, entre las categorías y los elementos que contienen y funcionan como material de estudio. Esta relación en los materiales podría repercutir en sistema de memoria implicado, semántico o episódico, y, en este sentido, se ha demostrado que ambos se comportan de manera diferente en cuanto a procesos de recuperación (Tulving, 1985).

Los estudios muestran que, en general la información semántica puede ser más fácilmente accesible que la episódica (Craik, 2001, Glenberg, 1997). Uno de los motivos es que muchos de los trazos semánticos son adquiridos a una edad temprana en nuestra vida (e.g., plátano), por tanto se encuentran más consolidados, más interconectados y más fáciles de activar (Brysbaert, Van Wijnendaele y De Deyne, 2000). Otra de las cualidades que tiene la memoria semántica es que los conceptos pueden ser reactivados por estímulos externos (e.g., al ver un yogurt con un dibujo de un plátano), pero también a su vez por otros conceptos de la memoria semántica (e.g, un mono nos puede activar el concepto de plátano, al encontrarse fuertemente asociado en la red semántica). Un ejemplo de esta de activación interna entre los nodos semánticos la podemos observar en el fenómeno del falso recuerdo, o el falso reconocimiento (Roediger y McDermott, 1995), en un experimento de falso recuerdo, se presentan listas de palabras que están muy relacionadas con una palabra crítica que nunca aparece. En español se suele utilizar las

listas de Alonso, Fernández, Díez y Beato (2004) en las que aparecen por ejemplo, las palabras: amor, rojo, latido, vida, sangre, partido, órgano, roto, infarto, león, bombear, caliente, vena, alma y arteria, para la palabra crítica “corazón”. Tras la presentación de cada lista se les pide a los participantes que recuerden todas las palabras enumeradas. Lo que suele suceder es que al realizar esta prueba de recuerdo incluyen la palabra crítica (e.g., corazón) como parte de la lista estudiada. Este resultado es aún más consistente si se utiliza una prueba de reconocimiento (Alonso et al., 2004; Roediger y MacDermott, 1995). Tradicionalmente se ha explicado el efecto de Falso Recuerdo haciendo alusión a una activación del ítem crítico durante la fase de estudio. Esta activación se produce debido a la propagación de la activación de las palabras relacionadas semánticamente (Roediger y MacDermott, 1995). Más tarde se añadió la idea de que existe además un fallo en procesos de monitorización, que atribuyen al elemento crítico el estatus de elemento estudiado (Roediger, Watson, Mcdermott, Gallo, 2001).

Aplicado este conocimiento sobre la memoria semántica a los estudios sobre la persistencia temporal en el OIR, podríamos pensar que, a pesar de que los trazos semánticos se inhiban en la fase de práctica en la recuperación, durante el intervalo de demora entre la fase de práctica y el test, estos trazos van a poder ser reactivados fácilmente, interna o externamente, y de esta manera, el efecto de OIR va a desaparecer. Por tanto, parece razonable pensar que los efectos del OIR relacionados con la información semántica tendrán una duración más corta.

En cuanto a la información episódica, sabemos que se caracteriza por estar exclusivamente ligada al evento experimental, y que su recuperación normalmente va acompañada de la experiencia fenomenológica de las condiciones en las que se aprendió (Tulving, 1985) por tanto, la probabilidad de que los trazos episódicos inhibidos sean reactivados durante el intervalo de retención será relativamente más baja, y de esa manera, los trazos permanecerán inhibidos y el OIR persistirá.

Esta hipótesis sobre cómo afectan las relaciones semánticas o episódicas del material estudiado a la persistencia del OIR será desarrollada y puesta a prueba en el Capítulo 5 a través de dos experimentos. En estos experimentos utilizaremos tres tipos de materiales; palabras divididas en categorías semánticas, dibujos agrupados en categorías de color y frases no relacionadas entre sí, agrupadas en función del sujeto gramatical. También manipularemos el tiempo que transcurre entre la fase de práctica en la

recuperación y el test, será de un minuto (Experimento 1) o de 24 horas (Experimento 2). Como vemos, los resultados mostraron que mientras que a corto plazo todos los materiales producen OIR, a largo plazo, sólo los grupos que estudiaron y practicaron un material codificado a través de relaciones episódicas (dibujos o frases) y con poca implicación semántica mostraron el efecto de OIR a las 24 horas.

CHAPTER 2

Overview of the Experiments

Retrieval-induced forgetting (RIF) is the demonstration that selective retrieval from long-term memory involves loss of accessibility of related memory contents that compete for access (e.g., Anderson, Bjork & Bjork, 1994). Whereas the information that is retrieved from memory becomes more easily accessible to future retrieval (e.g., Roediger & Karpicke, 2006), the related non target information that competed at the time of retrieval tends to be subject to forgetting. According to a prominent theoretical view of this type of forgetting, because efficient retrieval of target memories requires overcoming potential interference from competing memories, inhibitory control mechanisms are triggered to suppress interfering information; forgetting is interpreted then as the cost of selective retrieval and the aftereffect of this control mechanism (Anderson, 2003).

A good deal of research over the last 17 years with the retrieval practice paradigm has provided better understanding of the RIF effect (Anderson y Bjork, 1994, Anderson & McCulloch, 1999; Anderson & Spellman, 1995; Aslan y Bäuml, 2011; Ciranni & Shimamura, 1999; Gómez-Ariza, Lechuga, Pelegrina & Bajo, 2005; Johansson, Aslan, Bäuml, Gäbel, & Mecklinger, 2007; Kuhl, Dudukovic, Khan & Wagner, 2007, Román, Soriano, Gómez-Ariza & Bajo, 2009). Forgetting following repeated retrieval has been found with a variety of materials and using different procedures and experimental settings (Anderson & Spellman, 1995; Bajo, Gómez-Ariza, Fernandez, & Marful, 2006; Ciranni & Shimamura, 1999; Conroy & Salmon, 2005; Gómez-Ariza et al., 2005; García-Bajos, Migueles, Anderson, 2009; Hitch & Starns, 2004; Iglesias-Parro & Gómez-Ariza, Veling & Van Knippenberg, 2004), suggesting that RIF reflects the action of a mechanism which is central to memory retrieval. In addition, it is now well established that the mechanism underlying RIF is inhibitory (Andrés, Guerrini, Phillips y Perfect, 2008; Harnisfeger, 1995). Unlike other forgetting phenomena, which may be adequately explained as a direct consequence of interference processes, RIF is hard to accommodate to classical associative theories of human memory (Anderson, 2005). Hence, this effect is better understood as the outcome of a mechanism in charge of actively reducing the accessibility of competing memories; namely, it acts to overcome interference. Thus, for example, it has been shown that RIF depends on the level of competition stemming from non-target memories (only strong competitors tend to produce forgetting; Anderson et al., 1994; Shivde & Anderson, 2001). Also relevant, the footprint of memory inhibition has

proven to be detectable through a variety of retrieval cues and tests (Bajo et al., 2006; Gómez-Ariza et al., 2005; Hitch & Starns, 2004; Veling & Van Knippenberg, 2004) so indicating that the loss of accessibility of competing information is due to changes in the memory representations themselves (Anderson, 2007; Anderson, Bjork & Bjork, 1994).

Despite the progress in characterizing the role of inhibition in selective retrieval, some relevant questions are still unanswered. Thus, the present work aims to address two timely issues concerning this topic: namely a) the controlled versus automatic nature of the inhibitory mechanism underlying RIF and b) the durability of its effect on memory accessibility.

Whereas memory inhibition seems to underlie RIF, there is some controversy about its precise nature. On the basis of findings showing that RIF is present in some populations that are assumed to show deficits in executive control, some have argued that RIF stems from an automatic mechanism (AhnAllen, Nestor, McCarley, & Shenton, 2007; Aslan, Bäuml, & Pastötter, 2007; Conway & Fthenaki, 2003; Ford, Keating, & Patel, 2004; Moulin, Perfect, Conway, Jones, & James 2002). However, neurocognitive and dual-task findings provide support for the view that an executive control process underlies forgetting following selective retrieval (Johansson, Aslan, Bäuml, Gäbel, & Mecklinger, 2007; Kuhl, Dudukovic, Khan, & Wagner, 2007; Román, Soriano Gómez-Ariza, & Bajo, 2009; Wimber, Rutschmann, Greenlee, & Bäuml, 2009). In Chapter 3 we attempt to reconcile these findings by addressing the question of why is RIF observed in individuals with deficits in executive control. In Experiment 1, we tested the hypothesis that the lack of adult-age differences in RIF is due to the use of memory tests which are scantily sensitive to inhibition. The results, however, revealed comparable RIF in older and young participants with a free interference (item recognition) test. In Experiment 2, we checked for the idea that observing RIF in older people is not incompatible with a decline in executive control. If it is assumed that executive control is not an all-or-nothing process, it is possible that inhibiting non-target memories during retrieval requires moderate levels of executive control that might still be available to people with some executive deficit. Thus, in Experiment 2 we introduced a dual task during retrieval practice and observed performance in the final recognition test for older and young participants. By varying the attentional demands of the dual task, we wanted to learn to what extent RIF was more easily disrupted in older than in younger people. We hypothesized that, if executive

control is a question of degree, older people could have still available enough cognitive control to perform normal retrieval operations (including inhibitory control), although these operations might be disrupted when retrieval is made more demanding. Results of Experiment 2 lend clear support to this idea. Also important, they contribute to the classical debate concerning the automatic versus controlled nature of retrieval.

The second issue that we aimed to address is the durability of RIF and Chapters 4 and 5 deal with it. Whereas the cost of selective retrieval was first thought as transient (e.g., MacLeod & Macrae, 2001; Saunders & MacLeod, 2009), some recent findings point to long-lived RIF effects (e.g., García-Bajos, Migueles & Anderson, 2009; Saunders, Fernandes & Kosnes, 2009). Unfortunately, because a variety of procedures and materials have been used in these studies it becomes difficult to draw a straightforward conclusion on how long is the loss of accessibility of competing memories following retrieval. Thus, for example, MacLeod and Macrae (2001) and García-Bajos et al., (2009) used memory tests that do not preclude output interference from being responsible for forgetting. In Chapter 4 we report two experiments aimed to replicate the experiments by MacLeod & Macrae (2001) but using an item recognition test to minimize the effects of associative blocking and output interference. Thus, in Experiment 1 we introduced a 24-h delay between retrieval practice and final test. In Experiment 2 we explored the effect of delaying retrieval practice and test though reducing the time to 1 hour. Results from Experiments 1 and 2 replicate those obtained by MacLeod & Macrae (2001) and are in agreement with the idea that the cost of selective retrieval is short-lived. In Experiment 3 we explored the role of the schedule of practice with the materials and final test used in the Experiment 2. The underlying rationale is that some of the studies showing long-lasting RIF effects used spaced rather than massive practice schedules (Conroy & Salmon, 2005; Ford et al., 2004). Whereas it is to be specified why should spaced retrieval has a stronger effect on competing memories, finding longer forgetting after distributed retrieval practice would allow us to focus on the potential mechanisms producing the effect. Results from Experiment 3 partially supported the hypothesis that spaced retrieval leads to long-lived forgetting. Whereas RIF was not found in a 24-h delay test when considering accuracy measures, the effects was present when reaction times (to some extent a good index of memory accessibility) were taken into account.

Since the results found in the experimental series described in Chapter 4 did not

completely explain the mixed results in previous studies, we continued to focus our next experiments on the durability of the inhibitory effect stemming from selective retrieval. In addition to attempt to shed some light on the different results found in the literature, we thought important to address this issue for its implications to account for selective forgetting of past normal and traumatic experiences that occur in daily life (Anderson 2001; Wessel and Hauer, 2006). Anderson (2001), for example, has argued that selective inhibition of traumatic events may explain the greater incidence of amnesic symptoms for people that had experienced abuse from family or friends. A child experiencing abuse from a relative would have two dissociated representations (caretaker and abuser) of the relative. Thus, systematically retrieving the representation of relative-caretaker would lead to suppress the representations of relative-abuser what, in turn, would make that information less and less accessible over time and produce long-lasting forgetting of abuse episodes.

The purpose of the experimental series reported in Chapter 5 was to identify additional conditions under which memory inhibition is long-lasting. An important difference among the previous studies addressing the durability of RIF lies in the relative involvement of episodic and semantic relations in materials, with semantic-material-based studies showing less lasting effects than episodic-material-based studies. Hence, our proposal is that different memory systems (semantic vs. episodic) underlie encoding and retrieval of materials used in previous experiments and that functional divergences between these memory systems could cause variation in long-term memory inhibition. Because semantic information is more accessible and can be automatically activated by related semantic information occurring during the interval between retrieval practice and final test, RIF effects involving semantic information may be short lived. In contrast, because episodic information is exclusively bound to certain (experimental) events, the probability of the inhibited memories being reactivated during the retention interval would be relatively lower and, therefore, the episodic traces may remain longer inhibited. In two experiments, we explored to what extent long lasting RIF depends on the type of memory representation targeted by inhibition. To do so, we used semantic (categorized words) and episodic material (colored shapes and thematically unrelated sentences) and tested inhibition effects immediately (Experiment 1) or 24 hours later (Experiment 2). Results support our hypothesis; Forgetting of information involving episodic relations is

longer lasting than forgetting of information involving semantic relations.

In summary, in the following chapters we analyze two properties of Retrieval Induced Forgetting. First, we explore whether the inhibitory mechanism assumed to produce RIF is controlled in nature; second, we explore the temporal parameters of RIF by looking at different time intervals and by looking at the effects of the schedule of retrieval practice (Chapter 4). We finally, investigate the influence of the type of material on the durability of RIF (Chapter 5). As we will discuss in these chapters, our results suggest that, despite the non-intentional nature of inhibition in RIF, the effect is results of an executive control mechanism in charge of suppressing competing non-target memories. Second, we found two factors that can influence the durability of RIF: spacing retrieval practice and the type of memory representation being inhibited.

We have organized the following chapters as separate articles with their own introduction and general discussion since they have already been published or submitted for publication. Thus, the experiments, tables and figures are also numbered according to the article they belong. However, to give coherence and unity to the thesis, we have included a final global discussion (Chapter 6) and we have unified the list of references and appendix and included them at the end.

CHAPTER 3

Memory Inhibition, Aging and the Executive Deficit Hypothesis

Ortega, A., Gómez-Ariza, C.J., Román, P.E., & Bajo, M.T. (in press) Memory inhibition, aging and the executive deficit hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*.

Abstract

Although memory inhibition seems to underlie retrieval-induced forgetting (RIF), there is some controversy about the precise nature of this effect. Because normal RIF is observed in people with deficits in executive control (i.e., older adults), some have proposed that an automatic-like inhibitory process is responsible for the effect. On the contrary, neurocognitive and dual-task findings with young people support the view that an executive control process underlies RIF. In the present study we address this apparent controversy by comparing younger and older participants under different dual-task conditions. Our results indicate that memory inhibition in older adults also depends upon executive control so that it is more easily disrupted by a secondary task for the older than for the younger adults. Thus, the fact that RIF in older adults is sometimes present is not incompatible with a decline in executive control with aging. The results also shed some light into the discussion regarding the effect of dual tasking on retrieval.

Introduction

Trying to recall the name of an actor in a movie, the name of the last secretary or the place where you were last summer, usually involves activation of related memory traces that compete for retrieval. How do people select a memory trace among the competing alternatives that become activated? An appealing answer to this problem is the proposal of an inhibitory mechanism that actively decreases the accessibility of interfering non-target memories (e.g., Anderson, 2003).

Evidence for this proposal has been obtained with the retrieval practice (RP) paradigm (Anderson, Bjork & Bjork, 1994). In the standard RP procedure, participants first study a list of category-exemplars pairs (e.g., Fruit-Orange; Fruit-Apple; Fruit-Pear). Then, in a second phase, they are provided cues and asked to recall half of the exemplars (Rp+, Fruit-Or__) from half of the presented categories. The purpose of this phase is to induce inhibition of the non target items. When the cue is presented, studied items associated to that category will be activated and compete for retrieval. In the presence of competition inhibition would act to reduce the level of activation of the competing non-target items. As a consequence, when participants are asked later to recall all the studied items those that were not practiced but belonged to practiced categories (Rp-) are recalled worse than those that belong to unpracticed categories (Nrp). This effect is known as Retrieval-Induced Forgetting (RIF) and suggests the role of inhibition to overcome memory interference. In this sense, inhibition in memory retrieval would be similar to the inhibitory control recruited to ignore irrelevant external stimuli or to stop pre-potent overt behavior (Anderson, 2003; Anderson & Weaver, 2009).

Although non-inhibitory explanations have also been proposed such as associative blocking (Raaijmakers & Shiffrin, 1981), the presence of RIF in situations where novel recall cues (Anderson & Spellman, 1995), recognition (Gómez-Ariza, Lechuga, Pelegrina & Bajo, 2005; Hitch & Starns, 2004), fragment completion (Bajo, Gómez-Ariza, Fernandez, & Marful, 2006) or lexical decision (Veling & Van Knippenberg, 2004) are used as the final test, weakens these associative accounts. From this non-inhibitory view, retrieval practice strengthens the relation between the category cue and the practiced exemplars relative to the strength of the unpracticed items. Hence if the category cue is presented in a later

test, Rp+ traces would have a greater probability of being activated and will compete with Rp- traces so as to block their recall. It is unclear, however, how blocking can be present when novel cues are used to recall or when the target item is presented for recognition or lexical decision. Memory inhibition becomes thus a powerful concept to explain RIF phenomena.

However, there is some controversy regarding the nature of the inhibitory mechanism underlying RIF. Based on data showing that RIF is present in some populations that are assumed to show deficits in executive control, some have argued that RIF stems from an automatic mechanism (e.g., Ahn Allen, Nestor, McCarley, & Shenton, 2007; Conway & Fthenaki, 2003; Ford, Keating, & Patel, 2004; Aslan, Bäuml & Pastötter, 2007; Moulin, Perfect, Conway, Jones & James 2002). The theoretical argument is that, at least, two types of inhibitory processes should be distinguished (Harnishfeger, 1995; Andrés, Guerrini, Phillips & Perfect, 2008). The first would be a controlled inhibitory mechanism that would act on situations requiring voluntary control to avoid intrusions from unwanted information (e.g., directed forgetting, DF, or think/no think, TNT, procedures). The second mechanism would be automatic in nature, triggered in a non effortful and unintentional manner whenever irrelevant information is activated and competes with the relevant information. Effects such as negative priming (Andrés et al., 2008) or RIF (Conway & Fthenaki, 2003) would be a consequence of the later.

In agreement with the non-controlled nature of RIF, this effect has been shown in children (Ford et al., 2004; Lechuga, Moreno, Pelegrina, Gómez-Ariza, & Bajo, 2006; but see Aslan & Bäuml, 2010), healthy older adults and patients with Alzheimer disease (Aslan et al, 2007; Collette, Germain, Hogge & Van der Linden, 2009; Gómez-Ariza, Pelegrina, Lechuga, Bajo & Suárez, 2009; Moulin et al., 2002), frontal lobe patients (Conway & Fthenaki, 2003) and people with schizophrenia (Ahn Allen et al, 2007, but see Soriano, Jiménez, Román & Bajo, 2009).

In contrast, neurocognitive and dual task findings provide support for the view that an executive control process underlies RIF (Johansson, Aslan, Bäuml, Gäbel, & Mecklinger, 2007; Kuhl, Dudukovic, Khan & Wagner, 2007; Román, Soriano, Gómez-Ariza & Bajo, 2009; Wimber, Rutschmann, Greenlee, & Bäuml, 2009). The fMRI study by Kuhl et al. (2007), for example, showed significant prefrontal activity during RP that decreased over repeated retrieval trials. Additional evidence for the role of executive control in

suppressing competing memories during retrieval comes from a recent dual-task study (Román et al., 2009). In this study concurrent attention-demanding tasks were introduced during the RP phase. Participants were divided in three groups, a “standard RP paradigm” group, a “trial-by-trial updating task” group, and a “continuous updating task” group. Results indicated that RIF was present in the standard procedure but not when participants performed a highly demanding updating task during retrieval practice. Because inhibition is assumed to act during RP, these results indicate that overloading attentional control by introducing a concurrent task during retrieval practice prevents inhibition from being triggered during retrieval.

But if this were the case, why is then RIF observed in individuals with deficits in executive functions? First, most of these RIF studies have used final memory tests such as free recall that do not prevent blocking. In free recall, Rp+ items might block the recall of Rp- items. Hence, blocking and not inhibition may be producing the effect. Consistent with this, Soriano et al. (2009) observed RIF in people with schizophrenia in free recall but not in recognition. Second, executive control may not be an all-or-nothing process. Individual differences in inhibitory functioning may result from variations in the individual’s ability to control attention (see Engle, Conway, Tuholski & Shisler, 1995) but also from differences in the attentional demands imposed by the task. Thus, it is possible that inhibiting non-target memories during retrieval requires moderate levels of executive control that might still be available to people with some executive deficit. That is, if deficit in executive control is a question of degree, it is possible that people with executive deficits have still available enough cognitive control to perform normal retrieval operations (including inhibitory control) but when retrieval is made difficult or more demanding, these operations may be disrupted. There is some evidence that suggests that retrieval involves only moderate levels of attention as compare to other memory operations such as encoding (Baddeley, Lewis, Eldridge, & Thomson, 1984). Thus, people with executive deficits might still be able to trigger inhibitory processes under normal retrieval conditions but not if the retrieval conditions are made more difficult and demanding. In the next two experiments, we address this issue by asking younger and older adults to perform RP under standard and dual tasks updating conditions varying in attentional demands.

Older people have been shown to have deficits in executive control (Hasher &

Zacks, 1988; Lustig, Hasher, & Zacks, 2007; Treitz, Heyder & Daum, 2007). In fact, some studies have reported aging-related changes in memory inhibition in tasks such as directed-forgetting (e.g., Collette et al, 2009; Zacks, Radvansky & Hasher, 1996), working memory–updating (De Beni & Palladino, 2004) or Think/No Think (Anderson, Reinholz, Kuhl, & Mayr, in press). So, variations in RIF (relative to younger adults) should be found as conditions for inhibition are made more difficult. Note that this issue also draws into the classical discussion regarding the automatic or controlled nature of retrieval processes. If retrieval is automatic in nature it is not surprising that some components of retrieval such as inhibition remain intact with aging. However, if it is controlled in nature one would expect differences in retrieval-related performance as a function of variations in executive control. We will discuss this point further when introducing Experiment 2.

In Experiment 1, we compared performance of older and younger adults in RP tasks. We wanted to explore whether we would find with a recognition task the lack of age differences in RIF found in previous studies with recall tests (Aslan et al., 2007; Collette et al., 2009; Gómez-Ariza et al., 2009; Moulin et al., 2002). In Experiment 2, we introduced a dual task during RP and observed performance in the final recognition test for older and younger participants. We varied the attentional demands of the dual task to learn to what extent RIF was more easily disrupted in older than younger people. In addition, we wanted to replicate the disappearance of RIF when updating is introduced during RP (Román et al, 2009).

Experiment 1

The aim of Experiment 1 was to explore if RIF remained intact in older people when a recognition test was used in the final phase of the RP procedure. Anderson and Levy (2007) stated the “correlated cost and benefits problems” when addressing individual difference in inhibitory control with cue dependent recall tasks in the RP procedure. Inhibition is assumed to act during the RP phase to help retrieval of the Rp+ items (benefits) by lowering the level of activation of the Rp- items (cost) and their probability of being later recalled in the final test. However, it is important to notice that during the final test inhibition would also be triggered during retrieval of the Rp- items to inhibit the competing Rp+ items (benefit). Hence, failures to inhibit competing

information during the RP phase will reduce its costs (forgetting of Rp- items), but it would also reduce its benefits (i.e. the ability to reduce the activation of stronger competing Rp+ items on the final test). Hence, if a group of individuals have deficits in inhibitory control, they will not suppress the competitor during RP (resulting in reduced RIF), but also they will not be able to suppress competition from the Rp+ items on the final test. Failures to suppress competition in the final test would lead to exaggerated blocking from Rp+ items (increasing RIF). Hence, reduced inhibition during the RP phase and during the final test may produce RIF effects that look similar for people with deficits in inhibition processing (e.g. older people) and for people with normal inhibitory abilities (e.g. younger people).

This problem can be solved by using specific-cue-independent final tests to reduce the potential contribution of blocking and competition (Anderson & Levy, 2007). Hence in this experiment, we used an item recognition test to assess RIF effects in younger and older adults without the contaminating blocking factor present in cue dependent recall tasks. The use of recognition to reduce blocking is advantageous for two reasons: First, it is item specific; the presence of specific retrieval cues should induce the retrieval of item-specific information rather than the retrieval of relational information reducing the probability of using associative strategies (Gómez-Ariza et al., 2005; Hunt & Einstein, 1981). Second, it is cue-independent. *Cue independence refers to the tendency for retrieval-induced forgetting to generalize to cues other than those used to perform retrieval practice* (Anderson, 2003, pg. 419). Cue independence is achieved when the cues used during retrieval practice phase are not presented during the final test. In our experiments the lexical forms of the to-be-remembered items were presented for recognition during the final test phase; these lexical forms were never present during retrieval practice where category plus stem cues were used. These two properties make recognition much less susceptible to blocking effects than either cue or free recall tests (Anderson, 2003). Hence, our expectation were that if RIF effects in older adults were related to the correlated cost-benefit problem, they should not be present in Experiment 1 when their memory of the study items was tested with recognition; otherwise, RIF effects would be present. This last result would replicate findings from other studies that have used independent cues in recall procedures (Aslan et al., 2007)

Method

Participants and design

Twenty eight college students (Mean age = 19.90; $SD = 0.99$) and twenty-eight older adults (Mean age = 68.03; $SD = 5.64$) participated in the experiment. The younger received course credits whereas the older were given a gift for their participation.

None of the older participants (in this and the next experiment) had a history of neurological disorders or psychiatric conditions. To control global cognitive functioning, we administered the Mini-Mental State Exam (MMSE; Folstein, Folstein, & McHugh, 1975), a memory span test (from the WMS-III test; Wechsler, 1997) and a vocabulary test from the Spanish revised version of the PMA (Thurstone & Thurstone, 1941). All participants showed normal performance (MMSE with $M = 28.36$, $SD = 1.5$; WMS-III with $M = 11.5$, $SD = 3.36$; Vocabulary with $M = 15.64$, $SD = 3.77$). Their average education was 11.10 years ($SD = 4.49$). Younger participants' mean in WMS-III was 14.82 ($SD = 2.34$) and 15.28 ($SD = 5.24$) in the vocabulary test. There were differences between younger and older participants in memory span, $F(1, 54) = 17.25$, $MSE = 8.76$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .24$, but no differences in vocabulary, $F(1, 54) < 1$.

Older and younger adults performed a standard retrieval practice task (SRPT). This experiment conformed a 2 (group; older vs. younger) x 3 (items' status of practice; Rp+ vs Rp- vs. Nrp) mixed design.

Materials and procedure

The materials for the RP task were the same as those used by Román et al. (2009). They consisted of 48 category-exemplar pairs from eight semantic categories (two of them to be used as fillers) drawn from Batting & Montague (1969). Six exemplars from each category were selected so that none of them started with the same first two letters nor shared these letters with an unselected exemplar of its category. Six blocks of six items were created so that each block contained one exemplar from each experimental category. For older participants, MMSE was administered by the experimenter at the beginning of the experimental session.

In the study phase, the order of the blocks and the exemplars with each block were randomized for each participant. Each category-exemplar pair was presented for study on the centre of the screen for 5 seconds. To reduce primacy and recency effects pairs from filler categories were presented at the beginning and end of the study list. Immediately after study, participants performed RP for half the items of half the studied categories. In each trial, the category label and the first two letters of an exemplar were presented on the screen for 8 seconds. Participants were to recall aloud the studied exemplar that matched the cue. Four counterbalancing versions of the items' practice status were created and participants were randomly assigned to each version. Retrieval cues for filler items were included at the beginning and end of the practice phase and also used to separate blocks of cues for experimental exemplars. The list of to-be-practiced items (nine target and six filler items) was presented three times to the participants with pseudo-random order in each presentation.

After the RP phase and before the memory test, participants performed the WMS-III as a filler task. In the final memory test, participants were presented thirty-six studied exemplars mixed with thirty-six new ones. Eighteen of these new items were exemplars from new categories and the other eighteen were new exemplars from the studied categories. The items for recognition were divided in two blocks. The first contained unpracticed (Rp- and Nrp) items as well as two thirds out of the new items. The second block contained practiced (Rp+) items along with the remaining new items. The order of the items within each block was randomized for each participant.

Items were presented singly in the centre of the screen for recognition and remained there until a response was made by pressing the corresponding key ("yes" or "no"). After the memory test, participants performed the vocabulary test and left the experimental session.

Presentation of the items in this and the next experiment was controlled by E-prime 1.0 (Schneider, Eschman, & Zuccolotto, 2002).

Results and Discussion

All statistical analyses were carried out on accuracy measures; namely, hits in the case of recall (retrieval practice; see Table 1) and corrected hits (hits – false alarms) in the

case of recognition (see Table 2). Corrected hits were calculated with specific false alarms rates for Rp and Nrp categories.

Retrieval practice. An one way analysis of variance (ANOVA) on the percentages of recall confirmed that the younger participants recalled more items than the older participants, $F(1, 54) = 8.46$, $MSE = 192.09$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .13$.

Forgetting. A 2 (group: younger vs. older) x 2 (practice status: Rp- vs. Nrp) mixed ANOVA showed that Rp- items were more poorly recognized ($M = 48.78$, $SE = 3.00$) than Nrp items ($M = 61.91$, $SE = 2.22$), $F(1, 54) = 21.13$, $MSE = 228.26$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .28$. The interaction age group x status of practice did not reach significance, $F(1, 54) < 1$. Thus, RIF was reliable for the younger, $F(1, 27) = 11.41$, $MSE = 246.56$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .29$, and the older participants $F(1, 27) = 9.71$, $MSE = 209.76$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .26$.¹

Facilitation. A 2 (age group) x 2 (practice status: Rp+ vs. Nrp) ANOVA revealed a better performance for practiced items ($M = 71.12$, $SD = 2.70$) than unpracticed items ($M = 61.91$, $SE = 2.22$), $F(1, 54) = 9.04$, $MSE = 262.77$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .14$. In this case the interaction of practice status x age group was also non significant, $F(1, 54) < 1$.

In summary, the performance of the older adults was similar to that obtained by the younger; namely, both age groups showed RIF. Thus, we replicate with a recognition task the results of previous RIF studies with older participants that have tested memory using recall tests (Aslan et al, 2007; Collete et al, 2009; Gómez-Ariza et al, 2009; Moulin et al, 2002). Hence, even when blocking is eliminated, older participants show a typical RIF effect. This result is consistent with the finding of RIF in older participants when novel cues were used as cues in the final test (Aslan et al. 2007), and rules out possible interpretations of this finding in terms of blocking (see Camp, Pecher, Schmidt, & Zeelenberg, 2009).

Experiment 2

Results of Experiment 1 indicate that the presence of RIF effects in our older participants are not due to the correlated cost-benefit problem, since they were similar to those of the younger people when a specific, cue independent test was used to test their memory. But, the question still remains of how to reconcile the finding of intact RIF for older people with the disruption of RIF under dual-task conditions. In Experiment 2, we

explored the hypothesis that executive control is not an all-or-nothing process and that RIF may be more easily disrupted in older than younger people. Younger and older participants performed concurrently RP and memory updating tasks varying in their request for cognitive demands.

Although the nature of inhibition in RIF was the main issue addressed in the paper, we were also interested in an intriguing related question. As we mentioned, there has been debate regarding the nature of retrieval (Anderson, Craik & Naveh-Benjamin, 1998; Baddeley et al, 1984; Carrier & Pashler, 1995; Naveh-Benjamin, Guez & Marom, 2003). The basic finding is that dividing attention during encoding has much larger effects than dividing attention during retrieval, although some cost is observed when comparing performance in the secondary task under dual and single conditions (Anderson et al., 1998; Baddeley et al., 1984) and when observing retrieval times more than accuracy (Carrier & Pashler, 1995). This cost varies with the difficulty of the retrieval task (e.g. frequency of the studied words) or with the nature of the secondary task (animacy decision to words or odd-digit identification to numbers; Fernandes & Moscovitch, 2002). Whereas some interpretations of these costs have been made in terms of the involvement of attentional resources during retrieval (Baddeley et al., 1984), some other interpretations suggest that the cost observed in the secondary task during retrieval stems from interference between similar representations. Thus, the cost is small when the two tasks involve verbal material and it is larger when the two tasks involve different types of materials (words and numbers). This last interpretation is also supported by the finding that younger and older people show similar cost when dividing attention during retrieval (Naveh-Benjamin, Guez, Craik, & Kreuger, 2005).

Because in Experiment 2 we were also using dual task procedures and comparing younger and older adults, we can also contribute to this issue. Inhibition is assumed to be a component of memory retrieval, since it is triggered whenever interference during retrieval is present. Hence, if we disrupt inhibition by presenting a concurrent attentional demanding task, we are changing the manner in which retrieval processes are performed. That is, even if we do not observe quantitative differences in the level of recall during retrieval, we could observe qualitative changes in the way retrieval operations are carried out. If we further show that inhibition (a component of retrieval) is more easily eliminated for older than younger people, we would support the claim that inhibition and

retrieval involves executive control.

In Experiment 2, we used the trial-by-trial updating task used by Román et al (2009), but varied the task demands by varying the number of items that the participant had to consider during updating. Thus, we included three conditions in the experiments, young people in the more demanding five digits dual task, young people in the dual-easier-three digit task and older people in the dual-easier-three digit task. If inhibition requires attentional demands and the dual task affects the amount of resources available for retrieval, we expect older participants to be affected by dual tasking even when the cognitive demands of the updating task were reduced. Again, the idea is that the deficits in executive control are a matter of degree so that even if older people are able to perform retrieval operations under normal conditions, they might change the way of performing these operations when the retrieval conditions are made more demanding of executive control.

Method

Participants and design

Twenty-eight new older adults (Mean age = 68.27, $SD = 5.43$) participated in this experiment. On average they had 11.06 years of education ($SD = 4.89$). Their mean scores on the screening tests were 28.55 ($SD = 1.27$), 11.92 ($SD = 3.24$) and 16.32 ($SD = 5.32$) in the MMSE, WMS-III and vocabulary test, respectively. Fifty six new students (Mean age = 21.09, $SD = 1.35$) took part in the experiment. Their mean performance on the WMS-III was 14.46 ($SD = 2.97$) and 14.16 ($SD = 4.69$) on the vocabulary test. As in Experiment 1, younger and older participants differ in memory span, $F(1, 82) = 12.75$, $MSE = 9.41$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .13$, but not in vocabulary, $F(1, 82) < 1$.

The experimental design conformed a 3 (age group: older under less demanding dual task vs. younger under less demanding dual task vs. younger under more demanding dual task) x 3 (status of practice; Rp+ vs. Rp- vs. Nrp) mixed model.

Materials and procedure

The same materials as in Experiment 1 were used. The procedures for the study phase and the final test were also identical to those of Experiment 1. However, during the

RP phase a dual task was introduced.

This task was identical to the trial-by-trial updating task used by Román et al. (2009) although the number of items was varied. The sequence of events during the RP phase was as follows: First, three or five digits (depending on the condition) were presented on the screen for 5 seconds immediately followed by a category label and the first two letters of an exemplar. Simultaneous to the category-stem cue, a 100 ms tone of high or low frequency was presented. Participants were told to recall aloud the studied exemplar whose cue was shown on the screen (for 2500 ms). Next, they were given five seconds to recall the two smallest or the two largest digits depending on the tone frequency (low/high). Responses were registered by the experimenter.

Additional digit sequences were presented before the RP phase and participants were asked to perform the updating task. Comparison of performance in the updating task as performed singly and concurrently served to estimate dual-task cost.

Two groups of young participants were randomly assigned to either the dual retrieval practice condition with three-digits updating (DRPT-3) or the dual retrieval practice condition with five-digits updating (DRPT-5). The only group of older adults participating in the experiment performed the less demanding three-digits updating task during the RP phase. A pilot study showed that performing the five-digits updating during RP was extremely stressful for older adults. Thus, we decided to run older participants only under the less demanding dual-task condition. However, it was important to replicate the disappearance of RIF with five-digits updating with the younger participants and therefore we kept the two dual-task conditions for this age group.

Results and Discussion

Retrieval practice and dual tasking. An one way ANOVA on recall percentages in RP showed that the effect of group was significant, $F(2, 81) = 6.58$, $MSE = 1117.76$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .14$ (see Table 1). Tukey's comparisons revealed that the two younger groups did not differ from each other ($p > .90$) but both recalled more target items than the older group ($p < .05$).

Regarding the updating task during RP, the corresponding ANOVA on hits showed a significant effect of group, $F(2, 81) = 14.18$, $MSE = 231.81$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .25$. The

difference between the two younger groups was marginally significant ($p = .08$). As shown in Table 1, however, they both recalled more digits than the older participants ($p < .05$).

In order to estimate dual-task cost, we compared performance in the updating task when performed singly and concurrently for each group (see Table 1). As expected, the analyses confirmed a significant lower percentage of correct responses under dual task for the younger participants in the DRPT-5 condition, $F(1, 27) = 14.74$, $MSE = 98.37$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .35$, and the older participants in the DRPT-3 condition, $F(1, 27) = 5.16$, $MSE = 288.63$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .16$. Regarding the DRPT-3 younger group, the percentages of hits were the same for both single and concurrent conditions, $F(1, 27) < 1$.

Forgetting. The 3 (DRPT-3 older vs. DRPT-3 younger vs. DRPT-5 younger) \times 2 (Rp- vs. Nrp) mixed ANOVA on the corrected hits showed that there was a recognition impairment of Rp- items ($M = 59.01$, $SE = 2.10$) as compared with Nrp items ($M = 63.23$, $SE = 1.61$), $F(1, 81) = 4.12$, $MSE = 181.96$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .04$. However, this effect was qualified by the interaction of group \times status of practice, $F(2, 81) = 3.23$, $MSE = 181.96$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .07$. RIF was present in the DRPT-3 younger group, $F(1, 27) = 13.98$, $MSE = 137.40$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .34$, but it was not for the older participants performing the same dual task condition, $F(1, 27) < 1$, nor for younger group under the DRPT-5 condition, $F(1, 27) < 1$.¹¹

Facilitation. The 3 (DRPT-3 older vs. DRPT-3 younger vs. DRPT-5 younger) \times 2 (Rp+ vs. Nrp) mixed ANOVA on recognition performance indicated that there was an advantage for Rp+ ($M = 78.85$, $SE = 1.79$) relative to Nrp items, ($M = 63.23$, $SE = 1.61$), $F(1, 81) = 68.01$, $MSE = 150.64$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .45$. This pattern was similar in all groups (interaction with $F(1, 81) < 1$).

The results of Experiment 2 support the hypothesis that inhibitory control is more easily disrupted for older than for younger people. Performing three-digit-updating task during the RP phase left RIF unaltered in the younger group. However, concurrent updating during RP eliminated RIF in the older group suggesting that the secondary task hindered inhibitory control in this group. The greater disruption of the dual task for older than younger participants can be also observed in the performance of the updating task.

¹¹We also calculated d' scores for Rp- and Nrp conditions in Experiment 1 and 2 and performed respective ANOVAs on these scores. The pattern of results was identical to that obtained when analyzing corrected hits.

Chapter 3

The older, but not the younger participants, showed less accuracy when three-digits updating was performed during RP. This pattern is parallel to performance of the younger participants under the more demanding five-digit updating task.

TABLE 1: Mean percentages of hits (and standard errors) in retrieval practice and updating as a function of age group.

Experiment 1			
Age Group	Retrieval Practice	Updating singly	Updating concurrently
Older-SRPT	61.68 (2.97)	--	--
Younger-SRPT	72.43 (2.18)	--	--
Experiment 2			
Group	Retrieval Practice	Updating singly	Updating concurrently
Older-DRPT-3	59.39 (2.79)	78.00 (3.11)	67.68 (3.30)
Younger-DRPT-3	69.68 (2.28)	89.86 (3.72)	89.25 (2.80)
Younger-DRPT-5	70.89 (2.27)	90.43 (3.23)	80.25 (2.45)

Note: SRPT = Standard Retrieval Practice Task, DRPT-3 = Retrieval Practice task plus updating with 3 digits, DRPT-5 = Retrieval Practice task plus updating with 5 digits.

TABLE 2: Mean percentages of corrected hits (and standard errors) as a function of group and type of item.

Experiment 1		Type of item		
Group and variable	Rp+	Rp-	Nrp	RIF
Older-SRPT				
Corrected hits	65.86 (3.67)	44.96 (3.38)	57.04 (3.21)	12.08
False alarms	15.89 (2.33)		15.14 (2.94)	
Younger-SRPT				
Corrected hits	76.39 (3.78)	52.61 (4.93)	66.79 (2.83)	14.18
False alarms	16.71 (2.95)		11.11 (2.04)	
Experiment 2		Type of item		
Group and variable	Rp+	Rp-	Nrp	RIF
Older-DRPT-3				
Corrected hits	71.46 (3.28)	54.11 (3.67)	54.57 (2.73)	0.46
False alarms	11.00 (2.18)		13.54 (2.14)	
Younger-DRPT-3				
Corrected hits	80.93 (2.30)	56.25 (4.01)	67.96 (2.53)	11.71
False alarms	9.04 (1.39)		6.29 (1.54)	
Younger-DRPT-5				
Corrected hits	84.18 (3.20)	66.68 (2.78)	67.18 (2.41)	0.50
False alarms	4.57 (1.62)		4.50 (1.38)	

Note: SRPT = Standard Retrieval Practice Task, DRPT-3 = Retrieval Practice task plus updating with 3 digits, DRPT-5 = Retrieval Practice task plus updating with 5 digits, Rp+ = Practiced exemplars from practiced categories, Rp- = unpracticed exemplars from practiced categories, Nrp = Unpracticed exemplars from unpracticed categories, RIF= Retrieval-induced forgetting (Nrp – Rp)

General Discussion

Although a large number of findings points to the role of inhibition in producing RIF, the precise nature of this mechanism remains an issue. Thus, some have put forward that long-term memory traces are suppressed by engaging an inhibitory executive mechanism that is also involved in controlling overt behavior or ignoring irrelevant stimuli (e.g., Anderson & Weaver, 2009). In this vein, neurocognitive and behavioral data suggest that a network of executive control regions supports memory suppression (Anderson, Ochsner, Kuhl, Cooper, Robertson, Gabrielli, Glover, & Gabrieli 2004; Johansson et al., 2007; Kuhl et al., 2007; Román et al., 2009). Others, however, have argued for the automatic nature of inhibition underlying RIF based on the fact that regular RIF has been found in populations thought to be deficient in executive control such as frontal lobe patients or aged people (e.g., Conway & Fthenaki, 2003). Hence, the present work aimed to shed some light on this issue by using a dual-task procedure.

Our results indicate that memory inhibition in older adults also depends upon executive control since RIF was more easily disrupted by a secondary task for older than for younger adults. Several theoretical and methodological points emerge from the results of our study. We will discuss them in turn.

Retrieval, inhibition and executive control.

First, we found additional evidence for the role of executive control in memory selection. The lack of RIF observed in younger and older participants under dual-task conditions replicate and extend previous results with college students (Román et al., 2009) and strongly suggest the involvement of attention-demanding processes in producing forgetting. In addition, the finding that RIF is easier to disrupt in older than younger adults reconcile the dual task and neurocognitive data with the result obtained in individual differences studies. The involvement of prefrontal cortex in RIF and the disruption of RIF by dual tasking support the controlled nature of the effect (Kuhl, et al, 2007; Román et al, 2009), but the presence of RIF in population with deficits seem to

suggest an automatic nature for the effect (Aslam et al. 2007). The results of our experiments provide support to the controlled nature of RIF by showing that even though RIF is apparently intact in older people (Experiment 1), the impact of the executive deficit on memory inhibition is evident when retrieval conditions are made more difficult (Experiment 2).

Second, our data also draw some insight to the question of whether there is some involvement of attentional control in retrieval. Specifically, in Experiment 2 performance during the retrieval practice phase was very similar regardless the age of the participants and whether the task was performed by itself or concurrent with an easy or difficult dual task. Thus, the effect of dual tasking was only observed when looking at the performance in the secondary task. This pattern replicates previous results and, at first sight, it would suggest that retrieval is very low demanding and can be performed in parallel with other cognitive tasks (Baddeley et al, 1984; Naveh-Benjamin et al., 2005). However, our data show conclusively that performing retrieval under dual task conditions selectively disrupt the inhibition component of retrieval. Hence, even if we did not find quantitative changes in retrieval success during RP, we observed qualitative changes in the way retrieval operations are carried out so that inhibitory control of competing memories can no longer be performed. Hence, retrieval is not automatic since it is affected and made less efficient by dual tasking. Interestingly, our secondary task involved numbers whereas retrieval involved words what precludes explanations based on representational competition between the two concurrent tasks (see Fernandes & Moscovith, 2002, for arguments that numbers and words do not compete).

As a methodological point, it is note worthy that we did not find inhibitory impairment in all dual-task conditions, so indicating that the simple fact of being engaged in dual-tasking is not sufficient to hamper inhibitory control. Inhibition is disrupted when the attentional demands of the dual task surpass the executive capacity of the person doing the task. At a more general level, what these results suggest is that RP procedures as they are often constructed do not impose enough demands on inhibitory control to reveal deficits when they might exist. That is, the attentional demands of the task may well be within the means of the populations of interest, making the RIF task insensitive to deficits in executive control. This might not only be true for RP procedures, but also for other procedures (e.g. negative priming) that have been shown unable to reveal

individual differences. Proper task conditions with more demanding competition and retrieval conditions are needed to capture inhibitory deficit.

Inhibition and aging.

Our results support the hypothesis that aging involves a deficit in inhibitory control (Anderson et al., 2011; Hasher & Zacks, 1988). Thus, performing a three-digits-updating task during the retrieval practice phase did not eliminate RIF in young participants, although it disappeared when a more demanding five-digit-updating task was introduced. In contrast, performing the less demanding three-digit-task during the RP phase was enough for the older group to eliminate selective forgetting of the Rp- items. Hence, the older people show lower levels of executive-control than the younger participants. The disruption of RIF under easy dual task conditions for older people is important in the context of recent work by Aslan et al. (2007). They reported similar retrieval-induced forgetting effects for both old and young adults. Although our Experiment 1 replicates their results, our Experiment 2 qualifies their conclusions about intact inhibitory control in older adults. By contrast, our results are in agreement with those found by Anderson et al. (2011) with the Think/No think (TNT) paradigm. In two experiments, these authors demonstrated that older adults were less efficient than younger individuals in suppressing retrieval when repeatedly confronted to an experience that they were told not to think about. Relative to younger people, older adults showed significantly less forgetting of the to-be-suppressed items. Because intentional retrieval suppression is thought to engage inhibitory control (Levy & Anderson, 2002), the results by Anderson and colleagues (2011) indicate that the inhibitory control of memory declines with age. The parallel between Anderson's et al findings and results from our Experiment 2 suggests that there may be something in common between suppressing retrieval and solving retrieval competition under demanding dual tasking. Both cognitive activities likely require high levels of memory executive control that are not always available across the lifespan (see Paz-Alonso, Ghetti, Matlen, Anderson, & Bunge, 2009, for differences in retrieval suppression in middle childhood).

To conclude, the fact that RIF is present in aged people is not incompatible with a decline in executive control with aging. If one assumes that there are individual

differences in executive control and that inhibition is a mechanism dependent upon this capacity (Redick, Heitz, & Engle, 2007), a critical factor to be considered is the minimum “amount” of executive control necessary to efficiently suppress competing memories. Thus, it seems that observing RIF in a given population does not rule out the possibility of a deficit in executive control relative to other populations because the putative deficit could still allow inhibition to operate under low demanding conditions.

Individual-differences research has now started to show reduced RIF effects in people assumed to suffer from deficits in executive control such as individuals with schizophrenia (Soriano et al., 2009), ADHD patients (Storm & White, 2010) or very young children (Aslan & Bäuml, 2010). Interestingly, Aslan and Bäuml (2011) have found a positive, although moderate, relationship between working memory span (a measure of executive-control capacity) and RIF ($r = .35$). In this context, the main theoretical contribution of the present study is to help to reconcile the involvement of executive control in RIF and the executive control deficit assumed in some specific populations. It is, however, important to bear in mind that our study focused on aging and, therefore, there is a clear need for more studies involving other populations.

CHAPTER 4

Revisiting the transient nature of Retrieval Induced Forgetting

Ortega, A.; Gómez-Ariza, C.J. & Bajo, M. T. (submitted). Revisiting the transient nature of Retrieval Induced Forgetting. *British Journal of Psychology*.

Abstract

The role of inhibition to overcome memory interference at retrieval has widely been studied with the retrieval practice paradigm (Anderson, Bjork & Bjork, 1994). However, a relevant question that remains to be answered is how long lasting is the aftereffect of suppressing competing memories. In our first two experiments we explored the effects of the time intervals between the retrieval practice phase and the final test (Experiment 1) and between the study phase and the retrieval practice phase (Experiment 2) using recognition test in the final phase to minimize the effects of associative blocking and output interference. Results are in agreement with a transient nature of RIF (MacLeod & Macrae, 2001). In Experiment 3, we explored the role of a spaced schedule of practice in long-term inhibition. Results partially support the hypothesis that spaced retrieval practice leads to longer-lived forgetting effects.

Introduction

Usually, people think that a good memory is a forgetting-proof function that allows us to recall all our experiences. However, a good deal of evidence suggests that forgetting is a necessary tool in our daily live. Because we are usually exposed to memory cues which are associated to several memory traces, competing non-relevant memories have to be suppressed in order to access the information that is relevant to the context. Thus, it has been proposed that memory retrieval involves an inhibitory control mechanism in charge of suppressing irrelevant competing information (Anderson, 2003).

The role of inhibition to overcome memory interference at retrieval has widely been studied with the retrieval practice paradigm (Anderson, Bjork & Bjork, 1994). This procedure comprises three phases: participants first study a list of category-exemplars pairs (e.g., Fruit-Orange; Fruit-Apple; Animal-Horse; Animal-Crocodile). Then, in the Retrieval Practice (RP) phase, they are asked to cue recall half of the exemplars (i.e., Fruit-Or__ ; hereafter Rp+ items) from half of the presented categories. After a distracter task, in a final phase, participants' memory for the whole set of studied items is tested. The typical result with this procedure is an impairment of the recall of unpracticed items belonging to practiced categories (i.e., Apple; hereafter Rp- items) relative to the recall of unpracticed items from unpracticed categories (i.e., Horse; hereafter Nrp items). This phenomenon is referred to as retrieval-induced forgetting (RIF) and it is thought to reflect the after-effect of an inhibitory mechanism that acts during retrieval practice to assist in the selective retrieval of target items (see Anderson, 2003, and Levy & Anderson, 2002, for reviews).

Although non-inhibitory accounts of RIF have also been put forward, a number of properties of the effect weaken these accounts. The fact that RIF is found in conditions which circumvent potential blockage from Rp+ items (e.g., Anderson & Spellman, 1995; Gómez-Ariza, Lechuga, Pelegrina & Bajo, 2005; Veling & Van Knippenberg, 2004) as well as the fact that RIF does not depend on Rp+ items' strength (Storm, Bjork, Bjork & Nestojko, 2006) are hard to accommodate for an non-inhibitory account of RIF. According to these non-inhibitory associative accounts (Jakab & Raaijmakers, 2009; Raaijmakers & Shiffrin, 1981) RIF can be explained in terms of facilitation rather than inhibition processes. Thus, they propose that repeatedly retrieving Rp+ items would strengthen the association

between the category cue and the practiced exemplars relative to the unpracticed items. This strengthening decreases the relative strength between the cue and other items (Rp-) associated to it, making their retrieval harder when the shared cue is provided at the final test. Thus, during retrieval, the most accessible (Rp+) items would be retrieved first and block access to the weaker (Rp-) items. In contrast, the inhibitory account proposes that it is the item representation what it is inhibited, independently of the changes in the cue-target association. Hence, impairment of the Rp- items should be evident regardless of the cues and memory tests used (cue and test independence). Many experiments have shown the cue independence nature of RIF; the effect is still present when novel cues are provided at test (e.g., Monkey - Ba_____ for recalling banana) (e.g., Anderson & Spellman, 1995), and the impairment for Rp- items has been observed using a variety of tests and cues (e.g., Anderson, Green & McCulloch, 2000; Bajo, Gómez-Ariza, Fernández, & Marful, 2006; Veling & van Knippenberg, 2004).

Despite memory inhibition seems a powerful mechanism to account for RIF, the precise nature of this process still remains to be fully specified. Recent neurocognitive and dual task findings support the view that RIF stems from an executive control mechanism (Johansson, Aslan, Bäuml, Gäbel, & Mecklinger, 2007; Kuhl, Dudukovic, Khan & Wagner, 2007; Ortega, Gómez-Ariza, Román & Bajo, 2011; Román, Soriano, Gómez-Ariza & Bajo, 2009; Wimber, Rutschmann, Greenlee, & Bäuml, 2009). Johansson et al. (2007) found that prefrontal event-related potential components were predictive of RIF, and interpreted this cortical activity as reflecting the involvement of control processes in overcoming retrieval interference. By using fMRI, Kuhl et al. (2007) showed significant prefrontal activity during RP that decreased over repeated retrieval trials. Interestingly, this decline in prefrontal activity was strongly associated to subsequent forgetting of competing memories which suggests that the demands of interference control decreased as the related irrelevant memories became inhibited. Additional evidence for the role of executive control in suppressing competing memories comes from a recent dual-task study by Román et al., 2009, (see also Ortega et al., 2011). Consistent with an executive control account of RIF, participants who engaged in an attention-demanding concurrent task during the retrieval practice did not show memory impairment for Rp- items in a recognition final test.

However, a relevant question that remains to be answered is how long lasting is

the aftereffect of suppressing competing memories. Whereas results from some studies seem to support the idea that RIF reflects a transient loss of accessibility of items in memory (Baran, Wilson, & Spencer, 2010; Chan, 2009; MacLeod & Macrae, 2001), recent findings point to long-lasting RIF effects (Conroy & Salmon, 2005, 2006; Ford, Keating & Patel, 2004, Experiment 2; García-Bajos et al, 2008; Racsmány, Conway & Demeter, 2010; Storm, Bjork, Bjork, & Nestojko, 2006).

MacLeod & Macrae (2001), for example, failed to show forgetting when the memory test was provided 24 hours after the retrieval practice phase; a finding which has been replicated several times (Carroll, Campbell-Ratcliffe, Murnane, & Perfect, 2007; Chan, 2009; Saunders, Fernandes, & Kosnes, 2009; Saunders & MacLeod, 2002). Interestingly, the lack of RIF was not related to the study-test delay; when the 24-h delay was introduced between the study phase and the retrieval practice phase (with the memory test right after the test) a reliable RIF effect emerged. Results from other studies, however, suggest that the aftereffect of suppressing competing memories may last at least 24 hours (Conroy & Salmon, 2005, 2006; Ford et al., 2004; Racsmány et al., 2010) and even 1 week (García-Bajos et al, 2008; Storm et al., 2006).

One problem that makes difficult to compare all these previous studies is that they differ in more than one methodological aspect (i.e., different time intervals, different type of materials, different practice schedules) and, therefore, it is difficult to assess the separate role of each of these aspects on the durability of RIF. In addition, many of these studies have used final tests that are subject to the influence of output interference and to the use of associative strategies so that the role of inhibition and interference in the appearance and disappearance of RIF cannot be easily disentangled.

The aim of our first two experiments was to explore the effects of the time intervals between the retrieval practice phase and the final test (Experiment 1) and between the study phase and the retrieval practice phase (Experiment 2) when a recognition test is used to assess forgetting. Previous results by MacLeod and Macrae (2001) have shown that whereas the interval between study and retrieval practice do not have an effect on RIF, introducing a 24-h delay between the retrieval practice phase and the final test abated the RIF effect. In their study they used personality traits as materials and recall test for final assessment of forgetting. In contrast, in our studies we used standard category-exemplar materials for the study and practice phases and recognition

for the final test. Hence, we sought to replicate the findings by MacLeod and Macrae (2001) but using standard categorical materials and a final test that minimizes the influence of interference as a cause of forgetting.

The use of recognition to reduce blocking is advantageous for two reasons: First, it is item specific so that it should induce the retrieval of item-specific information rather than the retrieval of relational information reducing the probability of using associative strategies (Gomez-Ariza et al., 2005; Hunt & Einstein, 1981). Second, it is cue-independent. Cue independence is achieved when the cues at retrieval practice are not presented during the final test phase. The word forms presented as cues in recognition were never presented before during retrieval practice. These two properties make recognition much less susceptible to blocking effects than either cue or free recall tests (Anderson, 2003). Therefore, the results of Experiment 1 and 2 should clarify the effect of the time interval in producing inhibitory effects without the contaminating influence of associative strategies.

In Experiment 3, we assessed the role of the schedule of practice with the materials and final test used in Experiments 1 and 2. We thought that the schedule of practice may be important because some of the studies showing long-lasting RIF effects spread the practice trials along several days. For example, Ford et al. (2004) found RIF 24 hours after the RP phase and they spread the experimental procedure along three days. The first day, they presented shortstories accompanied by coloured pictures depicting objects presented in the story and belonging to two semantic categories (e.g. animal and food). On each of the subsequent three days, participants performed retrieval practice of half the objects from one of the categories. Finally, the last day, they performed the final recall test of all the items. In these conditions, they found RIF after a 24 hour interval between the last retrieval practice cycle and the final test.

Similarly, Conroy and Salmon (2005) found delayed RIF when a spaced procedure was used. In their Experiment 2, children of 5 and 9 years olds participated in 24 unrelated activities. Each activity involved performing an action on one or more objects (e.g., cutting out a triangle from a piece of paper or knocking down a tower of blocks). They divided the children in two groups depending on the practice schedule that they received. Children in the spacing-group performed 3 cycles of retrieval practice spread along three days (one cycle of practice each day). In contrast, children in the massive

group performed the 3 cycles of practice in a single session three days after the study phase. All subjects were tested 24 hours after the last retrieval practice cycle. The results showed that after the 24-h delay, RIF was present for the spaced retrieval practice group but it was absent for the massive group.

Hence, in Experiment 3, we introduced a spaced RP schedule to explore whether the effect of inhibition would last longer when retrieval practice cycles were distributed along the time. As we will discuss later, from the theoretical perspective of the inhibitory account, one could expect long-lasting RIF after some time interval have elapsed from the last retrieval because it might increase the level of competition of Rp-items among practice cycles what, in turn, might make suppression stronger and its effects more persistent over time.

Experiment 1

Method

Participants and design

Forty college students voluntarily participated in the experiment. They received course credits for their participation.

They were divided in two groups according to the delay between the retrieval practice phase and the test phase: 5-min delay versus 24-h delay. Both groups performed standard retrieval practice task with a recognition test in the final phase. This experiment conformed a 2 (group; no delay vs. 24 h. delay test) x 3 (items' status of practice; Rp+ vs Rp- vs. Nrp) mixed design. We measured accuracy and response times.

Materials and procedure

The materials for the RP task were the same as those used by Román et al. (2009). They consisted of 48 category-exemplar pairs from eight semantic categories (two of them to be used as fillers) drawn from Batting & Montague (1969). Six exemplars from each category were selected so that none of them started with the same first two letters nor shared these letters with an unselected exemplar of its category. Six blocks of six items were created so that each block contained one exemplar from each experimental

category. The order of the blocks and the exemplars within them was randomized for participants.

In the first phase of the experiment, category-exemplar pairs were presented for study on the centre of the screen for 5 seconds. Immediately after, participants performed the RP phase. The category label and the first two letters of the exemplar were presented on the screen for 8 seconds. Participants were to recall aloud the studied exemplar that matched the cue. The lists of to-be-practiced items (nine target and six filler items) were presented nine times to the participants with pseudo-random order in each presentation. In the final memory test, participants were presented thirty-six studied exemplars mixed with thirty-six new ones. Eighteen of these new items were exemplars from new categories and the other eighteen were new exemplars from the studied categories. Items were presented singly in the centre of the screen for recognition and remained there until the participant made his/her response by pressing the corresponding key ("yes" or "no"). Participants in the delay testing condition returned to the laboratory 24 hours after the retrieval practice to complete the recognition test. Those in the 5-min delay condition performed a distracter task (solving simple math problems) after RP and then carried out the recognition test.

Presentation of the items was controlled by E-prime 1.0 (Schneider, Eschman, & Zuccolotto, 2002).

Results and discussion

The statistical analyses on this and all other experiment were carried out on accuracy measures (corrected hits; hits-false alarms) and response times (RT) in the recognition test. False alarm rates are also reported and analyzed separately.

Retrieval practice. An one way analysis of variance (ANOVA) on the percentages of recall during the practice phase showed differences between the groups to be marginally significant, $F(1, 39) = 3.74$, $MSE = 104.45$, $p = .06$, $\eta_p^2 = .09$. (See Table 1)

Forgetting. A 2 (delay: 5-min vs. 24-h) x 2 (practice status: Rp- vs. Nrp) mixed ANOVA on corrected hits showed a reliable main effect of status of practice, $F(1, 38) = 9.24$, $MSE = 307.65$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .20$, and a marginally significant main effect of delay, $F(1,38) = 3.86$, $MSE = 1369.51$, $p = .06$, $\eta_p^2 = .09$. More important, the interaction

delay x status of practice reached significance, $F(1,38) = 4.67$, $MSE = 307.65$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .11$. Reliable RIF was observed for the 5-min delay group, $F(1, 19) = 32.60$, $MSE = 127.65$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .63$, but not for the 24-h delay group, $F(1, 19) < 1$. Importantly, false alarms rates within each group were statistically equivalent (both $ps > .05$; See Table 1).

The ANOVA performed on RT revealed a reliable main effect for status of practice, $F(1,38) = 8.15$, $MSE = 4600.48$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .17$, which was qualified by a significant interaction delay x status of practice, $F(1,38) = 7.24$, $MSE = 4600.48$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .16$. Whereas the 5-min delay group took longer to respond to Rp- items than to Nrp items, $F(1,19) = 22.19$, $MSE = 3187.10$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .53$, this was not the case for the 24h delay group $F(1,19) < 1$. (See Table 1).

Facilitation. A 2 (delay) x 2 (practice status: Rp+ vs. Nrp) ANOVA showed that Rp+ items were better recognized than the Nrp items, $F(1,38) = 25.69$, $MSE = 305.18$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .40$. The effect of delay, $F(1, 38) = 1.49$, $MSE = 236.54$, $p = .23$, $\eta_p^2 = .03$ and the interaction status x group were not significant $F(1,38) = 1.26$, $MSE = 305.18$, $p = .27$, $\eta_p^2 = .03$. Simple effect analyses confirmed that the 5-min delay group $F(1,19) = 7.18$, $MSE = 329.91$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .27$ and the 24-h delay group $F(1,19) = 20.88$, $MSE = 280.45$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .52$, showed the facilitation effect.

The analysis performed on the RT data also showed a benefit of practice for Rp+ items, $F(1, 38) = 29.08$, $MSE = 7139.95$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .43$, which was independent on the delay group (interaction with $F(1, 38) = 1.21$, $MSE = 7139.95$, $p = .28$, $\eta_p^2 = .03$). Further analyses confirmed a reliable effect in the 5-min group $F(1,19) = 12.60$, $MSE = 5218.57$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .40$ and 24-h group, $F(1,19) = 16.61$, $MSE = 9060.94$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .47$.

In summary, the present results are similar to those obtained by McLeod & Macrae (2001) though in our case we used a recognition task in order to avoid the use of associative strategies and possible output interference effects. The presence of RIF in immediate recognition and its absence after 24 hours indicate that competing memories (Rp-) were less accessible right after repeated retrieval of target (Rp+) items, but that this reduced accessibility dissipated after 24 hours. It is interesting to note that both recognition accuracy and response times showed similar patterns, so that variations in the items' accessibility are reflected not only in lower probability of recognizing the items but also in slower recognition times. Since recognition was used as the final test, the temporal pattern of RIF cannot be attributed to interference but to the temporal

parameters of the effect of suppressing competing memories.

In Experiment 2, we wanted to further explore these temporal parameters by first reducing the time interval from 24 hours to 1 hour and, second, by manipulating whether the interval was introduced between retrieval practice and the final test or between study and retrieval practice. According to MacLeod and Macrae (2001), the critical point to obtain RIF is that inhibition is triggered before the final test. Hence, with this experiment we wanted to replicate MacLeod & Macrae's results with a shorter delay and a recognition procedure. We thought important to introduce a shorter delay to more clearly specify the short lived nature of the effect. In Experiment 2, participants were divided in two groups: 1-h delay retrieval practice group and 1-h delay test group. If the results by MacLeod and Macrae extend to 1 hour interval, we should find RIF when the delay is introduced between study and retrieval practice but not when it is introduced between retrieval practice and test.

TABLE 1: Mean percentages of response times, retrieval practice accuracy, hits and false alarms (and standard errors) as a function of group in Experiment 1.

Experiment 1 Group and variable	Type of item			
	Rp+	Rp-	Nrp	RP
5-min delay test				
Response times	704.99 (18.61)	870.19 (34.08)	786.09 (29.27)	
Corrected hits	73.75 (4.50)	37.95 (3.42)	58.35 (3.43)	76.35 (1.66)
False alarms	17.62 (3.71)		9.91 (2.45)	
24-h delay test				
Response times	717.93 (20.10)	843.09 (36.13)	840.62 (30.92)	
Corrected hits	82.35 (3.62)	54.70 (5.80)	58.15 (3)	63.37(6.65)
False alarms	13.50 (3.79)		6.65 (2.02)	

Note: SRPT = Standard Retrieval Practice Task, DRPT-3 = Retrieval Practice task plus updating with 3 digits, DRPT-5 = Retrieval Practice task plus updating with 5 digits, Rp+ = Practiced exemplars from practiced categories, Rp- = unpracticed exemplars from practiced categories, Nrp = Unpracticed exemplars from unpracticed categories, RIF= Retrieval-induced forgetting (Nrp – Rp-).

Experiment 2

Method

Participants and design

Forty new college students participated in this experiment for course credit. They were randomly assigned to the between-participant conditions.

The design of the experiment conformed a 2 (delay: delayed retrieval practice vs. delayed test) x 3 (status of practice: Rp+ vs. Rp- vs. Nrp) mixed model.

Materials and procedure

The same materials as in Experiment 1 were used. The procedures for the study phase and the final test were similar to those of Experiment 1. However, in this experiment we fixed the delay interval in 1 hour and divided participants in two groups: 1-h delay retrieval practice group and 1-h delay test group. In the former we introduced a delay of 1 hour after the study phase. During this interval, participants performed a reasoning test (the Standard Progressive Matrices (SPM), Advanced Progressive Matrices I, and Advanced Progressive Matrices II, from the Raven Test (Raven, Court y Raven, 1996) as a filler task. In the 1-h delay test group, the 1 hour interval was introduced between the RP phase and the recognition test. In this period of time, participants performed the same distracter task as that used in the former group.

Results and discussion

Retrieval practice. The corresponding ANOVA on hits RP phase showed that the effect of group was not significant, $F(1,38) = 1.03$, $MSE = 80.62$, $p = .31$, $\eta_p^2 = .02$.

Forgetting. A 2 (delayed test vs. delayed retrieval practice) x 2 (Rp- vs. Nrp) mixed ANOVA on the corrected hits showed status of practice to be significant $F(1, 38) = 9.46$, $MSE = 241.94$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .19$. This effect, however, was qualified by a significant interaction, $F(1,38) = 4.22$, $MSE = 241.94$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .10$. RIF was clearly present in the group with delayed retrieval practice, $F(1,19) = 19.03$, $MSE = 167.44$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .50$, but

it was not in the group with delayed test, $F < 1$, $\eta_p^2 = .02$. The false alarms rates for RP and NRP categories did not differ for any of the groups (all tests with $p > .60$).

The ANOVA performed on RT also showed a significant effect of status of practice, $F(1,38) = 4.92$, $MSE = 55547.20$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .11$, although in this case the interaction practice status x delay group was only marginal, $F(1,38) = 3.00$, $MSE = 55547.20$, $p = .09$, $\eta_p^2 = .07$. Further analyses confirmed that it took longer to respond to Rp- items than to Nrp items in the delayed RP group, $F(1,19) = 6.65$, $MSE = 65193.60$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .25$, but not in the delayed test group, $F(1,19) < 1$, $\eta_p^2 = 0.00$.

Facilitation. The corresponding ANOVA showed that, as in the previous experiment, there was an advantage for Rp+ items relative to Nrp items, $F(1, 38) = 92.44$, $MSE = 170.83$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .71$. This advantage tended to be larger in the group with delayed test (interaction with $F(1,38) = 3.67$, $MSE = 170.83$, $p = .06$, $\eta_p^2 = .08$). The analysis on RT showed that Rp+ items were recognized faster than Nrp items, $F(1, 38) = 42.29$, $MSE = 19399.15$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .52$. Although the interaction delay x status of practice was marginally significant, $F(1,38) = 3.76$, $MSE = 10399.15$, $p = .06$, $\eta_p^2 = .09$, facilitation effects were present in both groups (delayed test group, $F(1,19) = 32.15$, $MSE = 11526.93$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .63$; delayed RP group, $F(1,19) = 11.68$, $MSE = 9271.37$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .38$).

Hence, the obtained pattern of results is similar to that observed by McLeod and Macrae and extends it to shorter intervals. Again, because we used a final recognition test, the presence and absence of RIF is better explained by inhibition acting on the items representation and dissipating after a short time interval than by interference. Clearly, our data suggest that the aftereffect of suppressing competing memories is short-lived so that it is gone with 1 hour. Conversely, if selective retrieval is performed right before the final test, the footprint of inhibitory control is still present.

However, if inhibition is short lived, how can we explain the results of experiments that show RIF effects at much longer intervals? In the McLeod and Macrae's study, as in most RIF studies, the cost of selective retrieval has been explored by using a massive practice schedule within the retrieval practice phase. That is, participants are asked to retrieve selected exemplars in a single experimental session by means of massive non-spaced retrieval trials. However, some of the studies showing longer lasting RIF effects have used spaced RP schedules (Conroy & Salmon, 2005; Ford et al., 2004). Thus, it is possible that massive retrieval practice produces less inhibition than spaced retrieval

practice. This might be the case because in massed RP, once participants accomplish the first RP cycle and the Rp- items have been suppressed for the first time, they would produce less competition in immediate retrieval trials. Hence, in the second RP cycle the need to trigger inhibition would be smaller relative to the first trial (see Kuhl, et al. 2007 for fMRI evidence of less involvement of the anterior cingulate along subsequent retrieval practice cycles). This reasoning would hold for the following cycles so that as participants go along the retrieval practice phase, the competing Rp- representation would be less active and produce less competition and, this in turn, would lower the need for inhibition to act. In contrast, if the RP cycles are spaced in time, the inhibited (Rp-) representations could be reactivating from a RP cycle to the next so that competition would be strong for each cycle and inhibition would more strongly act on the inhibited representations relative to massed RP. Hence the idea is that spaced RP produces more competition and inhibition in all retrieval cycles and as a consequence the Rp- items would be more strongly inhibited being its effect much longer. In Experiment 3 we tried to test this idea by introducing a spaced retrieval practice procedure. As in Experiment 1, the time interval between the last RP cycle and the final recognition test was 24 hours. We preferred to use this longer interval because it was similar to the one used in other studies showing long-lasting RIF effects (Conroy & Salmon, 2005; Ford et al., 2004).

TABLE 2; Mean percentages of response times, retrieval practice accuracy, hits and false alarms (and standard errors) as a function of group in Experiment 2

Experiment 2 Group and variable	Type of item			
	Rp+	Rp-	Nrp	RP
1-h delayed test				
Response times	798.40 (28.88)	1016.55 (55.42)	990.90 (39.25)	
Corrected hits	85.70 (2.27)	48.45 (5.09)	52 (3.85)	81.23 (1.79)
False alarms	9.35 (2.15)		8.80 (2.05)	
1-hdelayed RP				
Response times	825.10 (70.90)	1137.50 (107.95)	929.17 (60.65)	
Corrected hits	81.30 (3.10)	40.95 (5.21)	58.80 (3.31)	78.39 (2.13)
False alarms	8.25 (2.09)		7.20 (2.43)	

Note: Rp+ = Practiced exemplars from practiced categories, Rp- = unpracticed exemplars from practiced categories, Nrp = Unpracticedexemplars from unpracticed categories, RIF = Retrieval-induced forgetting (Nrp – Rp-).

Experiment 3

Method

Participants and design

Twenty new college students participated in this experiment. The only independent variable was the status of practice (Rp+ vs. Rp- vs. Nrp) that was manipulated within participants.

and procedure

The same materials as in Experiment 1 and 2 were used in this experiment. The procedures for the study phase and the final test were similar to those used in previous experiments with two exceptions; we applied a spacing schedule to the RP phase, and introduced a 24-h delay between RP and test. Participants performed 3 cycles of RP immediately after study phase, then 3 cycles 30 minutes after this first RP stage, and then 3 more cycles 30 minutes after the second RP stage. Participants were asked to return to the laboratory for the final recognition test 24 hours after the last RP trial. In the time interval between cycles of practice participants performed the SPM as a filler task.

Results and discussion

As can be seen on Table 3, the rate of correct recall at retrieval practice was high and similar to those found in Experiment 2.

Forgetting. A repeated measures ANOVA (Rp- vs. Nrp) on corrected hits showed that there was no effect of status of practice, $F(1, 19) = 1.47$, $MSE = 360.42$, $p = .23$, $\eta_p^2 = .07$. In addition, the false alarm rates for RP and NRP categories were statistically the same ($F(1, 19) < 1$; See Table 3). RT measures, however, showed a cost of retrieval practice on recognition. On average, RT for Rp- items were significantly slower than it was for Nrp items, $F(1, 19) = 12.45$, $MSE = 27351.45$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .39$.

Facilitation. The ANOVA on corrected hits showed the usual advantage for Rp+ items relative to Nrp items, $F(1, 19) = 18.26$, $MSE = 357.50$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .49$. This

advantage was also evident when analyzing RT measures, $F(1, 19) = 17.83$, $MSE = 14921.36$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .48$.

In this third experiment our aim was to explore if spacing retrieval practice made memory inhibition persists over time. Our reasoning was that possibly spacing retrieval practice would produce stronger competition and inhibition and that this, in turn, would make RIF more durable. However, the results of our experiment are mixed. Whereas no RIF is observed on accuracy, the cost of retrieval practice is evident after 24 hours when looking at response times. Hence, it seems that the effect of spacing RP using these temporal parameters is perceptible only if response time is used as a measure of memory accessibility in a recognition test. We will discuss this point in more detail in the General Discussion.

TABLE 3

Mean percentages of response times, retrieval practice accuracy, hits and false alarms (and standard errors) as a function of group in Experiment 3

Experiment 3	Type of item			
	Rp+	Rp-	Nrp	RP
Spacing RP				
Response times	698.94 (58.61)	950.99 (103.86)	804.76 (69.20)	
Corrected hits	89.50 (3.99)	56.65 (5.33)	63.95 (4.68)	86.20 (2.87)
False alarms	16.11 (3.36)		12.77 (2.01)	

Note: Rp+ = Practiced exemplars from practiced categories, Rp- = unpracticed exemplars from practiced categories, Nrp = Unpracticed exemplars from unpracticed categories, RIF = Retrieval-induced forgetting (Nrp – Rp-).

General discussion

In three experiments we explored the temporal parameters of RIF. Our aim was to study whether the inhibitory effects of retrieval are long lasting or disappear over time. This question is important because inhibitory mechanism has been used to explain long lasting forgetting of past normal and traumatic experiences (see Anderson, 2001) and even to explain first language attrition after immersion in a foreign language (Levy et al., 2007). This implication of inhibition in memory can only be made if the lack of accessibility of inhibited memory traces is extended on time. So it is important to know if

and in what conditions the effect of inhibition last.

Previous studies on the durability of RIF have shown mixed results. Thus, MacLeod and Macrae (2001) found that the RIF effect dissipated within 24 hours after repeated retrieval. On the contrary, Conroy and Salmon (2005) and also Garcia-Bajos et al. (2009) have shown RIF effects that last for longer periods of time.

One important methodological difference among these studies is the schedule of practice. Thus, the studies differ on whether retrieval practice is done massively or spaced in time. Hence, one aspect that we wanted to study was whether spacing retrieval practice made the effect stronger. As we mentioned, theoretically this prediction makes sense since practicing after some time interval has elapsed from the last retrieval attempt can increase the level of competition in the last practice cycles and this, in turn, might make inhibition stronger. Consistent with this prediction, results from fMRI studies (Kuhl et al., 2001) provide evidence of less involvement of the anterior cingulate with repeated retrieval practice, suggesting that less interference and executive control is required over repeated retrieval practice trials.

In addition, we wanted to make sure that the effect that we were observing were inhibitory and not the result of associative interference or some other associative strategy. Previous experiments looking at RIF with long time intervals have used free or cue recall and, therefore, associative strategies could be responsible for forgetting. For this reason, in our experiments we used recognition as a final test and measure both accuracy and response times. In Experiments 1 and 2 we explored whether RIF was present when a massed standard RP procedure was used and an interval of 1 day (Experiment 1) or 1 hour (Experiment 2) was introduced. Results of these experiments indicated that RIF in the standard massive procedure is very short lived so that it is not present after 1 day or even after 1 hour has lapsed from retrieval practice. Because immediate RIF effects were present in both accuracy and RT measures capturing trace accessibility, we can conclude that the unpracticed items from the practiced categories were inhibited. Similarly, because after 1 hour RIF effects were absent in both accuracy and RT measures we can also conclude that this reduced accessibility after retrieval practice of the R_{p+} items dissipates after a short delay.

In Experiment 3, we introduced a spaced schedule for retrieval practice. As mentioned the idea was to increase competition in the last retrieval practice cycles as a

way of increasing the need for inhibition. The assumption underlying our prediction of longer lasting RIF with spaced RP was based on activation and inhibition dynamics. According to the inhibitory account of RIF (Anderson, 2003), in the first retrieval practice cycle the presentation of the category cue to remember a specific category member (Rp+ item) would activate all the studied category members and produce competition. Hence, inhibition would be triggered to reduce the level of activation of the competing memory representation. Because the Rp- representations would be inhibited during this first practice cycle, in the following cycles competition would be reduced and consequently the need for inhibition would decrease and the probability of obtaining long lasting effects would lessen. In contrast, when the retrieval practice is spaced and because inhibitory effects are short lived (see Experiment 1 and 2), the inhibition of Rp- items during the first retrieval practice cycle may have recovered so that the competing traces corresponding to those items might be active again and compete for recall. If this is the case they would be target again of the inhibitory mechanism in charge of reducing competition. Hence, spaced inhibition might produce a longer lasting behavioral effect. The results of Experiment 3 provide partial support to this hypothesis by showing the cost of retrieval practice but only when recognition times were considered. In this way, although Rp- and Nrp items were accurately recognized at the same level, the response times to the Rp- items were slower than those to the Nrp items.

Several studies with the retrieval practice paradigm and recognition tests have found RIF in accuracy (Dehli & Brennen, 2009; Gómez-Ariza et al., 2005; Hicks & Starn, 2004; Ortega et al., in press; Román et al., 2009; Spitzer & Bäuml, 2007; Spitzer, Hanslmayr, Opitz, Mecklinger, & Bäuml, 2008; Verde, 2004) but just a few of them have analyzed and reported RIF in response times (Dehli & Brennen, 2009; Gómez-Ariza et al., 2005; Román et al., 2009). Response time is considered an index of speed of processing, and as this, it is assumed to be an index of accessibility of items in memory; recognition times would indicate how fast the person matches the test word to the stored memory trace. It is usually assumed that highly familiar/high-confidence responses will be fast whereas low familiar/low-confidence responses will be slower (Ratcliff & Starns, 2009). In this sense, it is interesting to directly compare the RT measures in the 24 h. delay (massed RP) group of Experiment 1 to the spaced practiced (24 h. delay) group of Experiment 3. A 2 (massed practice vs. spaced practice) x 2 (Rp- vs. Nrp) mixed ANOVA on the response

times showed status of practice to be significant $F(1, 38) = 10.48$, $MSE = 16682.65$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .22$. This effect was qualified by the interaction between Experiment (Experiment 1 massed versus Experiment 3 spaced), $F(1,38) = 9.93$, $MSE = 16682.65$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .21$. RIF was clearly present in the group with spacing retrieval practice, $F(1,19) = 12.44$, $MSE = 27351.48$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .39$, but it was not in the group with massive retrieval practice, $F < 1$, $\eta_p^2 = .00$. Interestingly, comparison of the RT for Rp- items in the two Experiments indicated that recognition of the Rp- items in the spaced condition was significantly slower (107.9 ms) than the RT for the Rp- items in the massed condition (Experiment 1), $F(1,38) = 10.68$, $MCE = 66362.03$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .22$. This longer average reaction time might reflect lower familiarity and lower response confidence in the spaced than in the massed condition. Although recognizable, the Rp- items under spaced RP schedule seem to be less accessible due to stronger suppression. Consistent with this interpretation, the control (non-inhibited) Nrp items of Experiment 1 and 2 did not differ. $F(1,38) = 3.18$, $MCE = 22314.7$, $p = .08$, $\eta_p^2 = .07$.

Despite this, our results cannot fully explain why RIF effects are found in accuracy measures in other previous studies (Conroy & Salmon, 2005, 2006; Ford et al., 2004, Experiment 2; García-Bajos et al, 2009; Racsomány, Conway & Demeter, 2010; Storm et al., 2006). Hence, other factors must also play a role. For example, previous studies differ in the type of materials presented for study. While some have used materials clearly semantic (e.g., García-Bajos et al., 2009; Racsomány et al., 2010) others have used materials more episodic in nature (e.g., Ford et al., 2004; MacLeod & Macrae, 2001). Interestingly, most of the studies showing long lasting RIF have used material with little involvement of semantic relations. Since it is possible that semantic material could be easily recovered after being suppressed, this issue should be explored in future experiments

CHAPTER 5

Low semantic involvement makes Retrieval Induced Forgetting long lasting

Ortega, A., Gómez-Ariza, C.J., Morales, M.J., & Bajo, M.T. (submitted). Low semantic involvement makes Retrieval Induced Forgetting long lasting*.

*A shorter version of the paper has been submitted to *Psychonomic Bulletin & Review*

Abstract

Selective retrieval of memories has been shown to involve forgetting of related memory contents that compete for access. The question still remains of how lasting is this Retrieval Induced Forgetting. While some studies have found that RIF disappears within 24 hours after retrieval practice, others suggest that inhibition may last even 1 week. This divergence of results may be due to the variety of materials used in these studies. Because different memory systems (semantic vs. episodic) underlie encoding and retrieval of materials used in previous experiments, functional discrepancies between these memory systems could cause variation in long-term memory inhibition. In two experiments, we explored this issue by manipulating the degree of involvement of semantic information, as well as the delay between retrieval practice and test; immediate test or 24 hours delay test condition. The results suggested that forgetting last longer when inhibition acted on episodic representations. Hence, inhibition of episodic traces seems to be longer lasting than the inhibition of semantic information.

Introduction

Some recent papers have suggested that inhibition maybe the underlying cause of selective forgetting of past normal and traumatic experiences (Anderson 2001; Anderson, Ochsner, Kuhl, Cooper, Robertson, Gabrieli, Glover, & Gabrieli, 2004; Wessel and Hauer, 2006). For example, Anderson has argued that selective inhibition of the traumatic event may explain the greater incidence of amnesic symptoms for people that had experienced abuse from family or friends (Anderson, 2001). According to this view, a child experiencing abuse from his/her father would have two dissociated representations (caretaker and abuser) of the father; every time that he/she retrieves the representation of father-caretaker would be inhibiting the representation of father-abuser and, as a consequence, forgetting the competing representation of the father as an abuser would occur. This reasoning would also hold for normal experiences so that, for example, remembering and telling our friends about some aspects of our last vacations would produce long lasting forgetting of some other untold aspects of our vacations. In general, selective retrieval of memories would impair later retention of related contents that compete for access during memory retrieval (Anderson, Bjork, & Bjork, 1994).

In this context, forgetting of traumatic and normal experiences would be similar to the retrieval-induced forgetting (RIF) produced in laboratory settings when the retrieval practice procedure is used. In this procedure, participants first study a list of category-exemplars pairs (e.g., Fruit-Orange; Fruit-Apple; Fruit-Pear). Then, in a second stage, the retrieval practice (RP) phase, they are asked to cue recall half of the exemplars (Rp+, Fruit-Or__) from half of the presented categories. After a distracter task, in a final phase, participants are asked to recall all the studied exemplars. Results usually show that memory for the items that were not practiced but belonged to practiced categories (Rp-) are recalled worse than those that belong to unpracticed categories (Nrp). This is the RIF effect and it is assumed to reflect the effect of inhibitory processes engaged during retrieval practice to assist in the selective retrieval of target items (see Anderson, 2003, Levy & Anderson, 2002, or Storm, 2011 for reviews). Thus, RIF represents a laboratory model of the type of incidental forgetting involved in the retrieval of everyday experiences and inhibitory control could be considered the underlying cause of forgetting

of these experiences.

However, to conclude that inhibition during selective retrieval produce long term forgetting of everyday experiences it is important to show that: 1) RIF is produced by inhibitory control processes; 2) many different types of representations can be inhibited; 3) inhibition can endure for an extended time.

Although other non-inhibitory interference-based accounts have been offered to explain RIF (Anderson & Bjork, 1994 for a review), the fact that RIF is observed in situations where novel recall cues (e.g., Anderson & Spellman, 1995), recognition (e.g., Gómez-Ariza, Lechuga, Pelegrina & Bajo, 2005; Hitch & Starns, 2004), fragment completion (e.g., Bajo, Gómez-Ariza, Fernandez, & Marful, 2006) or lexical decision (Veling & Van Knippenberg, 2004) are used as the final test weakens these associative accounts and support the idea that the memory impairment is the result of trace inhibition rather than a consequence of interference from competing non-target memories.

In addition, recent evidence from neurocognitive and dual task findings provide support for the view that an executive inhibitory mechanism underlies forgetting following retrieval practice (Johansson, Aslan, Bäuml, Gäbel, & Mecklinger, 2007; Kuhl, Dudukovic, Khan & Wagner, 2007; Ortega, Gómez-Ariza, Román & Bajo, in press; Román, Soriano, Gómez-Ariza & Bajo, 2009; Wimber, Rutschmann, Greenlee, & Bäuml, 2009).

In addition, RIF has been generalized to many different types of situations and materials. For example, this effect has been found with semantic categories (e.g., Anderson et al., 1994; Román et al., 2009), personal attributes (e.g., Macrae & MacLeod, 1999, Storm, Bjork & Bjork, 2005; Iglesias-Parro & Gómez-Ariza, 2006), visuospatial features (Ciranni & Shimamura, 1999; Gomez-Ariza, Fernández & Bajo, 2011), schematic actions (García-Bajos, Migueles & Anderson, 2009); thematically related and unrelated sentences (e.g., Anderson & Bell, 2001; Gómez-Ariza, Lechuga, Pelegrina & Bajo, 2005); names and faces (Ferreira, Marful & Bajo, submitted) and autobiographical memories (Wessel & Hauer, 2006).

However, the question still remains of how lasting is the forgetting after-effect of memory inhibition during selective retrieval. Although this issue has been addressed in different studies, the results are far from reaching a clear conclusion. Thus, while some studies have found that RIF disappears within 24 hours after retrieval practice (Baran,

Wilson, & Spencer, 2010; Chan, 2009; MacLeod & Macrae, 2001), others suggest that inhibition may last 24 hours (Conroy & Salmon, 2005, 2006; Ford, Keating & Patel, 2004, Experiment 2; Racsomány, Conway & Demeter (2010), and even 1 week (García-Bajos et al., 2008; Storm, Bjork, Bjork, & Nestojko, 2006). Hence, the purpose of the studies reported here is to try to identify under what conditions the impairment in recall due to inhibition last.

Previous studies have used different retention intervals, different types of materials and different procedures so that any of these differences may be constraining the long lasting effects of memory inhibition. For example, McLeod & Macrae (2001) asked participants to form an impression about two imaginary characters who were described by a list of 10 independent traits. Immediately after presentation, they performed the RP phase in which participants were cued to recall half of the traits describing one of the characters. Finally, they had to free recall all the traits defining the two characters either immediately or 24 hours later. RIF was present in the immediate test, or when the RP phase was delayed 24 hours and participants' final recall was tested immediately after RP. However, the effect disappeared when the test was given 24 hours later. In a similar vein, Chan (2009) had their participants practice retrieving part of low and high integration texts (Experiment 1) or sentences (Experiment 2) and tested them after 20 minutes or after 24 hours. RIF was obtained for the low integration materials in the immediate test, but these effects disappeared after 24 hours. In contrast, Ford et al. (2004) found RIF 24 hours after the RP phase. They spread the experimental procedure along several days (see also, Conroy & Salmon, 2005; Conroy & Salmon, 2006, for a similar spaced RP procedure with children memory for actions). The first day, they presented short stories accompanied by coloured pictures depicting objects presented in the story and belonging to two semantic categories (e.g. animal and food). On each of the subsequent three days, participants performed retrieval practice of half the objects from one of the categories. Finally, the last day, they performed the final recall test of all the items. In these conditions, they found RIF after a 24 hour interval between the last retrieval practice cycle and the final test. Similarly, García-Bajos et al. (2009) found RIF 1 week after the RP phase. In their study, participants studied a video sequence about a bank robbery with low and high typicality actions and, in a subsequent phase, they practiced retrieving half of the low and high typicality actions. The final recall tests were

provided immediately and/or a week later. Results showed RIF only for low typically actions both when the final test was performed immediately or a week later. Finally, Racsomány, Conway & Demeter (2010) had their participant study and practice retrieval of category-exemplars pairs. In the final test, the name of the category (Experiment 1) or the category names and the first letters of studied items (Experiment 2) were presented as recall cues. They found that retrieval-practice effects began to dissipate after a retention interval of just 1 or 12 hours in the absence of sleep, whereas RIF was obtained 12 hours after the retrieval practice phase if participant have slept in this period of time.

Racsomány et al. (2010) suggested that memory consolidation is the critical factor to observe long lasting inhibitory effects. However, this conclusion cannot be generalised to other results since Baran et al. (2010) found larger RIF effects after a 12 hours break with sleep. In addition, consolidation cannot explain why inhibition was not present after 24 hours in the study by MacLeod & Macrae or why RIF was only present for low typicality actions in the Garcia-Bajos et al.'s study. Others have argued (MacLeod & Macrae, 2001) that inhibition has to be reinstated right before retrieval for delayed RIF to be observed. However, this does not hold if we consider Racsmany et al.'s 12 hours-after-sleep groups or the high typicality actions in the Garcia-Bajos at al.'s study. Hence more research is needed to fully understand the temporal parameters of RIF.

An important difference among these studies lies in the relative involvement of episodic and semantic relations. Thus, while the categorical relations in the study by Racsomány et al. (2010) and the typical actions in the study by Garcia-Bajos et al. (2009) are mainly semantic in the sense that competition arises from pre-existing relations not necessarily tied to the specific study episode, the low typicality actions in the latter study and the names and traits in Macleod and Macrae's study (2001) are mainly episodic since competition only arises by the fact that episodic relations were created during study. The stories used by Ford et al. (2004) and the texts in Chans' study constitute a mixture of episodic and semantic information.

The relative involvement of these two types of information may be important because semantic information could be more easily accessible than episodic information (Craik, 2001, Glenberg, 1997). Many semantic traces are acquired early in life and they are strongly consolidated and overlearned. In addition, the conceptual nodes in semantic memory are central in our knowledge networks so that they are more interconnected and

easier to activate (Brybaert, Van Wijnendaele & De Deyne, 2000). Concepts from semantic memory can be reactivated by external stimuli and also by other concepts in semantic memory. For instance, false recall and false recognition are produced by means of activation of implicit associative responses (Roediger & McDermott, 1995; Brainerd, Yang, Howe, Reyna & Mills, 2008). Hence, it is possible that between-studies differences in the temporal persistence of RIF maybe due to the differential involvement of semantic and episodic information. That is, because semantic information is more accessible and semantic memories can be automatically activated by related semantic information occurring during the interval between retrieval practice and final test, RIF effects involving semantic information may be short lived. In contrast, because episodic information is exclusively bound to the experimental event, the probability of the inhibited memories being reactivated during the retention interval would be relatively lower and, therefore, the episodic traces may remain inhibited and RIF would persist.

The aim of Experiments 1 and 2 was to explore to what extent the appearance of long lasting RIF depends on the type of memory representation targeted by inhibition. In the experiments we used semantic (categorised words) and episodic material (coloured shapes and thematically unrelated sentences) and tested inhibition effects immediately (Experiment 1) or 24 hours later (Experiment 2). We wanted to show first that equivalent RIF effects were obtained with different types of semantic and episodic representations. With this purpose in mind, in Experiment 1 we varied the type of material, and kept all other aspects of the procedure identical. In Experiment 2 we wanted to explore whether long lasting effects of RIF were dependent on the type of material and therefore we introduced a 24 hour interval between the retrieval practice phase and the final test.

Experiment 1

In Experiment 1, participants performed the standard RP paradigm and they were tested immediately after de RP phase. We divided participant in three groups according to the material they were presented for study and later recall; categorised words, coloured shapes and character-action unrelated sentences. Our aim was to explore if we could find similar RIF effects for these different types of representations. Previous experiments (e.g., Anderson et al., 1994, 2000; Ciranni & Shimamura, 1999; and Gómez-

Ariza et al., 2005) have found RIF for semantic, perceptual and episodic materials, but they have used different tests and procedures. Hence we thought important to show immediate RIF effects for these materials with similar methodological constrains.

In addition, we wanted to use a final test that minimises retrieval associative strategies. Many studies assessing the possible long lasting inhibitory effects of RIF have used final recall tests where competitive retrieval or output interference has not been controlled so that associative processes and not inhibition may be acting to produce the observed effects (Anderson & Levy, 2007). To reduce the effect of associative blocking, we used item-specific cues to assess RIF. Thus, we presented the category name and the first two letters of the exemplar in the categorized list condition (semantic condition), the color and location of a particular shape in the colored shapes condition (perceptual episodic condition) and the character and fragment of a particular sentence in the unrelated sentence condition (propositional episodic condition). In addition, the use of these cues reduces the possibility that associative retrieval strategies would have an effect at the time of recall, since these cues, similar to recognition, induce the retrieval of item-specific information rather than the retrieval of relational information (Gomez-Ariza et al., 2005; Hunt & Einstein, 1981). In addition, output interference can be avoided by presenting first the specific cues corresponding to unpracticed items and then the cues corresponding to the practiced items.

Method

Participants and design.

Sixty college students voluntarily participated in the experiment. They received course credits for their participation. They were randomly assigned to one of the three experimental conditions (categorised word lists, coloured shapes and character-action unrelated sentences). The experiment conformed a 3 (group; categorised word list, coloured shapes and character-action unrelated sentences) x 3 (status of practice; Rp+ vs. Rp- vs. Nrp) mixed design. We measured accuracy in the specific cue-recall memory test.

Materials.

The materials differed for each experimental condition. For the categorised word-list condition the materials were formed by six semantic categories (two of them were

used as fillers) drawn from Batting & Montague (1969). Four exemplars from each category were selected so that none of them started with the same first two letters nor shared these letters with an unselected exemplar of its category. For the episodic perceptual (coloured shapes) condition, we formed six colours categories: green, red, blue, magenta, yellow and grey. Two of them (yellow and grey) were used as fillers. Four different shapes were selected as exemplars for each category. As an instance, in the magenta category we had a cross, a star, a triangle and a parallelogram. Stimuli were presented in 8 possible locations on the screen. We divided the screen in 3 rows by 3 columns and used the eight points (after excluding the central point) as possible locations for the stimuli. Assignment of stimuli to locations was semi-random with the constraint that colors belonging to the same color category were never assigned to the same position. Hence, each stimulus was created so that, although it shared colour with the four members of the colour category, it was unique in the particular shape-location combination. Colour, shape and location were varied so that 1) competition was present because there was four exemplars for each colour category; 2) item specific cues were provided by presenting the colour (shared cue) and location (specific cue) and asking the participants to recall the shape. Hence, the relevant dimension to categorize the stimuli in the study phase was the colour, and the colour plus a specific position was the retrieval cue for the Rp+ items in the retrieval practice phase, and later in the final recall test.

Finally in the third condition, we used twenty Spanish unrelated sentences taken from Gómez-Ariza et al. (2005), four of them were used as fillers. Each sentence contained a single proposition and its grammatical subjects always consisted of a character identified by his or her profession (e.g., *the policeman, the fireman*). All of them were composed of six words. The predicates of the sentences were constructed so that all the activities were familiar and plausible. In addition, in the selection of the verbs to be used in the sentences care was taken that each verb started with a different letter. This was important because the cues for retrieval contained the subject of the sentence and the first letters of the verb. The predicates were generated in such a way that the activities they described were unrelated to each other (e.g., *has played the piano, has written a letter*), and they were randomly assigned to one of four possible groups, each consisting of four predicates.

For each condition, four blocks of four items were created so that each block

contained one exemplar from each experimental category. The order of the blocks and the exemplars within the blocks were randomized for each participant.

Procedure. In the categorised word list condition we presented 24 category-exemplar pairs for study. Each pair was presented on the centre of the screen for 6 seconds. In order to avoid serial position effects, we presented filler items at the beginning and at the end of the study list. Immediately after the study phase, participants performed the RP phase. In this phase, the category label was presented on the screen for 2 seconds and, immediately after, the first two letters of the exemplar was presented on the screen for 7 seconds. Participants were required to write the studied exemplar that matched the cue in a booklet. They received instructions to write just one pair in each page and to complete the pages in order and not to return to a previous item once they had turned the page in the recall booklet. The list of the to-be- practiced items was presented four times to the participants with pseudo-random order in each presentation. After the RP phase and before the memory test, participants were given 2 minutes to solve a list of mathematical operations as a distracter task. In the final memory test, we presented the category label and the first two letters of the exemplar in the centre of the screen during 7 seconds, and participants wrote their responses in a booklet. In order to eliminate possible output interference, two blocks for cue presentation were created; the cues for the non-practiced items, that is Rp- and Nrp items were presented first followed by the cues for the Rp+ items. This order (Rp- and Nrp first; Rp+ second) was used in all three conditions of the experiment.

For the perceptual coloured-shapes condition, the study phase consisted of the presentation of the 24 exemplars, one at a time, on the screen for 6 seconds each. Each stimulus was presented three times for study. This was done because pilot work showed that a single presentation produced very low performance. After study, participants performed the RP phase. The colour cue was presented on the screen for 3 seconds and, immediately after that, the cue indicating the location of the stimulus was presented on the screen for 14 seconds. Participants were instructed to draw the shape of the studied exemplar that matched the presented colour-position cue. Similarly to participants in the categorial condition, they received instructions to draw just one shape in each page of the booklet, to complete the pages in order and not to return to a previous item once they had turned the page in the recall booklet. After the RP phase and before the memory

test, participants performed the distracter task. In the final test participants were presented a single cue for colour and location for 20 sec. and they had to draw the shape corresponding to the studied item. The 20 sec. presentation was selected because previous pilot work with this task indicated that most participants needed this time to draw the figure.

In the episodic unrelated sentences condition, we presented 24 sentences for study on the screen for 6 seconds, and immediately after that, participants performed the RP phase. Retrieval practice consisted of the presentation of individual sentence fragments as cues to recall the study sentences. The fragments were made up of the character, the first three letters of the verb, and the first two letters of the complement. We presented first the character for 3 second (e.g., The butcher) and then the fragment of the predicate for 14 seconds (e.g., has man ___ _ ch ___). Participants were instructed to write the sentence that matched the cue in a booklet. They received instructions to write just one sentence in each page and to complete the pages in order and not to return to a previous item once they had turned the page in the recall booklet. After the RP phase and before the memory test, participants performed the filler task during two minutes. In the final memory test, participants were presented sentence fragments (e.g., The butcher has man ___ _ ch ___) in the centre of the screen during 20 second and they were asked to write the sentences in a booklet.

Results and discussion

Significance levels of .05 were used for all analyses in the two experiments. First, we report analyses for the retrieval practice phase followed by forgetting and facilitation effects during the final test.

Retrieval practice. An one way ANOVA on the recall percentages for RP showed that the effect of type of material was significant. $F(2,59) = 8.56$, $MSE = 459.99$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .23$. Bonferroni Post hoc comparisons revealed that the categorised word-list and the unrelated sentences conditions did not differ from each other ($p = 0.56$), but they both produced better recall than the coloured shapes condition ($ps < .05$). (See Table)

Forgetting. A 3 (type of material: categorised word-listvs. coloured shapes vs.

unrelated sentences) x 2 (practice status: Rp- vs. Nrp) mixed ANOVA showed that the main effect of status of practice was significant with lower recall performance for items from practiced categories (Rp-items: $M = 61.16$ $SD = 23.37$) than for items from unpracticed categories (Nrp items: $M = 75.03$, $SD = 17.11$) $F(1, 57) = 26.89$, $MSE = 214.46$, $p < .05$, $\eta_p^2 = 0.32$. The effect of type of material was significant, $F(2, 57) = 5.71$, $MSE = 542.06$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .16$, Bonferroni Post hoc comparisons revealed that recall in the coloured shapes ($M = 65.02$, $SD = 20.03$) and in the unrelated sentences conditions ($M = 61.25$, $SD = 17.15$) did not differ from each other ($p = 1$), but the level of recall for both conditions was lower than for the categorised list condition ($M = 78.02$, $SD = 10.83$) ($p < .05$). However, the interaction type of material x status of practice did not reach significance, $F(2, 57) = 0.47$, $MSE = 214.46$, $p > .05$, $\eta_p^2 = .01$. Analyses for simple effects confirmed reliable RIF for the categorised condition, $F(1, 19) = 12.48$, $MSE = 106.86$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .39$, the coloured shapes condition, $F(1, 19) = 6.64$, $MSE = 237.18$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .25$ and the unrelated sentences condition, $F(1, 19) = 10.33$, $MSE = 299.34$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .35$.

Facilitation. In order to check for facilitation effects of practice, a 3 (type of materials) x 2 (practice status: Rp+ vs. Nrp) ANOVA was performed. The main effect of facilitation was marginally significant $F(1,57) = 3.24$, $MSE = 268.26$, $p = .07$, $\eta_p^2 = .05$. Rp+ items showed a tendency to be better recalled ($M = 80.41$ $SD = 24.72$) than the Nrp items (Nrp items: $M = 75.03$, $SD = 17.11$). The main effect of type of materials was significant, $F(2, 57) = 8.40$, $MSE = 476.66$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .22$. Bonferroni post-hoc comparisons showed that recall for coloured shapes condition ($M = 67.52$, $SD = 21.14$) was lower than that for the categorised words ($M = 87.52$, $SD = 7.48$) group, $ps < .05$. Recall for thematically unrelated sentences ($M = 78.12$, $SD = 14.55$) was similar to that obtained in the categorised word ($p = .17$) and coloured shapes conditions ($p = .10$).

The interaction of status x group was significant, $F(2, 57) = 5.39$, $MSE = 268.26$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .15$. Simple effect analyses indicated that the categorised words and the unrelated sentences conditions showed facilitation; $F(1, 19) = 7.11$, $MSE = 78.02$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .27$ and $F(1, 19) = 6.04$, $MSE = 436.68$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .24$, respectively, whereas there was no benefit in the coloured shapes condition, $F(1,19) = 1.96$, $MSE = 290.07$, $p > 0.05$, $\eta_p^2 = .0$.

Hence results of this first experiment showed RIF effects for semantic, perceptual-

episodic and propositional-episodic representations replicating results of previous experiments showing forgetting effects for different types of information (e.g., Anderson et al., 1994; Bajo et al., 2006; Ciranni & Shimamura, 1999; Gómez-Ariza et al., 2005). Because the interaction between type of materials and status of practice was not significant when comparing Rp- and Nrp items, we can conclude that the forgetting effects were similar independently of the type of material. It is interesting, however, that facilitation effects ($Rp+ > Nrp$) were not present in all conditions. Facilitation was evident in the unrelated sentences and categorised word-lists conditions but not in the coloured shapes condition.

The absence of facilitation in this experiment may be related to the fact that in order to avoid output interference, we tested the recall of the Rp+ items once the Rp- and NRP had been tested, and this in turn has the consequence that the later tested Rp+ items would now suffer from output interference more than the earlier tested NRP items. It is possible that the stimuli in the coloured-shape condition were less salient and more prone to interference than the items in the word and sentence condition so that the facilitation by practice may have been cancelled by interference in this condition. Although this explanation is speculative and we do not know exactly why we did not obtain facilitation in this condition, the lack of facilitation in some Rp procedures is not surprising or without precedents (see Conroy & Salmon, 2005, Exp.2; Gómez-Ariza et al., 2005, Exp. 3; Saunders & MacLeod, 2001, Exp.2, for a similar pattern). In fact some experiments have shown that RIF can happen even if Rp+ items are not successfully retrieved (Storm, Bjork, Bjork, & Nestojko, 2006) and that the presence of facilitation is not a necessary condition for RIF to occur (see Anderson, 2003 for a review). Hence, the lack of facilitation is not a deviation from normal results. However, the fact that the lower recall for Rp- locations relative to Nrp locations was independent of the strengthening of Rp+ clearly suggests that the obtained RIF effects are not due to the strengthening of the cue-target association of the Rp+ items or to associative strategies depending on strengthening and competition.

Hence, we were successful at creating conditions in which different materials produced similar RIF effects that seemed not to depend on associative strategies. Hence, in Experiment 2, we wanted to explore whether the temporal parameters of inhibition varied depending on the materials. In Experiment 2 we replicated the conditions of

Experiment 1, but we introduced a delay of 24 hours between the RP phase and the final test, that is, between the moment where inhibition is supposed to act on the memory representations and the moment where the memory for these representations was tested.

Experiment 2

Method

Participants and design.

Sixty new college students voluntarily participated in the experiment receiving course credits for it. As in Experiment 1, participants were randomly assigned to the three *materials* conditions (categorised word-list, coloured shapes and unrelated sentences). Thus, the experiment conformed a 3 (group; categorised word-list, coloured shapes and unrelated sentences) x 3 (status of practice; Rp+ vs Rp- vs. Nrp) mixed design.

Materials and procedure.

The materials and the procedure were the same as those used in Experiment 1 except for the delay for the final test. Participants after the RP phase were asked to return 24 hours later for a new experimental session. Participants were told that in the next session they would perform several new task and they should be rested to perform them. Upon their return, they were asked to recall all the study items by means of the item specific cue recall test.

Results and discussion

As in Experiment 1, we report first the analyses for the retrieval practice phase followed by forgetting and facilitation effects during the final test.

Retrieval practice. The one way ANOVA on the percentages of recall confirmed that there were differences among the groups. $F(1,59) = 9.33$, $MSE = 472.85$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .25$. Bonferroni Post hoc comparisons revealed that participants in the categorised word-list and the unrelated sentences conditions did not differ from each other ($p > .05$), but they both recalled more target items than participants in the coloured shapes condition

($p < .05$).

Forgetting. A 3 (type of material: categorised word-list vs. coloured shapes vs. unrelated sentences) x 2 (practice status: Rp- vs. Nrp) mixed ANOVA showed that the main effect of status of practice was significant; recall performance for the Rp- items ($M = 62.01$, $SD = 30.38$) was worse than for Nrp items ($M = 78.51$, $SD = 20.51$), $F(1, 57) = 15.11$, $MSE = 560.09$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .21$. The effect of type of materials was also significant, $F(2, 57) = 6.28$, $MSE = 622.39$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .18$. Bonferroni post-hoc comparisons showed that the percentage of recall for the categorised word condition ($M = 81.25$, $SD = 13.34$) was significantly higher ($p = .003$) than that for the coloured shapes group ($M = 61.87$, $SD = 21.64$), and marginally significant, ($p = .06$) for the unrelated sentences condition ($M = 68.12$, $SD = 16.95$). There were no differences in recall between the coloured shapes group and the unrelated sentences group ($p = .80$).

Interestingly, the interaction type of materials x status of practice was significant, $F(2,57) = 3.62$, $MSE = 560.09$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .11$. Simple effect analyses confirmed reliable RIF for the coloured shapes condition, $F(1,19) = 12.71$, $MSE = 541.94$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .40$, and for the unrelated sentences condition, $F(1,19) = 5.81$, $MSE = 969.57$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .23$, but not for categorised list condition, $F(1,19) < 1$.

Hence, as we predicted, the detrimental effect of retrieval practice was still evident when the materials involved episodic relations between target and competitors but disappeared after a 24 hours delay when such relations were semantic in nature.

Facilitation. In order to check for facilitation effects of practice, a 3 (type of material) x 2 (practice status: Rp+ vs. Nrp) ANOVA was performed. The results showed a significant effect of type of materials, $F(1,57) = 5.21$, $MSE = 477.19$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .16$. Bonferroni post-hoc comparison showed that recall for the coloured shapes condition ($M = 62.52$, $SD = 24.29$) was significantly lower ($p < 0.05$) than that for categorised word-list ($M = 82.92$, $SD = 14.92$), and unrelated sentences conditions ($M = 80.88$, $SD = 14.82$), $p < 0.05$. The percentage of recall for the categorised word and unrelated sentences condition was similar ($p > 0.05$). The main effect of status of practice (Rp- vs. Nrp) did not reach significance, $F(1,57) = 2.86$, $MSE = 477.19$, $p = .09$, $\eta_p^2 = .05$, so that the Rp+ items ($M = 72.06$, $SD = 30.99$) were not better recognized than the Nrp items ($M = 78.82$, $SD = 20.51$). As observed in Table 2, there was not facilitation for any of the conditions (the categorised list condition and the unrelated sentences condition, with $F < 1$). In fact, in

the coloured shapes condition Nrp items were recalled better than the Rp+ items, $F(1, 19) = 11.85$, $MSE = 525.02$, $p < 0.05$, $\eta_p^2 = .38$.

As in Experiment 1, the absence of facilitation in this experiment may be related to the fact that the cues for recall of the Rp+ items were presented last for recall. We did that to rule out possible explanations of the RIF effect in terms of output interference but this, in turn, could have the consequence that Rp+ items would be susceptible to output interference themselves and also to possible inhibitory effects coming from the attempts to recall the preceding Rp- items. These effects would be more evident when in the delay condition part of the cue-target strength might have faded. It is interesting that other studies using item specific tests such as recognition (Ford, Keating & Patel, 2004; Saunders & MacLeod, 2002) did not find facilitation effects in the delayed condition.

In summary, results of Experiment 1 indicate that the inhibitory effect of retrieval practice lasts at least 24 hours but only when the study materials are episodic in nature. Thus RIF was present after 24 hours for the coloured shape and for the unrelated sentences condition but disappeared for the category-exemplars pairs.

Experiment 1		Type of item			
Group and variable	Rp+	Rp-	Nrp	RIF	RP
Semantic words group					
Recall	91.25 (1.85)	72.25 (3.31)	83.80 (2.46)	11.55	90.90 (2.56)
Episodic drawing group					
Recall	63.75 (6.40)	58.75 (5.41)	71.30 (4.26)	12.55	63.37 (6.65)
Episodic sentences group					
Recall	86.25 (5.27)	52.50 (4.41)	70 (3.88)	17.50	81.87 (4.25)
Experiment 2		Type of item			
Group and variable	Rp+	Rp-	Nrp	RIF	RP
Semantic words group					
Recall	84.40 (3.29)	81.01 (3.18)	81.45 (4.01)	0.40	84.94 (2.78)
Episodic drawing group					
Recall	50.05 (7.88)	48.75 (7.13)	75 (4.79)	26.25	57.21 (6.29)
Episodic sentences group					
Recall	81.75 (6.13)	56.25 (7.22)	80 (5)	23.75 (9.84)	80.32 (4.84)

Table 1: Mean percentages of hits (and standard errors) in retrieval practice and updating as a function of age group.

Note: RP+ = Practiced exemplars from practiced categories, Rp- = unpracticed exemplars from practiced categories, Nrp = Unpracticed exemplars from unpracticed categories, RIF = Retrieval-induced forgetting (Nrp – Rp-), RP = Retrieval Practice

General Discussion

The aim of Experiment 1 and 2 was to explore the hypothesis that only memories with a strong episodic component would remain inhibited for a long period of time (24 hours in our experiments). This question is relevant because some have claimed (Anderson 2001; Anderson et al., 2004; Wessel and Hauer, 2006) that inhibition during retrieval may be the underlying cause of forgetting of long-past normal and traumatic experiences with the assumption that inhibited memories may remain inhibited for a long time. However, the results regarding this assumption are not consistent; some studies have found that RIF disappears within 24 hours after retrieval practice (MacLeod & Macrae, 2001) whereas others point to the idea that inhibition may last 24 hours (Ford, et al. 2004), or even 1 week (García-Bajos et al., 2008). We hypothesised that these contrasting results may be due to the diversity of procedures used in these studies, and most importantly, to the type of memory representations that were inhibited during retrieval practice. Our hypothesis was that semantic memories may be more easily

reactivated during the retention interval since they are more consolidated and interconnected. According to Tulving (1985), episodic and semantic memory represents two functionally separable memory systems. Thus, we propose that differences in encoding and retrieval of episodic and semantic material could cause variations in long-term memory inhibition. Results of Experiment 1 and 2 support our hypothesis.

In our experiments, we used three kinds of material that differed in the degree of involvement of semantic representations: category-exemplar lists tapping semantic representations, coloured shapes tapping perceptual-episodic representation and thematically unrelated sentences tapping propositional-episodic representations. In Experiment 1, we explored if similar forgetting was obtained with these three types of materials when similar procedures were used. The results indicated that, although some materials (perceptual-episodic) were more difficult to learn and recall than the category exemplar and unrelated sentences lists, the RIF effects were statistically equivalent for the three condition. This pattern replicates results by others showing RIF for categorical materials (Anderson et al., 2004), perceptual materials (Ciranni & Shimamura, 1999) and thematically unrelated sentences (Gómez-Ariza et al., 2005).

In Experiment 2, we explored if the temporal parameters of RIF varied as a function of the experimental materials. The idea is that semantic representations are more consolidated in memory and have a greater probability of being reactivated by the context, and for this reason inhibition of semantic representations (categorised word-lists) would last for a shorter time than inhibition of episodic representations (coloured shapes and unrelated sentences). To test this hypothesis, we replicated the conditions of Experiment 1, but introduce a delay of 24 hours between the RP phase (where inhibition is induced) and the final memory test. As predicted, results showed that RIF was present in the two “episodic” conditions (coloured shapes and thematically unrelated sentences), but it was gone in the “semantic” condition (categorised words). Comparisons of Experiments 1 and 2 showed immediate RIF effects in the semantic condition that disappeared when a 24 hours delay was introduced. An ANOVA combining the semantic conditions of Experiment 1 and 2 with delay (0 h, 24h) and practice status (Rp- vs. Nrp) as variables showed a significant interaction; $F(1, 38) = 4.51, MSE = 137.81, p < 0.05, \eta_p^2 = .11$. In contrast, for the episodic conditions, the RIF effects were found in both immediately (Experiment 1) and when a 24 hours delay was introduced in Experiment 2.

The analysis performed combining the coloured-shapes conditions of Experiment 1 and 2, (An ANOVA 2 (delay before test: 0 h, 24h) x 2 (practice status: Rp- vs. Nrp) indicated that RIF was present in the immediate and delay condition so that the interaction was not significant; $F(1, 38) = 2.40$, $MSE = 389.56$, $p > 0.05$, $\eta_p^2 = .06$. Similarly, the ANOVA on the combined unrelated sentences did not show a significant interaction (delay before test: 0 h, 24h) x (practice status: Rp- vs. Nrp); $F(1, 38) = 0.30$, $MSE = 634.46$, $p > 0.05$, $\eta_p^2 = 0$.

Because study, retrieval practice and final test procedures were identical for the three experimental conditions in both immediate and delay test, and because the RIF effects for the three conditions were similar when an immediate test was used (Experiment 1), it is difficult to argue that reasons other than the semantic or episodic nature of the materials could underlie the presence or absence of RIF after 24 hours. Despite the obvious differences between the coloured shapes and unrelated-sentences conditions, they had in common that participants have to learn and recall new events and relations specifically tied to the learning context, whereas the categorised word list condition involved already-known abstract semantic relations.

Although, it can be argued that in some episodic conditions semantic memory is also involved, our argument is that a critical point to predict long term inhibition is the hierarchical character of the retrieval of episodic contents. Craik (2001, 2002) have proposed that knowledge is represented hierarchically so that semantic information containing common properties and relations abstracted from different experiences is represented at a higher level, whereas episodic information is represented at a lower hierarchical level where specific details of individual experiences are retained. According to this proposal, the empirical dissociations between “remember” (episodic) and “know” (semantic) judgements (Gardiner & Richardson-Klavehn, 2000) may be due to the greater accessibility of higher more abstract nodes. Higher level representations may be more interconnected and provide more access routes for retrieval than lower level representations. Consistent with this, older adults have more difficulties remembering specific details than more general information (Craik, 2001; Holland & Rabitt, 1991). In a similar vein, what we are proposing is that because of these interconnections, higher level representations recover faster from loss of accessibility due to inhibitory processing. Semantic memories could be more easily re-activated by other memory traces or by external cues after a delay, because of the relative more accessible nature of these

contents (Craik, 2001, Glenberg, 1997).

Note that the proposal that inhibition of episodic traces is longer lasting than the inhibition of semantic information is not incompatible with other possible factors that may constraint long lasting inhibitory effects. For example, in a recent paper, Storm, Bjork, Bjork & Nestojko (2006), found significant RIF effects after 1 week despite presenting category-exemplar semantic materials. One important procedural detail is that they tested their participants' memory twice: immediately after RP and 1 week later in the delayed test. Although it is possible that the delayed RIF may be due to a retrieval advantage of the successfully recalled Nrp items in the immediate recall test and not to long lasting difficulties in accessing the Rp- items (see García-Bajos et al., 2009 for further discussion of this issue), it is also possible that repeated inhibition during the final memory test may produce longer lasting effects even with semantic materials. Hence, although our main point is that inhibition of semantic information seems to recover faster than inhibition of episodic information, other factors related to the type of information, the strength of the memory trace or the inhibition-retrieval schedules may influence how long the effect of inhibition last.

CAPÍTULO 6

Conclusiones Generales

El propósito general del presente trabajo era el de profundizar en la caracterización del mecanismo de control implicado en el Olvido Inducido por la Recuperación (OIR; RIF en inglés). Aunque son ya varias las propiedades bien conocidas de ese fenómeno que permiten empezar a entender su naturaleza, dos cuestiones se mostraban especialmente relevantes cuando se plantearon las series experimentales descritas aquí: la naturaleza controlada versus automática del mecanismo responsable de reducir la accesibilidad de trazos de memoria potencialmente interferentes, y los parámetros temporales de esta más baja accesibilidad.

Para abordar ese objetivo dividimos nuestro trabajo en tres fases, descritas a través de los tres capítulos experimentales. En el Capítulo 3, tratamos de resolver la cuestión relacionada con la naturaleza controlada de la inhibición responsable del OIR. Mientras estudios previos habían mostrado el carácter controlado de la inhibición que actúa durante la recuperación (Román, Soriano, Gómez-Ariza y Bajo, 2009), ese resultado parecía estar en contradicción con los encontrados en estudios de OIR con poblaciones que suelen presentar déficit en control ejecutivo (e.g., Gómez-Ariza, Lechuga, Pelegrina, Bajo y Suárez, 2009). En los capítulos 4 y 5 exploramos los posibles efectos a largo plazo de esa inhibición así como los factores que podrían restringirlos. Más concretamente, en el Capítulo 4 uno de los objetivos fue replicar estudios previos que mostraban que el coste de la recuperación selectiva es breve (McLeod y Macrae, 2001), pero intentando superar algunas de las limitaciones metodológicas de estos estudios. Para ello, hicimos uso de una prueba final de memoria poco susceptible a procesos de interferencia durante la recuperación. Además, en esa misma sección abordamos la cuestión de hasta qué punto la distribución espaciada de los ensayos de práctica en la recuperación influye en la duración del OIR, tal y como los resultados de algunos estudios podrían sugerir (Conroy y Salmon, 2005; Ford, Keating y Patel, 2004). Por su parte, y en relación también con las consecuencias a largo plazo del OIR, en el Capítulo 5 estudiamos si el tipo de representaciones sobre las que actúa la inhibición ligada a la recuperación selectiva puede llegar a ser un factor importante a la hora de determinar la duración del efecto a largo plazo. En concreto, nuestro interés estaba en saber si la naturaleza semántica de la información podría reducir el tiempo que esta permanece menos accesible.

En el Capítulo 3 los resultados mostraron que, incluso cuando controlamos el efecto de la interferencia en el test mediante una prueba de reconocimiento, tanto

jóvenes como mayores de 65 años muestran el efecto de OIR (Experimento 1). Aunque varios estudios previos ya habían mostrado OIR en personas mayores (e.g., Aslan, Bäuml y Pastötter, 2007; Gómez-Ariza et al., 2009), ninguno de ellos había hecho uso de pruebas de reconocimiento para medir el efecto en este tipo de población. Tras encontrar evidencias de que el OIR en mayores se debe a la inhibición de representaciones más que a la participación de procesos asociativos durante el test que puedan causar el olvido del material no practicado (Anderson y Levy, 2007), en el Experimento 2 abordamos la cuestión de cómo reconciliar la presencia de OIR en mayores con los datos que muestran que el envejecimiento implica un declive en control ejecutivo. Nuestra propuesta era que, en condiciones normales, ese declive podría no ser lo suficientemente grande como para impedir el control inhibitorio durante la recuperación a pesar de ser un mecanismo dependiente del control atencional. Para poner a prueba esta idea aplicamos la lógica de tareas duales a la fase de práctica en la recuperación (Román et al., 2009) tanto en jóvenes como en mayores, si bien con diferentes grados de demanda de la tarea concurrente. Así, los mayores realizaron la tarea estándar con la dual menos demandante, y los jóvenes, divididos en dos grupos, la tarea estándar junto a la tarea secundaria con mayor carga o junto a otra menos demandante de control atencional. Tanto los jóvenes como los mayores dejaron de mostrar el efecto de olvido cuando las demandas de la tarea dual en la fase de práctica eran superiores a los recursos de control disponibles. Esto ocurrió para los mayores en la condición de tarea dual de baja carga y en los jóvenes de la condición de tarea dual de alta carga. Con este experimento, demostramos que a pesar de lo que habían hipotetizado algunos autores (Andrés, Guerrini, Phillips y Perfect, 2008; Conway y Fthenaki, 2003), el OIR y la capacidad de control ejecutivo parecen estar íntimamente relacionados. La principal aportación teórica de nuestros experimentos es que permiten reconciliar la idea de la participación de procesos de control cognitivo en el OIR con el hecho de encontrar el efecto en poblaciones con déficits en control ejecutivo (Ford, Keating y Patel 2004; Lechuga, Moreno, Pelegrina, Gómez-Ariza, y Bajo, 2006, Aslan et al., 2007; Moulin et al., 2002; Conway y Fthenaki, 2003; AhnAllen et al., 2007; Soriano, Jiménez, Román y Bajo, 2009). Estos resultados, junto a otros provenientes de estudios previos con tarea dual en jóvenes (Román et al., 2009), o con registros de actividad cerebral (Johansson, Aslan, Bäuml, Gäbel, y Mecklinger, 2007; Kuhl, Dudukovic, Kahn y Wagner, 2007), dan un fuerte

apoyo al papel de los procesos de control ejecutivo en el efecto de OIR. Por tanto, y a pesar de la no intencionalidad del olvido implicada en la tarea de práctica en la recuperación, los resultados de distintos tipos de estudios apuntan a que la inhibición que causa el OIR no es de naturaleza automática.

La idea de que no siempre control e intencionalidad van de la mano no es desde luego nueva y distintos tipos de resultados parecen apoyarla. Algunos procesos de autorregulación pueden ser no conscientes (Gollwitzer y Moskowitz, 1996) a pesar de que se ha demostrado que en algunos de ellos participan estructuras cerebrales relacionadas con la red atencional ejecutiva (véase Rueda, Posner y Rothbart, 2004, para una revisión sobre control atencional y autorregulación).

En el Capítulo Experimental 4 hicimos una primera aproximación al estudio de los efectos temporales del OIR. En primer lugar, planteamos la cuestión de si el efecto de inhibición en memoria producido por la práctica en la recuperación puede prolongarse en el tiempo o, tal y como afirman MacLeod y Macrae (2001), se trata más bien de un efecto transitorio. Para comprobarlo retomamos los estudios de MacLeod y Macrae (2001) y los replicamos utilizando una prueba de reconocimiento con la idea de descartar cualquier componente de olvido causado por la interferencia en el test. Los resultados encontrados apoyaron la idea de que efectos de la inhibición son puntuales y no se mantienen en el tiempo, puesto que el grupo de participantes que realizaba la prueba de reconocimiento 24 horas después de la fase de práctica en la recuperación no mostró el efecto de OIR. En el Experimento 2, acortamos a 1 hora el intervalo de demora entre la fase de práctica y el test para comprobar si en estas condiciones aún se mantenía el efecto. También incluimos un grupo de participantes en el que se dejaba pasar una hora entre la fase de estudio y el test, para comprobar si, tal y como McLeod y Macrae (2001) mostraron, la demora en este intervalo no afecta al OIR al respetar la contigüidad entre la fase de práctica (dónde tiene lugar la inhibición) y el test. Los resultados mostraron que cuando el intervalo de tiempo se introduce entre la fase de estudio y la de práctica, el efecto de OIR se mantiene. Sin embargo si el mismo periodo de tiempo, 1 hora, se introduce entre la práctica y el test, el OIR vuelve a no aparecer tal y como ocurría en el Experimento 1 tras 24 horas.

En el Experimento 3 aplicamos la lógica del espaciamento al paradigma de práctica en la recuperación. La predicción, derivada de los resultados encontrados en

estudios previos (Conroy y Salmon, 2005; Ford, Keating y Patel, 2004), era que aplicar un esquema espaciado a la práctica en la recuperación podrían mantener los efectos de la inhibición en el tiempo. La hipótesis bajo la cual pensamos que el espaciamiento podría mantener el efecto de OIR esta basada en la idea de la reactivación de la competición. Se ha demostrado que la mayor parte de la actuación de los procesos inhibitorios se produce en los primeros ensayos de práctica (Johansson et al., 2007; Khul et al., 2007). Según esta idea, podemos pensar que si se distribuye el número total de ensayos de práctica en diferentes momentos temporales, dejando pasar un tiempo entre ellos, tras la inhibición que se produce en el primer bloque se podría producir una reactivación de los trazos en el periodo entre ensayos, de manera que en el segundo ciclo de práctica se hiciera necesario resolver nuevamente la competición a través de una nueva actuación de los procesos inhibitorios. Esta supresión repetida de manera distribuida en el tiempo podría producir, a largo plazo, una mayor dificultad en el acceso al trazo que ha sido previamente inhibido. Por tanto, pensamos, a través de este procedimiento se podría prolongar el efecto de OIR.

En el experimento 3, tras la fase de estudio los participantes realizaban 9 ciclos de práctica en la recuperación distribuidos en tres bloques. Un primer bloque de práctica en la recuperación tenía lugar de manera inmediata a la fase de estudio, el segundo bloque se producía 30 minutos después del primero y el tercero 30 minutos después del segundo. Tras este último bloque, se introdujo una demora de 24 horas, tras la cual se presentó el test de reconocimiento. Los resultados confirmaron nuestra hipótesis de manera parcial; aunque los participantes reconocían en el test los ítems que competían durante la práctica (R_p -), el análisis de los tiempos de respuesta durante el reconocimiento indicó que los participantes tardaban más en responder a estos ítems en comparación a los controles (N_{rp}). Así, atendiendo a una buena medida de accesibilidad a los trazos de memoria como la del tiempo de respuesta (Ratchif y Starns, 2009), podemos concluir que el coste de la recuperación selectiva se mantenía 24 horas después de haberse producido ésta.

La razón de por qué el espaciamiento de la práctica no tuvo un efecto sobre la precisión en el reconocimiento de los ítems R_p - podría estar relacionada con el tipo de esquema de práctica utilizado, que podría no haber sido lo suficientemente eficaz a la hora de provocar la activación distribuida de la inhibición. A este respecto, cabe señalar

que existen dos tipos de espaciamiento de la práctica; el espaciamiento equitativo y el espaciamiento expandido. En el espaciamiento equitativo se fija una demora y se aplica entre los ciclos de práctica distribuyéndola de forma equitativa (Karpicke y Roediger, 2007). Por ejemplo, si estableciéramos la demora en 5 minutos con 3 ciclos de práctica, el esquema sería el siguiente: se dejarían pasar 5 minutos entre el estudio y la primera práctica, y 5 minutos entre el primer test y el segundo y 5 minutos entre el segundo y el tercero (5-5-5). En un esquema de práctica espaciado expandido, sin embargo, se presenta la primera fase de práctica inmediatamente después del estudio pero se va expandiendo la demora que se deja pasar entre los distintos ciclos de práctica. Un ejemplo de práctica espaciada expandida podría ser el esquema 0-5-7, en el cual se presentaría un ciclo de práctica inmediatamente después del estudio, se dejarían pasar 5 minutos entre este primer ensayo de práctica y el segundo, y 7 minutos entre el segundo y el tercero. En la actualidad aún se debate qué tipo de espaciamiento es el más efectivo en cuanto al mantenimiento de los efectos a largo plazo sobre la retención. Mientras que algunos autores (Bjork, 1988; Camp, Bird, y Cherry, 2000; Cull, Shaughnessy, y Zechmeister, 1996; Landauer y Bjork, 1978; Schmidt y Bjork, 1992) defienden que el esquema más efectivo para producir beneficios a largo plazo es el esquema expandido, puesto que asegura al principio un óptimo nivel inicial de recuerdo para ir aumentando la dificultad en el mismo de manera progresiva, otros, como Karpicke y Roediger (2007) piensan que el esquema equitativo es el que mejor resultados tiene a largo plazo, debido a que garantiza un factor esencial: la dificultad que experimentan los participantes en recuperar la información la primera vez. Esto ocurre gracias a la demora que este esquema equitativo mantiene entre el estudio y la presentación del primer test, que hace más difícil recuperar por primera vez el material estudiado. Recientemente, Storm, Bjork y Bjork (2010) han realizado una serie de experimentos en los que pretenden aclarar esta polémica. Ellos argumentan que el modo en que la práctica espaciada tiene beneficios a largo plazo depende del grado en que la información estudiada es vulnerable al olvido. En condiciones en las que la información es más vulnerable al olvido se observan claras ventajas a largo plazo del esquema expandido frente al equitativo.

En nuestro Experimento 3 presentábamos la primera fase de práctica en la recuperación inmediatamente después a la fase de estudio, el segundo ciclo de práctica a los 30 minutos y el siguiente a los 30 minutos del segundo. De esta manera adoptamos un

esquema que compartía con el esquema expandido el presentar un ciclo inmediatamente después del estudio y, con el esquema equitativo, el distribuir el resto de los ciclos dejando el mismo espacio de tiempo entre ellos. Dado que la tarea de práctica que proponíamos distribuir era de recuperación, diseñada para crear competición entre algunos de los elementos estudiados, no quisimos alargar el intervalo de memoria entre el estudio y la práctica para no aumentar la dificultad de la tarea de práctica en la recuperación (Storm et al., 2010, para una discusión sobre el nivel de dificultad óptimo en el espaciamento de la recuperación). Los intervalos de tiempo entre los ciclos de práctica los fijamos en dos intervalos de 30 minutos, de manera que pudiéramos mantener una demora total de 1 hora entre la fase de estudio y el último ciclo de práctica en la recuperación; tiempo que habíamos asegurado que mantenía el efecto de OIR (Experimento 2). Para establecer la demora entre el último ciclo de práctica y el test, quisimos utilizar el mismo tiempo que en el experimento 1 había demostrado ser suficiente para mostrar que el efecto desaparecía. Este tiempo, además, consideramos que era suficiente para mostrar el beneficio a largo plazo que suelen producir los efectos de espaciamento (Bjork et al., 2010, Karpicke y Roediger, 2007).

Contrastando el esquema que utilizamos en el Experimento 3 con las ideas recientes que aportan algunos autores, una posible manera de potenciar los efectos de espaciamento de la recuperación podría ser introduciendo un intervalo de demora entre la fase de estudio y la primera fase de práctica en la recuperación, tal y como proponen Karpicke y Roediger (2007), o bien introduciendo un esquema de práctica expandida que vaya aumentando la dificultad de la recuperación a medida que transcurren los ensayos, tal y como propone Robert Bjork (Bjork et al., 2010). Sin embargo, no debemos olvidar que todos estos estudios están dirigidos a promover la recuperación espaciada del material estudiado para mejorar el aprendizaje, mientras que en los nuestros lo que pretendemos espaciar es una tarea de práctica en la recuperación que produce interferencia en los trazos y la cual ya lleva intrínsecamente un componente de “dificultad” o “interferencia” añadido. Este es el motivo por el que pensamos que no podíamos anticipar si el hecho de dificultar aún más la práctica en la recuperación produciría en nuestros experimentos el efecto deseado de alargar el OIR o, de manera contraria a esta primera predicción, podría disminuir el recuerdo afectando a la competición, proceso principal que desencadena la inhibición. Por ese motivo, en el

Capítulo 5 exploramos una explicación más parsimoniosa de por qué no suele ser tan breve la pérdida de accesibilidad que sigue a la práctica en la recuperación. Puesto que el material que utilizamos en el Capítulo 4 estuvo compuesto por palabras agrupadas en categorías semánticas, quizá la falta de persistencia del OIR podría estar relacionada con una reactivación de los trazos debido al carácter semántico de las representaciones que se intentaban mantener inhibidas. La revisión de los trabajos que han estudiado los efectos temporales del OIR permitió comprobar una gran heterogeneidad de resultados. Mientras que algunos autores encuentran que el efecto desaparece 24 horas después de la fase de práctica en la recuperación (MacLeod y Macrae, 2001), otros encuentran el efecto transcurrido este tiempo (Conroy y Salmon, 2005; Ford, et al., 2004), e incluso presentando el test una semana después de la práctica en la recuperación (García-Bajos, Migueles y Anderson, 2009). Esta heterogeneidad, sin embargo puede estar causada por la diversidad de materiales utilizados. Mientras que algunos estudios utilizan un material cuyas relaciones internas se basan en gran medida en la memoria semántica (Racsmany et al., 2010; acciones típicas en García Bajos et al., 2009), otros materiales podrían ser codificados y recuperados en base a un sistema de memoria fundamentalmente episódico (acciones con baja tipicidad en García Bajos et al., 2009; MacLeaod y Macrae, 2001).

En el Capítulo experimental 3, por tanto, exploramos la idea de que el efecto temporal del OIR depende del tipo de representaciones sobre las cuales actúa la inhibición. Para ello, en el Experimento 1 tres grupos de participantes realizaron distintas tareas de práctica en la recuperación; un grupo realizaba la tarea con material semántico, palabras agrupadas en categorías, otro con material episódico compuesto por dibujos agrupados según el color, y un tercer grupo con material episódico compuesto por frases no relacionadas agrupadas en función del sujeto que realizaba la acción. En este primer experimento todos los participantes mostraron el efecto de OIR independientemente del material utilizado. En el Experimento 2, el diseño fue muy similar al del primer experimento a diferencia de que se dejaron pasar 24 horas entre la fase de práctica en la recuperación y el test. Los resultados de este segundo experimento mostraron OIR solamente en los dos grupos cuyo material de estudio tenía un componente principalmente episódico (dibujos y frases), mientras que no se encontró el efecto en la condición semántica (al igual que se obtuvo en el Experimento 1 del Capítulo 4).

La discusión sobre estos resultados gira en torno al carácter diferencial de las representaciones semánticas y episódicas. A diferencia de las representaciones episódicas que se encuentran más ligadas a las condiciones específicas de la codificación, las representaciones semánticas tienen un carácter más general y se encuentran más interconectadas (Craik, 2001, Glenberg, 1997), por ese motivo es posible acceder a ellas desde diferentes rutas y los trazos pueden ser reactivados fácilmente por otros trazos de memoria o por claves externas. Por este motivo, la inhibición en este tipo de representaciones no se mantendría en el tiempo.

Los resultados del Capítulo 5 parecen ofrecer una buena explicación a la cuestión de por qué se encuentran patrones de duración del OIR tan diversos. Además, se hace aludiendo a un factor crítico en la determinación de la duración del efecto: la naturaleza de las representaciones de memoria fundamentalmente implicadas. Aplicado al presente trabajo, este factor nos permite entender los resultados del Capítulo 4 y el hecho de que la práctica espaciada no logre mantener el efecto de OIR en las medidas de precisión.

Implicaciones de nuestro trabajo

Los resultados derivados de los tres capítulos experimentales permiten extraer algunas conclusiones con implicaciones importantes. Una primera es que el OIR puede considerarse un efecto dependiente de procesos de control ejecutivo que demandan, por tanto, fuertes recursos atencionales. A este respecto también puede decirse que las diferencias individuales en la capacidad de control ejecutivo pueden dar lugar o no a OIR en función del grado de control atencional que se requiera durante la tarea de recuperación selectiva.

Una segunda conclusión es que los efectos colaterales menos positivos de la recuperación pueden ser o no transitorios dependiendo del tipo de representaciones sobre las que actúa la inhibición. Las representaciones de naturaleza fundamentalmente episódica son más susceptibles a mantenerse inhibidas a largo plazo debido, probablemente, al carácter específico de la recuperación episódica. Las representaciones semánticas, por contra, y debido al papel central que ocupan en la estructura de conocimiento general sobre el mundo, resultan más fáciles de reactivar y hacerse accesibles con el paso del tiempo.

En definitiva, junto con otros estudios previos, nuestros resultados permiten pensar en el carácter adaptativo del OIR. Se trata de un post-efecto consecuencia de un mecanismo de control que resulta eficaz incluso en personas con déficits en control ejecutivo. Un mecanismo que permite reducir la accesibilidad de trazos que de otra forma podrían afectar a la recuperación de la información objetivo pero que, sin embargo, muestra sus efectos de forma más o menos persistente dependiendo del tipo de información que se ve afectada por él. Lejos de producir efectos permanentes de pérdida de accesibilidad, la información olvidada puede volver a recuperarse con normalidad en poco tiempo si ocupa un lugar central en la estructura de conocimiento del individuo.

CAPÍTULO 7

Referencias

- 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.
- Allen, G. A., Mahler, W. A., y Estes, W. K. (1969). Effects of recall tests on long-term retention of paired associates. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 8, 463-470.
- Alonso, M. A., Fernández, A., Díez, E., y Beato, M. S. (2004). Indices de producción de falso recuerdo y falso reconocimiento para 55 listas de palabras en castellano. *Psicothema*, 16, 3, 357-362.
- Altmann, E. M., y Gray W. D. (2002) Forgetting to remember: The functional relationship of decay and interference. *Psychological Science*, 13: 27-33.
- Anderson, J. R. (1983). *The architecture of cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Anderson, J. R. (1996). ACT: A simple theory of complex cognition. *American Psychologist*, 51, 355-365.
- Anderson, M. C. (2001). Active forgetting: Evidence for functional inhibition as a source of memory failure. *Journal of Aggression, Maltreatment & Trauma*, 4, 185-210.
- 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. (2007). *Inhibition in long-term memory*. En Dudai, Y., Roediger, H.L., Tulving, E., y Fitzpatrick, S. M. (Eds.), *The Science of Memory: Concepts* (pp. 295-299). Oxford: Oxford University Press.
- 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., 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). 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., Bjork, R. A., y Bjork, E. L. (2000). Retrieval-induced forgetting: Evidence for a recall-specific mechanism. *Psychonomic Bulletin & Review*, 7, 522-530.
- Anderson, N. D., Craik, F. I., y Naveh-Benjamin, M. (1998). The attentional demands of encoding and retrieval in younger and older adults: Evidence from divided attention costs. *Psychology and Aging*, 13, 405-423.
- 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 theory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 26, 1141-1159.
- Anderson, M. C., y Levy, B. J. (2002). Repression can (and should) be studied empirically: Reply from Anderson and Levy. *Trends in Cognitive Sciences*, 6, 502-503.
- Anderson, M. C., y Levy, B. J. (2007). Theoretical issues in inhibition: Insights from research on human memory. En D. S. Gorfein y 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 boundary condition on retrieval-induced forgetting. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 25, 608-629.
- Anderson, M. C., y Neely, J. H. (1996). Interference and inhibition in memory retrieval. En E. C. Carterette y M. P. Friedman (Series Eds.) y E. L. Bjork y R. A. Bjork (Vol. Eds.), *Handbook of perception and cognition* (2nd ed., Vol. 10, pp. 237-313). San Diego: Academic Press.
- Anderson, M. C., Ochsner K. N., Kuhl, B., Cooper J., Robertson, E., Gabrielli, S.W., Glover, Gary H., y Gabireli, J.D.E. (2004). Neural systems underlying the suppression of unwanted memories. *Science*, 303, 232-235.
- Anderson, M. C., Reinholz, J., Kuhl, A., y Mayr, U. (2011). Intentional suppression of unwanted memories grows more difficult as we age. *Psychology and Aging*, 26, 397-405.

- 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.
- Anderson, M. C., y Weaver, C. (2009). Inhibitory control over action and memory. En L. Squire (Ed.), *The encyclopedia of neuroscience* (Vol. 5, pp. 153-163). Oxford, England: Academic Press.
- Andrés, P., Guerrini, C., Phillips, L., y Perfect, T. (2008). Differential effects of aging on executive and non executive inhibition. *Developmental Neuropsychology*, 33, 101-123.
- Aron, A. R., Fletcher, P. C., Bullmore, E. T., Sahakian, B. J., y Robbins, T. W. (2003). Stop-signal inhibition disrupted by damage to right inferior frontal gyrus in humans. *Nature Neuroscience*, 6, 115-116.
- Aslan, A. y Bäuml, K.-H. (2007). Part-list cuing with and without item-specific probes: the role of encoding. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14, 489-494.
- Aslan, A., y Bäuml, K.-H. (2010). Retrieval-induced forgetting in young children. *Psychonomic Bulletin & Review*, 17, 704-709.
- Aslan, A. y Bäuml, K.-H. (2011). Individual differences in working memory capacity predict retrieval-induced forgetting. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 37, 264-269.
- Aslan, A., Bäuml, K.-H., y Pastötter, B. (2007). No inhibitory deficit in older adult's episodic memory. *Psychological Science*, 18, 72-78.
- Bailey, C. H. y Chen, M. (1989). Structural plasticity at identified synapses during long-term memory in *Aplysia*. *Journal of Neurobiology*, 20 (5), 356-372.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working Memory*. Oxford: Clarendon Press.
- Baddeley, A. D., Lewis, V., Eldridge, M. y Thomson, N. (1984) Attention and retrieval from long term memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 113(4), 518-540.
- Bajo, M. T., Gómez-Ariza, C. J., Fernandez, A., y Marful, A. (2006). Retrieval-induced forgetting in perceptually driven memory tests. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 32, 1185-1194.
- Baran, B., Wilson, J., y Spencer, R. M. C. (2010). REM-dependent repair of competitive memory suppression. *Experimental Brain Research*, 203, 471-477.
- Bartlett F. C. (1932). *Remembering: A Study in Experimental and Social Psychology*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Battig, W. F., y Montague, W. E. (1969). Category norms of verbal items in 56 categories: A replication and extension of the Connecticut category norms. *Journal of Experimental Psychology*, 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 & Review*, 3, 380-384.
- Bäuml, K.-H. (1997). The list-strength effect: Strength-dependent competition or suppression. *Psychonomic Bulletin & Review*, 4, 260-264.
- Bäuml, K.-H. (2002). Semantic recall can cause episodic forgetting. *Psychological Science*, 13, 356-360.
- Bjork, R. A. (1975) Retrieval as a memory modifier. An interpretation of negative recency and related phenomena. En R. L. Solso (Ed.), *Information processing and cognition: The Loyola Symposium* (pp. 123-144). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Bjork, R. A. (1979). Information-processing analysis of college teaching. *Educational Psychologist*, 14, 15-23.
- Bjork, R. A. (1988). Retrieval practice and the maintenance of knowledge. En M. M. Gruneberg, P. E. Morris, y R. N. Sykes (Eds.), *Practical Aspects of Memory: Current Research and Issues* (Vol. 1, pp. 396-401). New York: Wiley.
- Bjork, R. A. (1989). Retrieval inhibition as an adaptive mechanism in human memory. En H. L. Roediger y F. I. M. Craik (Eds.), *Varieties of memory and consciousness: Essays in honour of Endel Tulving* (pp. 309-330). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Bjork, R. A. (1998). Intentional forgetting in perspective: Comments, conjectures, and some directed remembering. En J. M. Golding y C. MacLeod (Eds.), *Intentional forgetting: Interdisciplinary approaches* (pp. 453-481). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Bjork, E. L., y Bjork, R. A. (1988). On the adaptive aspects of retrieval failure in autobiographical memory. En M. M. Gruneberg, P. E. Morris, y R. N. Sykes (Eds.), *Practical aspects of memory II* (pp. 283-288). London: Wiley.
- 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 Glenberg, A. M. (1973, November). The reinstatement of interference owing to to-be-forgotten items. Paper presented at the 14th Annual Meeting of the Psychonomic Society, St. Louis, MO.

- Bower (1972). Stimulus-sampling theory of encoding variability. En A. W. Melton y Martin (Eds). *Coding in human memory* (pp. 85-124). New York: Winston.
- Brainerd, C. J., Yang, Y., Howe, M. L., Reyna, V. F., y Mills, B. A. (2008). Semantic processing in "associative" false memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 15, 1035-1053.
- Brybaert, M., Van Wijnendaele, I., y De Deyne, S. (2000). Age-of-acquisition of words is a significant variable in semantic tasks. *Acta Psychologica*, 104, 215-226.
- Broadbent, D. E. (1958) *Perception and Communication*. London: Pergamon Press.
- Camp, C. J., Bird, M. J., y Cherry, K. E. (2000). Retrieval strategies as a rehabilitation aid for cognitive loss in pathological aging. En R. D. Hill, L. Backman, y A. S. Neely (Eds.), *Cognitive Rehabilitation in Old Age* (pp. 224-248). New York: Oxford University Press.
- Camp, G., Pecher, D., Schmidt, H. G., y Zeelenberg, R. (2009). Are independent probes truly independent? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 35, 934-942.
- Carpenter, S. K., y DeLosh, E. L. (2005). Application of the testing and spacing effects to name learning. *Applied Cognitive Psychology*, 19, 619-636.
- Carpenter, S. K., Pashler, H., Wisted, J. T., y Vul, E. (2008). The effects of test on learning and forgetting. *Memory & Cognition*, 26, 438-448.
- Carrier, M. y Pashler, H. (1992). The influence of retrieval on retention. *Memory & Cognition*, 20, 633-642.
- Carrier, L. M., y Pashler, H. (1995). Attentional limits in memory retrieval. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21, 1339-1348.
- Cavanagh, J. F., Cohen, M. X., y Allen, J. J. (2009). Prelude to and resolution of an error: EEG phase synchrony reveals cognitive control dynamics during action monitoring. *Journal of Neuroscience*, 29, 98-105.
- Chan, J. (2009). When does retrieval induce forgetting and when does it induce facilitation? Implications for retrieval inhibition, testing effect, and text processing. *Journal of Memory and Language*, 61, 153-170.
- 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.

- Collette, F., Germain, S., Hogge, M., y Van der Linden, M. (2009). Inhibitory control of memory in normal ageing: Dissociation between impaired intentional and preserved unintentional processes. *Memory*, 17, 104-122.
- Collins, A. M. y Loftus, E. F. (1975). A spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, 82, 407-428.
- Collins, A. M. y Quillian, M. R. (1969). Retrieval time from semantic memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 8, 240-247.
- Conroy, R., y Salmon, K. (2005). Selective postevent review and children's memory for nonreviewed materials. *Journal of Experimental Child Psychology*, 90, 185-207.
- Conroy, R., y Salmon, K. (2006). Talking about parts of a past experience: The impact of discussed and nondiscussed information. *Journal of Experimental Child Psychology*, 95, 278-297.
- Conway, M. A., y Fthenaki, A. (2003). Disruption of inhibitory control of memory following lesions to the frontal and temporal lobes. *Cortex*, 39, 667-686.
- Cowan, N. (1988) Evolving conceptions of memory storage, selective attention, and their mutual constraints within the human information-processing system, *Psychological Bulletin*, 104(2), 163-191.
- Cull, W. L., Shaughnessy, J. J., y Zechmeister, E. B. (1996). Expanding understanding of the expanding pattern of retrieval mnemonic: Toward confidence in applicability. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 2, 365-378.
- Craik F. I. M. (2001). The effects of dividing attention on encoding and retrieval processes. En Roediger H.L., Nairne J.S., Neath I. y Suprenant A.M. (Eds.), *The Nature of Remembering: Essays in Honor of Robert G. Crowder* (pp. 55-68). Washington, DC: APA Press.
- Craik F. I. M. (2002). Levels of processing: past, present. and future?. *Memory*, 10 (5-6), 305-318.
- De Beni, R., y Palladino, P. (2004). Decline in working memory updating through aging: Intrusion error analyses. *Memory*, 12, 75-89.
- Delaney, P. F., Nghiem, K., y Waldum, E. R. (2009). The selective directed forgetting effect: Can people forget only part of a text?. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62, 1542-1550.

- Delarosa, D., y Bourne, L. E. Jr. (1985). Surface form and the spacing effect. *Memory & Cognition*, 13, 529-537.
- Dehli, L., y Brennen, T. (2009). Does retrieval-induced forgetting occur for emotional stimuli?. *Cognition & Emotion*, 23 (6), 1056-1068.
- Dempster, F. N. (1996). Distributing and Managing the Conditions of Encoding and Practice. En E. L. Bjork y R. A. Bjork (Eds.), *Memory* (pp.317-339). San Diego, C.A.: Academic Press.
- Depue, B. E., Curran, T., y Banich, M. T. (2007). Prefrontal regions orchestrate suppression of emotional memories via a two-phase process. *Science*, 37, 215-219.
- Diamond, D. M., Campbell, A. M., Park, C. R., Halonen, J., y Zoladz, P. R. (2007). The temporal dynamics model of emotional memory processing: A synthesis on the neurobiological basis of stress- induced amnesia, flashbulb and traumatic memories, and the Yerkes-Dodson law. *Neural Plasticity*, Artículo 60803.
- Durgunoglu, A. Y. y Roediger, H. L. (1987). Test differences in accessing bilingual memory. *Journal of Memory and Language*, 26, 377-391.
- Ebbinghaus, H. (1885). *Über das Gedächtnis. Untersuchungen zur experimentellen Psychologie*, Leipzig. [traducido al inglés por H.A. Ruger y C. E. Bussenius, en Ebbinghaus, H. (1913): *Memory: A contribution to Experimental Psychology*, Nueva York, Teachers College, Columbia University].
- Edwards, A. S. (1917). The distribution of time in learning small amounts of material. En *Studies in Psychology: Titchener commemorative volumen* (pp. 209-213). Worcester, MA: Wilson.
- Eich, E., Macaulay, D. y Ryan, L. (1994). Mood Dependent Memory for Events of the Personal Past. *Journal of Experimental Psychology: General*, 123: 201-215.
- Eichenbaum, H. (1994): The hippocampal system and declarative memory in humans and animals: Experimental analysis and historical origins, en D.L. Schacter y E. Tulving (Eds.), *Memory Systems* (pp.143-199). Cambridge: MIT Press.
- Eldridge, L. L., Knowlton, B. J., Furmanski, C. S., Bookheimer, S., y Engel, S. A. (2000). Remembering episodes: a selective role for the hippocampus during retrieval. *Nature Neuroscience*, 3, 1149.
- Endes, M. (1979) *Die Unendliche Geschichte* Stuttgart. Germany: Thienemans Verlag.

- Engle, R. W., Conway, A. R., Tuholski, S. W., y Shisler, R. J. (1995). A resource account of inhibition. *Psychological Science*, 6, 122–125.
- Fernandes, M. A., y Moscovitch, M. (2002). Factors modulating the effect of divided attention during retrieval of words. *Memory & Cognition*, 30, 731–744.
- Ferreira, C., Marful, A. y Bajo, M. T. (enviado). What's his face?: Retrieval Inhibition of Faces and Names.
- Folstein, M., Folstein, S. E., y McHugh, P. R. (1975). “Mini-Mental State”: A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12, 189-198.
- Ford, R. M., Keating, S., y Patel, R. (2004). Retrieval-induced forgetting: A developmental study. *British Journal of Developmental Psychology*, 22, 585-603.
- Gallo, D. A., y Roediger, H. L. (2002). Variability among word lists in eliciting memory illusions: Evidence for associative activation and monitoring. *Journal of Memory and Language*, 47, 469-497.
- Garavan, A., Ross, T. S., Murphy, K., Roche, R. A., y Stein, E. A. (2002). Dissociable executive functions in the dynamic control of behavior: inhibition, error detection and correction. *Neuroimage*, 17, 1820-1829.
- Garcia-Bajos, E., Migueles, M., y Anderson, M. C. (2009). Script knowledge modulates retrieval-induced forgetting for eyewitness events. *Memory*, 17, 92-103.
- Garcia-Bajos, E., Migueles, M., y Anderson, M. C. (2009). Script knowledge modulates retrieval-induced forgetting for eyewitness events. *Memory*, 17, 92-103.
- Gardiner J. M., y Richardson-Klavehn A. (2000) Remembering and knowing. En: Tulving E. and Craik F. I. M. (eds.) *Oxford Handbook of Memory* (pp. 229-244). Oxford: Oxford University Press.
- Glenberg, A. M. (1979). Component-levels theory of the effects of spacing of repetitions on recall and recognition. *Memory & Cognition*, 7, 95-112.
- Glenberg A. M. (1997). What memory is for. *Behavioural and Brain Sciences*, 20, 1-5.
- Gold, J. M., Murray, R. F., Sekuler, A. B., Bennett, P. J. y Sekuler, R. (2005). Visual memory decay is deterministic. *Psychological Science*, 16(10), 769-774.
- Gollwitzer P. M. y Moskowitz, G. B. (1996). Goal effects on action and cognition. En E. T. Higgins y A. W. Kruglanski (Eds.), *Social psychology: Handbook of basic principles* (pp. 361-399). New York: Guilford Press.

- Gómez-Ariza, C. J., Fernandez, A., y Bajo, M. T. (under review) Cue-independence forgetting of memory for location. *Psychonomic Bulletin & Review*.
- 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 & Cognition*, 33, 1431-1441.
- Gómez-Ariza, C. J., Pelegrina, S., Lechuga, M. T., Suárez, A., y Bajo, M. T. (2009). Inhibition and retrieval of facts in young and older adults. *Experimental Aging Research*, 35, 83-97.
- Green, D. W. (1998). Mental control of the bilingual lexico-semantic system. *Bilingualism: Language and cognition*, 1, 67-81.
- Greene, R. L. (1989). Spacing effects in memory: Evidence for a two-process account. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15, 371-377.
- Hanslmayr, S., Pastötter, B., Bäuml, K.-H., Gruber, S., Wimber, M., y Klimesch, W. (2008). The electrophysiological dynamics of interference during the Stroop task. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20, 215-225.
- Hanslmayr, S., Staudigl, T., Aslan, A., Bäuml, K.-H. (2010). Theta oscillations predict the detrimental effects of memory retrieval. *Cognitive, Affective & Behavioural Neuroscience*, 10 (3), 329-338.
- Harnishfeger, K. K. (1995). The development of cognitive inhibition: Theories, definitions and research evidence. En F. N. Dempster y C. J. Brainerd (Eds.), *Interference and inhibition in cognition* (pp. 175-204). San Diego, CA: Academic Press.
- Hasher, L., y Zacks, R. T. (1988). Working memory, comprehension, and aging: A review and a new view. En G. H. Bower (Eds.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (pp. 193-225). San Diego, CA: Academic Press.
- Hicks, J. L. y Starns, J. J. (2004). Retrieval-induced forgetting occurs in tests of item recognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 11, 125-130.
- Holland, C. A. and Rabbitt, P. M. A. (1991). The Course and causes of Cognitive Change with Advancing age. *Reviews in Clinical Gerontology*, 1. 81-86.
- Hunt, R. R. y Einstein, G. O. (1981). Relational and item-specific information in memory. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 20, 497-514.

- Iglesias-Parro, S., Arias, A. V., y Ortega, A. (2008). Evidencias a favor de la interrupción de la estrategia en el olvido de información estereotípica. *Revista de Psicología Social*, 23(1), 75-87.
- Iglesias-Parro, S., y Gómez-Ariza, C. J. (2006). Biasing decision making by means of retrieval practice. *European Journal of Cognitive Psychology*, 18, 899-908.
- 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-Laird, P. N. (1987) The mental representation of the meaning of words. *Cognition*, 25, 189-211.
- Karpicke, J. D., y Roediger, H. L., III. (2007a). Repeated retrieval during learning is the key to enhancing later retention. *Journal of Memory and Language*, 57, 151–162.
- Karpicke, J. D., y Roediger, H. L., III. (2007b). Expanding Retrieval Practice Promotes Short-Term Retention, but Equally Spaced Retrieval Enhances Long-Term Retention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 33, 704–719.
- Karpicke, J. D., y Roediger, H. L. (2008). The critical importance of retrieval for learning. *Science*, 319, 966-968.
- Kirschbaum, C., Pirke, K.-M., y Hellhammer, D. H. (1993). The “Trier Social Stress Test”—a tool for investigating psychobiological stress responses in a laboratory setting. *Neuropsychobiology*, 28, 76-81.
- Koesser, S., Engler, H., Rietherm, C., y Kissler, J. (2009). No Retrieval Induced Forgetting under stress. *Psychological Science*, 20, 11, 1356-1363.
- Kudielka, B. M., Hellhammer, D. H., y Kirschbaum, C. (2007). Ten years of research with the Trier Social Stress Test—revisited. En E. Harmon-Jones y P. Winkielman (Eds.), *Social neuroscience: Integrating biological and psychological explanations of social behavior* (pp. 56-83). New York: Guilford 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, 908-917.
- Kuo, T. M., y Hirshman, E. (1996). Investigations of the testing effect. *American Journal of Psychology*, 109, 451-464.

- Kuo, T. M., y Hirshman, E. (1997). The role of distinctive perceptual information in memory: Studies of the testing effect. *Journal of Memory & Language*, 36, 188-201.
- Landauer, T. K., y Bjork, R. A. (1978). Optimum rehearsal patterns and name learning. En M. M. Gruneberg, P. E. Morris, y R. N. Sykes (Eds.), *Practical Aspects of Memory* (pp. 625-632). London: Academic Press.
- 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.
- Lustig, C., Hasher, L., y Zacks, R. T. (2007). Inhibitory deficit theory: Recent developments in a "new view". En D. S. Gorfein y C. M. MacLeod (Eds.), *Inhibition in cognition* (pp. 145-162). Washington DC: American Psychological Association.
- Macrae, C. N., y MacLeod, M. D. (1999). On recollections lost: When practice makes imperfect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 77, 463-473.
- 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). Recopiladas por Díez, E., Fernández, A., Alonso, M. A. (2006). NIPE: Normas e índices de interés en Psicología Experimental. <http://www.usal.es/gimc/nipe/>.
- Marian, V. y Neisser, U. (2000) Language-Dependent recall of autobiographical memories, *Journal of Experimental Psychology: General*, 129(3), 361-368.

- McGeoch, J. A. (1942). *The psychology of human learning: An introduction*. New York: Longmans
- McKone, E. (1998) The decay of short-term implicit memory: Unpacking lags, *Memory & Cognition*, 26(6), 1173-1186.
- Melton, A. W. (1970). The situation with respect to the spacing of repetitions and memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 9, 596-606.
- Melton, A. W., y Irwin, J. M. (1940). The influence of degree of interpolated learning on retroactive inhibition and the overt transfer of specific responses. *American Journal of Psychology*, 3, 173-203.
- Mensink, G. J. M., y Raajmakers, J. G. W. (1988). A model of interference and forgetting. *Psychological Review*, 95, 434-455.
- Menon, V. A., Adleman, N. A., White, C. D., Glover, G. H., y Reiss, A. L. (2001). *Human Brain Mapping*, 12, 131.
- Moulin, C. J. A., 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*, 1, 1-300.
- Naveh-Benjamin, M., Guez, J., Craik, F. I. M. y Kreuger, S. (2005). Divided attention in younger and older adults: Effect of strategy and relatedness on memory performance and secondary task cost. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 31 (3), 520-537.
- Naveh-Benjamin, M., Guez, J., y Marom, M. (2003). The effects of divided attention and encoding on item and associative memory. *Memory & Cognition*, 31, 1021-1035.
- Nickerson, R. S. y Adams, M. J. (1979) Long-term memory for a common object, *Cognitive Psychology*, 11, 287-307.
- Ortega, A., Gómez-Ariza, C. J., Román, P. E., y Bajo, M. T. (en prensa) Memory inhibition, aging and the executive deficit hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*.
- Ortega, A., Gómez-Ariza, C. J., y Bajo, M. T. (enviado). Revisiting the transient nature of Retrieval Induced Forgetting. *British Journal of Experimental Psychology*.

- Ortega, A., Gomez-Ariza, C. J., Morales, M. J., y Bajo (enviado). Low semantic involvement makes Retrieval Induced Forgetting long lasting. *Psychonomic Bulletin & Review*.
- Page, M. P. A. y Norris, D. (1998). The Primacy Model: A new model: A new model of immediate serial recall. *Psychological review*, 105, 761-781.
- Paz-Alonso, P. M., Ghetti, S., Matlen, B. J., Anderson, M. C., y Bunge, S. A. (2009). Memory suppression is an active process that improves over middle childhood. *Frontiers in Human Neuroscience*, 3, 1-6.
- Raaijmakers, J. G. W., y Shiffrin, R. M. (1981). Search of associative memory. *Psychological Review*, 88, 93-134.
- Racsmány, M., Conway, M. A., y Demeter, G. (2010). Consolidation of Episodic Memories During Sleep: Long-Term effects of Retrieval Practice. *Psychological Science*, 21(1) 80-85.
- Radvansky, G. A. (1999). Memory retrieval and suppression: The inhibition of situation models. *Journal of Experimental Psychology: General*, 128, 563-579.
- Ratclif, R., y Starns, J. J. (2009). Modeling confidence and response time in recognition memory. *Psychological Review*, 116, 59-83.
- Raven, J. C., Court, J., y Raven, J. (1996). *Manual for Raven's Standard Progressive Matrices(1996 ed.)*. Oxford, England: Oxford Psychologists Press.
- Redick, T. S., Heitz, R. P., y Engle, R. W. (2007). Working memory capacity and inhibition: Cognitive and social consequences. En D. S. Gorfein y C. M. MacLeod (Eds.), *Inhibition in cognition* (pp. 125-142). Washington, DC: American Psychological Association.
- Roediger, H. L., III y Karpicke, J. D. (2006). Test enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention. *Psychological Science*, 17, 249-255.
- Roediger, H., y McDermott, K. (1995). Creating false memories: Remembering words not presented in lists. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21, 803-814.
- Roediger, H. L., III, y Neely, J. H. (1982). Retrieval blocks in episodic and semantic memory. *Canadian Journal of Psychology*, 36, 213-242.
- Roediger, H. L., Watson, J. M., McDermott, K. B. y Gallo, D. A. (2001). Factors that determine false recall: A multiple regression analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8, 385-407.

- Rose, R. J., y Rowe, E. J. (1976). Effects of orienting task and spacing of repetitions on frequency judgments. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 2, 142-152.
- Rueda, M. R., Posner, M. I., y Rothbart, M. K. (2004). Attentional control and self-regulation. En R. F. Baumeister y K. D. Vohs (Eds.), *Handbook of self-regulation: Research, theory, and applications* (pp. 283-300). New York: Guilford Press.
- Román, P. E., Soriano, M. F., Gómez-Ariza, C. J., y Bajo, M. T. (2009). Retrieval-induced forgetting and executive control. *Psychological Science*, 20, 1053-1058.
- Sahakyan, L. y Delaney, P. F. (2003). Can encoding differences explain the benefits of directed forgetting in the list method paradigm? *Journal of Memory and Language*, 48, 195-206.
- Saunders, J., y MacLeod, M. D. (2002). New evidence on the suggestibility of memory: The role of retrieval-induced forgetting in misinformation effects. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 8, 127-142.
- Schank, R. C. y Abelson, R. P. (1977) *Scripts, plans, goals, and understanding*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Schmidt, R. A., y Bjork, R. A. (1992). New conceptualizations of practice: Common principles in three paradigms suggest new concepts for training. *Psychological Science*, 3, 207-217.
- Schneider, W., Eschman, A., y Zuccolotto, A. (2002). *E-Prime Version 1.0* [Computer software]. Pittsburgh, PA: Psychology Software Tools.
- Shivde, G. y Anderson, M. C. (2001). The role of inhibition in meaning selection: Insights from retrieval-induced forgetting. En D. S. Gorfein (Ed.), *On the consequences of meaning selection: Perspectives on resolving lexical ambiguity* (pp. 175-190). Washington, DC: American Psychological Association.
- Squire, L. R. (1992). *Psychological Review*. 99, 195.
- Slamecka, N. J. (1968). An examination of trace storage in free recall. *Journal of Experimental Psychology*, 76, 504.
- Soriano, M. F., Jiménez, J., Román, P., y Bajo, M. T. (2009). Inhibitory processes in memory are impaired in schizophrenia: Evidence from retrieval induced forgetting. *British Journal of Psychology*, 100, 661-673.

- Spitzer, B., y Bäuml, K.-H. (2007). Retrieval-induced forgetting in item recognition: Evidence for a reduction in general memory strength. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 33, 863-875.
- Spitzer, B., Hanslmayr, S., Opitz, B., Mecklinger, A., y Bäuml, K.-H. (2009). Oscillatory correlates of retrieval-induced forgetting in recognition memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21, 976-990.
- Steyvers, M. Y Tenenbaum, J. B. (2005) The large-scale structure of semantic networks: statistical analyses and a model of semantic growth. *Cognitive Science*. 29(1), 41-78.
- Storm, B. C. (2011). Retrieval-induced forgetting and the resolution of competition. En A.S. Benjamin (Ed.), *Successful Remembering and Successful Forgetting: A Festschrift in honor of Robert A. Bjork* (pp. 89-105). New York, NY: Psychology Press.
- Storm, B. C., Bjork, E. L., y Bjork, R. A. (2005). Social metacognitive judgments: The role of retrieval-induced forgetting in person memory and impressions. *Journal of Memory and Language*, 52, 535-550.
- Storm, B. C., Bjork, E. L., Bjork, R. A., y Nestojko, J. F. (2006). Is retrieval success a necessary condition for retrieval-induced forgetting? *Psychonomic Bulletin & Review*, 13, 1023-1027.
- Storm, B. C., Bjork, R. A. y Storm J. C., (2010). Optimizing retrieval as a learning event: When and why expanding retrieval practice enhances long-term retention. *Memory & Cognition*, 38, 244-253.
- Storm, B. C., y White, H. A. (2010). ADHD and retrieval-induced forgetting: Evidence for a deficit in inhibitory control of memory. *Memory*, 18, 265-271.
- Thurstone, L. L., y Thurstone, T. G. (1941). *Factorial studies of intelligence*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Treitz, F. H., Heyder, K., y Daum, I. (2007). Differential course of executive control changes during normal aging. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 14, 370-393.
- Towse, J. N., Hitch, G. J., y Hutton, U. (2000) On the interpretations of working memory span in adults, *Memory & Cognition*, 28(3), 341-348.
- Tulving, E. (1967). The effects of presentation and recall of material in free-recall learning. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 6, 175-184.

- Tulving, E. (1985). How many memory systems are there? *American Psychologist*, 40, 385-398.
- Tulving, E., y Arbuckle, T. Y. (1963). Input and output interference in short-term associative memory. *Journal of Experimental Psychology*, 72, 89-104.
- Turner, M. L. y Engle, R. W. (1989). Is working memory capacity task dependent? *Journal of Memory and Language*, 28, 127-154.
- 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.
- Verde, M. F. (2004). The retrieval practice effect in associative recognition. *Memory & Cognition*, 32, 1265-1272.
- Verkoeijen, P. P. J. L., Rikers, R. M. J. P., y Schmidt, H. G. (2005). Limitations to the spacing effect: Demonstration of an inverted u-shaped relationship between interrepetition spacing and free recall. *Experimental Psychology*, 52, 257-263.
- Wechsler D. (1997). *Wechsler Adult Intelligence Scale (3rd ed.)*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- Wessel, I., y Hauer, B. J. A. (2006). Retrieval-induced forgetting of autobiographical memory details. *Cognition & Emotion*, 20, 430-447.
- Weiten, W. (1995). *Psychology: Themes and variations*. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole.
- Godden, D. R. y Baddeley, A. (1975) Context-dependent memory in two natural environments: On land and underwater, *British Journal of Psychology*, 66(3), 325-331.
- Wiley, J. (2005) A fair and balanced look at the news: What affects memory or controversial arguments? *Journal of memory and Language*, 53, 95-109.
- Wimber, M., Rutschmann, R. M., Greenlee, M. W., y Bäuml K.-H. (2009) Retrieval from episodic memory: neural mechanisms of interference resolution. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21, 538-49.
- Yonelinas y Levy (2002) Dissociating familiarity from recollection in human recognition memory: Different rates of forgetting over short retention intervals, *Psychonomic Bulletin and Review*, 9(3), 575-582.

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.

CAPÍTULO 8

ANEXOS

Anexo 1: Materiales utilizados en los capítulos experimentales 1 y 2.

Categoría	Ejemplar	Clase	Frecuencia**
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	-

** Según la Base de Batting y Montague (1969) adaptada al castellano por Marful, Fernández y Díez (en preparación).

Anexo 1: Materiales utilizados en los capítulos experimentales 1 y 2 (continuación).

Categoría	Ejemplar	Clase	Frecuencia**
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	Puzle	Nueva*	79
Juguete	Yo-yo	Nueva*	17
Reptil	Anfibio	Nueva*	-
Reptil	Iguana	Nueva*	-
Reptil	Víbora	Nueva*	-
Mobiliario	Adorno	Nueva*	-
Ropa	Zapatos	Nueva*	95
Ropa	Pijama	Nueva*	26
Ropa	falda	Nueva*	234
Ropa	Pantalón	Nueva*	273
Ropa	Chaqueta	Nueva*	154
Ropa	Calcetines	Nueva*	209

* Estimulos presentados en la prueba de reconocimiento

** Según la Base de Batting y Montague (1969) adaptada al castellano por Marful, Fernández y Díez (en preparación).

Anexo 1: Materiales utilizados en los capítulos experimentales 1 y 2 (continuación).




















Categoría	Ejemplar	Clase	Frecuencia**
Animal	tigre	Nueva*	174
Animal	león	Nueva*	200
Animal	elefante	Nueva*	173
Animal	jirafa	Nueva*	115
Animal	pantera	Nueva*	73
Animal	Vaca	Nueva*	167
Bebida	Ron	Nueva*	227
Bebida	Chocolate	Nueva*	13
Bebida	Whisky	Nueva*	252
Bebida	Champán	Nueva*	68
Bebida	Cerveza	Nueva*	201
Bebida	Agua	Nueva*	260
Mobiliario	Aplique	Relleno	-
Mobiliario	Bombilla	Relleno	269
Mobiliario	Jarrón	Relleno	207
Mobiliario	Mesa	Relleno	168
Mobiliario	Sofá	Relleno	164
Vehículo	Autobús	Relleno	40
Vehículo	Bicicleta	Relleno	1
Vehículo	Helicóptero	Relleno	63
Vehículo	Hidroavión	Relleno	5
Vehículo	Motocicleta	Relleno	63
Vehículo	Velero	Relleno	5

* Estímulos presentados en la prueba de reconocimiento

** Según la Base de Batting y Montague (1969) adaptada al castellano por Marful, Fernández y Díez (en preparación).

Anexo 2: Materiales utilizados en el Capítulo Experimental 2.

Material 1: Dibujos.

Color	Forma		Posición en la Versión A	Posición en la Versión B	Clase
Magenta	Estrella		Inferior derecha	Inferior central	Estudio
Magenta	Cruz		Superior central	Central izquierda	Estudio
Magenta	Paralelogramo		Inferior izquierda	Central derecha	Estudio
Magenta	Triángulo		Inferior central	Inferior derecha	Estudio
Rojo	Elipse		Superior izquierda	Inferior central	Estudio
Rojo	Sol		Superior derecha	Superior izquierda	Estudio
Rojo	Cuadrado		Media izquierda	Superior central	Estudio
Rojo	Pentágono		Media derecha	Inferior izquierda	Estudio
Azul	Luna		Superior central	Superior derecha	Estudio
Azul	Placa		Media derecha	Inferior derecha	Estudio
Azul	Rombo		Superior derecha	Superior central	Estudio
Azul	Hexágono		Media izquierda	Superior izquierda	Estudio
Verde	Círculo		Inferior derecha	Central izquierda	Estudio
Verde	Reloj		Superior izquierda	Central derecha	Estudio
Verde	Semicírculo		Inferior central	Inferior izquierda	Estudio
Verde	Trapezio		Inferior izquierda	Superior derecha	Estudio
Amarillo	Flechas		Central Izquierda	Central Izquierda	Relleno
Amarillo	Folios		Inferior derecha	Inferior derecha	Relleno
Gris	Corazón		Superior central	Superior central	Relleno

Anexo 2: Materiales utilizados en el Capítulo Experimental 2 (continuación).

Material 2: Frases no relacionadas.

Sujeto	Predicado	Clase
El abogado	Ha visto una película	Estudio
El abogado	Ha caminado una hora	Estudio
El abogado	Ha cenado una tortilla	Estudio
El abogado	Ha escrito una carta	Estudio
El bombero	Ha perdido un anillo	Estudio
El bombero	Ha montado en bicicleta	Estudio
El bombero	Ha colgado el cuadro	Estudio
El bombero	Ha jugado al tenis	Estudio
El carnicero	Ha hablado por teléfono	Estudio
El carnicero	Ha reparado la silla	Estudio
El carnicero	Ha salido al campo	Estudio
El carnicero	Ha regalado el libro	Estudio
El fontanero	Ha arrancado el coche	Estudio
El fontanero	Ha duchado al hijo	Estudio
El fontanero	Ha hecho el puzle	Estudio
El fontanero	Ha inflado el globo	Estudio
El peluquero	Ha oído el despertador	Relleno
El peluquero	Ha ganado cien euros	Relleno
El torero	Ha leído el periódico	Relleno
El torero	Ha terminado su trabajo	Relleno

Tomadas de Gómez-Ariza, Lechuga, Pelegrina y Bajo (2005).

Capítulo 8

Anexo 2: Materiales utilizados en el Capítulo Experimental 2 (continuación).

Material 3: Palabras relacionadas en categorías semánticas.

Categoría	Ejemplar	Clase	Frecuencia**
Ave	Cisne	Estudio	21
Ave	Águila	Estudio	172
Ave	Cacatúa	Estudio	21
Ave	Gallo	Estudio	39
Ave	Avestruz	Estudio	116
Ave	Búho	Estudio	55
Fruta	Cereza	Estudio	168
Fruta	Naranja	Estudio	240
Fruta	Manzana	Estudio	262
Fruta	Plátano	Estudio	228
Fruta	Sandía	Estudio	207
Fruta	Fresa	Estudio	202
Herramienta	Hacha	Estudio	21
Herramienta	Afilador	Estudio	-
Herramienta	Taladro	Estudio	117
Herramienta	Tenazas	Estudio	66
Herramienta	Sierra	Estudio	124
Herramienta	Clavo	Estudio	55

** Según la Base de Batting y Montague (1969) adaptada al castellano por Marful, Fernández y Díez (en preparación)

Anexo 2: Materiales utilizados en el Capítulo Experimental 2 (continuación).

Material 3: Palabras relacionadas en categorías semánticas. (continuación).

Categoría	Ejemplar	Clase	Frecuencia
Juguete	Muñeca	Estudio	243
Juguete	Pelota	Estudio	96
Juguete	Cometa	Estudio	4
Juguete	Trineo	Estudio	-
Juguete	Puzle	Estudio	79
Juguete	Yoyó	Estudio	17
Vehículo	Hidroavión	Estudio	1
Vehículo	Helicóptero	Estudio	40
Vehículo	Bicicleta	Estudio	164
Vehículo	Moto	Estudio	63
Vehículo	Autobús	Estudio	168
Vehículo	Velero	Estudio	5
Ropa	Pantalón	Estudio	273
Ropa	Calcetines	Estudio	209
Ropa	Pijama	Estudio	26
Ropa	Chaqueta	Estudio	154
Ropa	Falda	Estudio	234
Ropa	Jersey	Estudio	214
Líquido	Aceite	Relleno	-
Líquido	Agua	Relleno	260
Gas	Propano	Relleno	-
Gas	Helio	Relleno	-

** Según la Base de Batting y Montague (1969) adaptada al castellano por Marful, Fernández y Díez (en preparación)

