

Memoria operativa y control ejecutivo: procesos inhibitorios en tareas de actualización y generación aleatoria

Pedro Macizo, Teresa Bajo* y M.^a Felipa Soriano*
Universidad de Arizona (USA) y * Universidad de Granada

La amplitud de la memoria operativa (AM) predice la ejecución en tareas de control ejecutivo y se ha relacionado, además, con la capacidad de inhibir información irrelevante. En este estudio investigamos el papel de la AM en dos tareas de control centrando nuestra atención en los aspectos inhibitorios de estas tareas. Participantes de alta y baja AM recordaban palabras objetivo a la vez que rechazaban otras irrelevantes (Experimento 1) y generaban números de forma aleatoria (Experimento 2). Los resultados muestran una clara relación entre la AM y la realización de las dos tareas ejecutivas. Además, el análisis de los errores de intrusión (Experimento 1) y de las respuestas estereotipadas (Experimento 2) indica que las personas de alta amplitud articulan más eficientemente los aspectos de supresión implicados en las tareas. Nuestros datos apoyan la relación entre la AM y los procesos de control ejecutivo a través de un mecanismo de naturaleza inhibitoria.

Working memory and executive control: inhibitory processes in updating and random generation tasks. Working Memory (WM) span predicts subjects' performance in control executive tasks and, in addition, it has been related to the capacity to inhibit irrelevant information. In this paper we investigate the role of WM span in two executive tasks focusing our attention on inhibitory components of both tasks. High and low span participants recalled targets words rejecting irrelevant items at the same time (Experiment 1) and they generated random numbers (Experiment 2). Results showed a clear relation between WM span and performance in both tasks. In addition, analyses of intrusion errors (Experiment 1) and stereotyped responses (Experiment 2) indicated that high span individuals were able to efficiently use the inhibitory component implied in both tasks. The pattern of data provides support to the relation between WM span and control executive tasks through an inhibitory mechanism.

La amplitud de la memoria operativa (AM) refleja el grado en que se puede retener y codificar información simultáneamente (Daneman y Carpenter, 1980). De forma adicional, en los últimos años se empieza a considerar que las diferencias en la AM están relacionadas con la posibilidad de atender y mantener activa la información de interés a la vez que inhibir aquellos contenidos irrelevantes. Por ejemplo, Engle, Kane y Tuholski (1999) sugieren que la AM está vinculada con un uso eficiente de procesos de supresión y con la ejecución de tareas que implican un mecanismo de inhibición. De hecho, las personas de alta amplitud de memoria: (a) son menos susceptibles a la interferencia proactiva generada por un conjunto de palabras (Bowles y Salthouse, 2003); (b) inhiben mejor información superflua (Soriano, Macizo y Bajo, 2004); (c) desarrollan estrategias que permiten superar la interferencia (Long y Prat, 2002); y (d) su recuerdo está menos contaminado por la intrusión de información irrelevante (Chiappe, Siegel y Hasher, 2002). Por tanto, existe suficiente apoyo empírico para concluir que las diferencias en AM se vinculan con un mejor fun-

cionamiento del mecanismo inhibitorio. Además, las diferencias en AM están relacionadas con el sistema ejecutivo mediante este mecanismo de supresión de información. Por ejemplo, Whitney, Arnett y Driver (2001) demostraron que la AM determinaba la realización de un test de control ejecutivo útil para investigar de forma específica la susceptibilidad a la interferencia (California Verbal Learning Test).

Ahora bien, la relación entre la AM, los procesos inhibitorios y el control ejecutivo no está del todo clara por dos motivos: (a) la inhibición no es una entidad teórica unitaria, sino que es considerada de diferente forma según los autores y el campo de estudio (Harnishfeger, 1995). Por ejemplo, la ejecución de participantes en tareas que implican inhibición como la tarea Stroop, el priming negativo o la tarea de Brown-Peterson, no correlaciona entre sí (Friedman y Miyake, 2004; para una revisión); (b) el ejecutivo central es divisible en subprocesos implicados en distintas tareas de control como la de clasificación, planificación, actualización o generación aleatoria (e.g., Baddeley, 2002).

El objetivo de este estudio es conocer si la relación entre la AM y las tareas de control se debe a la eficiencia con que las personas de alta y baja amplitud articulan los procesos de inhibición presentes en estas tareas. A través de nuestros experimentos comparamos la ejecución de personas de alta y baja amplitud en la realización de dos tareas ejecutivas que requieren inhibición, actualización y generación aleatoria. En la actualización, la supre-

Fecha recepción: 17-11-04 • Fecha aceptación: 13-4-05

Correspondencia: M. Teresa Bajo
Facultad de Psicología
Universidad de Granada
18071 Granada (Spain)
E-mail: mbajo@ugr.es

sión es necesaria para rechazar la información candidata que no cumple un criterio establecido (Palladino, Cornoldi, De Beni y Pazzaglia, 2001, p. 354). En la generación aleatoria, el mecanismo inhibitorio se requiere para evitar la producción de secuencias estereotipadas y la repetición de la respuesta previa (Baddeley, Emslie, Kolodny y Duncan, 1998, pp. 846-847). Si la AM se relaciona con la posibilidad de suprimir información irrelevante y este mecanismo está presente en ambas tareas de control, las personas de alta amplitud de memoria deberán efectuar más eficientemente ambas tareas.

Experimento 1

En nuestro primer experimento comparamos la ejecución de personas de alta y baja amplitud de memoria en una tarea de control ejecutivo que requiere supresión de información. Utilizamos la tarea de actualización utilizada previamente por Palladino et al. (2001). En esta tarea, se presentan listas de palabras concretas y abstractas y los participantes han de recordar, de entre las palabras concretas, aquellas de mayor tamaño (palabras objetivo). Para realizar correctamente la tarea se deben mantener y actualizar en memoria operativa las palabras concretas de mayor tamaño y suprimir el resto de palabras concretas irrelevantes. Los autores mostraron que personas de alta habilidad lectora eran capaces de recordar más palabras objetivo e inhibir más eficientemente aquellas irrelevantes.

En este experimento dos grupos de participantes, uno de alta y otro de baja amplitud de memoria, realizan una versión de la tarea de Palladino et al. (2001). Para investigar los aspectos de inhibición, manipulamos la cantidad de palabras irrelevantes presentes en las listas de estudio y analizamos el número de errores de intrusión en el recuerdo. Además, investigamos los aspectos de almacenamiento y actualización de información manipulando la cantidad de palabras objetivo que deben ser recordadas por los participantes. En caso de existir una relación entre la AM y los procesos de control ejecutivo, las personas de alta AM recordarán mayor cantidad de palabras objetivo.

Método

Participantes

Treinta y dos estudiantes de la Universidad de Granada con edades comprendidas entre los 19 y los 25 años participaron en el experimento. Los participantes fueron seleccionados según su puntuación en una versión de la tarea de Daneman y Carpenter (1980) en idioma español. La tarea se construyó con 70 frases complejas, no relacionadas entre sí. Las frases se agruparon al azar en bloques de cinco listas que variaban en el número de frases (cinco listas de 2 frases cada una, cinco listas de tres frases, cinco listas de cuatro frases y cinco listas de cinco frases). Los participantes leían en voz alta las frases presentadas individualmente y, al final de cada lista, debían recordar la última palabra de cada una de las frases de esa lista. De manera progresiva, se presentaban listas de mayor número de frases hasta que el participante fallaba tres o más de las cinco listas de un bloque determinado. La puntuación asignada a cada participante era la del bloque del que correctamente recordasen todas las palabras finales de al menos tres de las cinco listas. Los participantes recibían medio punto (0.5) si eran capaces de recordar todas las palabras finales de dos de las cinco

listas de un mismo bloque. Tras realizar la tarea de amplitud lectora de Daneman y Carpenter (1980), 16 participantes obtuvieron una puntuación inferior a 3,5 y, siguiendo los criterios utilizados por Soriano et al. (2004), fueron considerados de baja amplitud y conformaron el grupo de baja AM ($M= 2,1$, $SD= 0,3$). Los restantes 16 participantes obtuvieron una puntuación de 4,1 ($SD = 0,9$) y conformaron el grupo de alta AM.

Diseño

Se utilizó un diseño $2 \times 2 \times 2$ factorial mixto. La amplitud de memoria (alta y baja) se manipuló entre grupos. Las restantes variables, carga en memoria (alta y baja) y supresión (alta y baja), se manipularon intrasujeto.

Materiales y procedimiento

Se crearon un total de 24 listas experimentales con 12 palabras cada una. Cada lista contenía palabras concretas que referían a nombres de animales u objetos familiares susceptibles de ser ordenados por tamaño, y palabras de relleno que aludían a entidades abstractas. Las palabras concretas de la mitad de las listas eran animales y la otra mitad objetos (animales y objetos nunca aparecían mezclados en una misma lista). Además, las palabras concretas podían ser ítems clave (ítems más pequeños que debían recordarse) o irrelevantes (el resto de palabras concretas). Las 24 listas fueron divididas en cuatro categorías según el número de ítems irrelevantes (alta/baja supresión) y el número de ítems clave que debían recordarse (alta/baja carga). Las listas de baja supresión contenían dos ítems irrelevantes, mientras que en las listas de alta supresión había cinco palabras irrelevantes. En la condición de baja carga, los participantes debían recordar tres ítems clave, mientras que en la de alta carga tenían que recordar los cinco ítems más pequeños de la lista. Un ejemplo de lista de alta supresión y alta carga es la siguiente: *lombriz, cabra, fantasía, gusano, rata, mono, pureza, león, mosca, gato, gorrión, perro*. En esta lista, las palabras abstractas de relleno fueron *fantasía* y *pureza*; las palabras concretas irrelevantes *cabra, mono, león, gato* y *perro*; y las palabras clave *lombriz, gusano, rata, mosca* y *gorrión*. Cada participante recibió un bloque con cuatro listas de palabras diferentes, una lista de cada una de las siguientes condiciones resultado del cruce factorial carga \times supresión: (1) baja supresión/baja carga; (2) baja supresión/alta carga; (3) alta supresión/baja carga; y (4) alta supresión/alta carga. Las diferentes listas se contrabalancearon a través de los participantes. Además, antes de comenzar el experimento, los participantes recibieron listas de prácticas para familiarizarse con la tarea.

Los participantes fueron instruidos para atender a las listas de palabras y, en caso de ser concretas, seleccionar aquellas de menor tamaño. Las listas de palabras se presentaban de forma auditiva mediante una grabación magnetofónica que presentaba las palabras con una separación de 1 s entre ellas. Los participantes fueron evaluados individualmente y daban sus respuestas verbalmente al final de cada lista mientras el experimentador registraba manualmente las respuestas. Para evitar efectos de recencia, al terminar el experimento los participantes realizaron una tarea distractora (contar de 100 hacia atrás durante 1 minuto) y, finalmente, de forma inesperada, se les pidió que recordasen todas las palabras presentadas (concretas y abstractas) en las cuatro listas del bloque experimental. Los participantes realizaban este test de

forma escrita y disponían de 5 minutos para completarlo. La duración total del experimento fue de aproximadamente 30 minutos.

Resultados

En la tabla 1 se presentan los resultados del recuerdo inmediato y demorado. El ANOVA $2 \times 2 \times 2$ realizado sobre las variables (amplitud \times carga \times supresión) mostró un efecto principal del grupo, $F(1, 30) = 8,11, p < 0,007, \eta_p^2 = 0,21$; los participantes de alta amplitud recordaron significativamente más palabras que los de baja. El efecto de carga en memoria también resultó significativo, $F(1, 30) = 4,16, p < 0,05, \eta_p^2 = 0,12$; de tal modo que el recuerdo fue peor en las listas de más carga que en aquellas de baja carga en memoria. Finalmente, no hubo efecto principal de la supresión ni de la interacción entre las variables consideradas (todas las $ps > 0,05$).

Por otro lado, los participantes de baja amplitud de memoria cometieron más número de intrusiones que el grupo de alta AM, $F(1, 30) = 6,55, p < 0,01, \eta_p^2 = 0,18$. Además, en las listas de alta carga se cometieron más errores que en las de baja AM, $F(1, 30) = 9,67, p < 0,004, \eta_p^2 = 0,24$. El efecto de la supresión también resultó significativo, $F(1, 30) = 12,03, p < 0,001, \eta_p^2 = 0,29$. Las listas con más palabras concretas irrelevantes se asociaron a una mayor cantidad de intrusiones frente a las listas de baja supresión. Además, el efecto de supresión se vio modulado por la AM de los participantes, $F(1, 30) = 3,87, p < 0,05, \eta_p^2 = 0,11$. De tal modo que mientras la necesidad de inhibir información no afectó al grupo de alta amplitud, $F(1, 15) = 1,85, p > 0,19, \eta_p^2 = 0,11$, este efecto fue significativo en el grupo de baja AM, $F(1, 15) = 10,63, p < 0,005, \eta_p^2 = 0,41$. Por otro lado, la interacción amplitud \times carga en memoria fue sólo marginalmente significativa, $F(1, 30) = 2,91, p > 0,09, \eta_p^2 = 0,09$. Análisis posteriores mostraron que las personas de alta capacidad no se vieron afectadas por la cantidad de palabras objetivo que debían recordar, $F(1, 15) = 1,37, p > 0,26, \eta_p^2 = 0,08$, mientras que el grupo de baja AM cometió significativamente más intrusiones en la condición de alta carga frente a la de baja, $F(1, 15) = 9,04, p < 0,008, \eta_p^2 = 0,38$. Finalmente, ninguna

otra interacción entre factores resultó estadísticamente significativa (todas las $ps > 0,05$).

Por último, realizamos análisis del test de recuerdo demorado. El porcentaje de ítems abstractos y concretos (relevantes e irrelevantes) recordados estuvo en función de la amplitud de memoria de los participantes, $F(1, 60) = 6,48, p < 0,003, \eta_p^2 = 0,18$. La diferencia entre palabras relevantes e irrelevantes recordadas fue significativa tanto en el grupo de alta como en el de baja amplitud ($ps < 0,004$); sin embargo, el grupo de alta recordó un 40% más de palabras relevantes vs. irrelevantes, mientras que el de baja recordó solamente un 18% más de palabras relevantes.

Discusión

Los resultados de este experimento muestran que la AM determina la ejecución en la tarea de control utilizada en este experimento. Por un lado, los resultados muestran que las personas de alta capacidad tratan de forma más eficiente los aspectos de inhibición implicados en la tarea de actualización. El análisis de intrusiones en el recuerdo inmediato señala que las personas de baja amplitud ven contaminado su recuerdo cuando se incrementa la necesidad de suprimir información irrelevante. Por el contrario, el recuerdo de palabras objetivo no se ve afectado por los requerimientos de supresión en personas de alta capacidad de memoria.

Por otro lado, las personas de mayor capacidad recuerdan más cantidad de palabras objetivo en el test inmediato. Estos datos entran en acuerdo con los hallados por Palladino et al. (2001, Experimento 3). Sin embargo, el recuerdo inmediato de nuestros participantes no se vio afectado por los requerimientos de supresión de la tarea, mientras que en Palladino et al., la cantidad de palabras recordadas estuvo en función del número de palabras concretas irrelevantes contenidas en las listas de aprendizaje. Es posible que la diferencia entre los estudios se deba a variaciones metodológicas: (a) los autores investigaron la relación entre procesos de control y comprensión lectora, en cambio, nosotros analizamos diferencias individuales en AM; (b) la versión de la tarea utilizada por nosotros fue más fácil. Por ejemplo, el porcentaje total de recuerdo en nuestro experimento fue del 90%, mientras que ellos obtuvieron un porcentaje del 78% (Experimento 4).

Experimento 2

En nuestro segundo experimento continuamos explorando la relación entre la capacidad de memoria operativa y los procesos de supresión en tareas ejecutivas utilizando la tarea de generación aleatoria de números (e.g., Baddeley et al., 1998, Experimento 1; Friedman y Miyake, 2004). En esta tarea los participantes deben producir de forma aleatoria números entre el 0 y el 9 cada vez que escuchan un tono que se presenta a intervalos constantes según una tasa determinada. Para investigar el efecto de las demandas de procesamiento al realizar la tarea utilizamos dos tasas de presentación. Según autores como Friedman y Miyake, la generación aleatoria de números requiere de procesos inhibitorios para, por un lado, evitar que en un ensayo n se emita la respuesta del ensayo previo ($n-1$) y, por otro, suprimir el uso de secuencias estereotipadas (e.g., decir sólo números pares). Si, como en el Experimento 1, la AM se relaciona con los procesos de control mediante la supresión de información, los participantes de alta amplitud deben ser más eficientes en los aspectos inhibitorios de la generación aleatoria.

Tabla 1 Experimento 1. Recuerdo inmediato y demorado						
Recuerdo inmediato						
	Alta AM		Baja AM			
	Recuerdo	Intrusiones	Recuerdo	Intrusiones		
Alta carga						
Alta Sup.	91 (13)	9 (20)	85 (17)	34 (30)		
Baja Sup.	91 (14)	9 (13)	84 (13)	12 (16)		
Baja Carga						
Alta Sup.	100 (0)	9 (20)	92 (15)	16 (24)		
Baja Sup.	93 (13)	0 (0)	87 (17)	1 (2)		
Recuerdo demorado						
Tipo de ítem	Alta AM			Baja AM		
	A	I	R	A	I	R
	13(7)	39(13)	79 (15)	14 (10)	41 (14)	59 (23)

Nota: Porcentaje de palabras recordadas y porcentaje de intrusiones (desviaciones estándar entre paréntesis). AM= Amplitud de memoria; Sup.= Supresión; A= Abstractas; I= Irrelevantes; R= Relevantes.

Método

Participantes

Treinta estudiantes de la Universidad de Granada, con características similares a los participantes del Experimento 1, fueron seleccionados tras realizar la tarea de Daneman y Carpenter (1980). Quince participantes obtuvieron una puntuación igual o superior a 3,5 ($M= 4,23$, $SD= 0,88$) y, siguiendo a Soriano et al. (2004), conformaron el grupo de alta AM. Los restantes 15, con una amplitud de memoria de 2,5 o inferior ($M= 2,03$, $SD= 0,13$), conformaron el grupo de baja AM.

Diseño

La manipulación por selección entre grupos de la amplitud de memoria (alta y baja) y de la tasa de presentación intrasujeto (rápida y lenta), resultó en un diseño 2×2 factorial mixto.

Materiales y procedimiento

Los participantes realizaron la tarea de forma individual. Sentados frente al ordenador, tenían que decir en voz alta un número entre cero y nueve cada vez que escuchaban un tono emitido por los altavoces conectados al ordenador. Las respuestas de cada participante fueron grabadas por el experimentador y posteriormente transcritas. La tasa de presentación de los tonos, controlada por el ordenador, era de 500 y 1.500 ms, según la condición de tasa rápida y lenta, respectivamente. En cada tasa se presentaron 130 tonos. El orden de las condiciones se balanceó entre los participantes. Antes de comenzar el experimento se explicó a cada participante el concepto de aleatoriedad (con reemplazamiento), como sigue: «En una bolsa hay bolas con los números del 0 al 9, sacas una bola, la lees en voz alta, la introduces de nuevo en la bolsa, remueves, y vuelves a sacar otra». Tras las instrucciones, antes de comenzar el experimento, los participantes recibieron 30 ensayos de práctica en cada tasa de presentación. La duración del experimento fue de aproximadamente 30 minutos.

Resultados

Se analizaron las secuencias de números de cada participante. Se eliminaron los dos primeros de cada serie porque suelen ser respuestas típicamente estereotipadas (Baddeley et al., 1998). Las respuestas válidas (números comprendidos entre 0 y 9) se analizaron utilizando el programa RgCalc (Towse y Neil, 1998). De entre los índices de aleatoriedad posibles, computamos inicialmente uno de los más clásicos, el RGN (Random Generation Number; Baddeley, 1986). Este índice describe la distribución de pares de respuestas ($x - y$), e indica la frecuencia con la que una respuesta x es seguida por otra y . El índice oscila entre 0 (perfecta igualdad en la distribución de frecuencia, es decir, máxima aleatoriedad) y 1 (pares totalmente predecibles). El ANOVA realizado sobre el índice RGN mostró un efecto principal de la AM de los participantes, y de la tasa de generación de los números ($ps < 0,002$). Además, como se observa en la figura 1, la interacción entre los factores fue significativa, $F(1, 28) = 4,38$, $p < 0,04$, $\eta_p^2 = 0,13$. No hubo diferencias según la AM en condiciones poco demandantes (tasa de generación lenta); sin embargo, cuando la tasa de generación fue rápida, los participantes de baja amplitud generaban secuencias de

pares más predecibles (menos aleatorias) que aquellos de alta amplitud, $F(1, 28) = 10,15$, $p < 0,003$, $\eta_p^2 = 0,27$.

Con el fin de estudiar la ejecución de los participantes en la tarea de generación centrándonos en los aspectos de inhibición, realizamos análisis adicionales utilizando como índices de aleatoriedad el TPI (Turning Point Index) y la Adyacencia (A) (Towse, 1998). El índice TPI refleja el momento en que, dentro de una secuencia de números, se produce un cambio en dirección opuesta (ascendente o descendente) a la previa. Por ejemplo, en la secuencia «3, 5, 7, 4, 2, 1», el TPI es el número 7. Valores bajos de TPI reflejan falta de aleatoriedad. Los ANOVAs realizados sobre los porcentajes de TPI mostraron marginalmente significativo el efecto de la AM, $F(1, 28) = 3,22$, $p < 0,08$, $\eta_p^2 = 0,10$. Los participantes de alta AM realizaban más cambios de orden ascendente/descendente (85%) que las personas de baja amplitud (79%). Además, en ambos grupos, la ejecución fue más aleatoria (más porcentaje de cambios TPI) en el caso de tasas de presentación lentas que rápidas, $F(1, 28) = 58,37$, $p < 0,001$, $\eta_p^2 = 0,67$. La interacción entre los factores no fue significativa, $p > 0,05$. El segundo índice de supresión utilizado fue la Adyacencia (A). Este índice refleja el porcentaje de pares de respuestas que son valores continuos en la línea de números ascendente (e.g., 1-2, 4-5), o descendente (e.g., 9-8, 6-5). Los valores de adyacencia se expresan en porcentajes donde valores altos indican mayor cantidad de respuestas estereotipadas. El ANOVA realizado sobre la A combinada (ascendente y descendente) mostró que el grupo de baja AM produjo más respuestas predecibles (37%) que personas de alta AM (32%), $F(1, 28) = 4,04$, $p < 0,05$, $\eta_p^2 = 0,13$. Además, de nuevo, la aleatoriedad se redujo en condiciones de presentación rápida, $F(1, 28) = 82,17$, $p < 0,001$, $\eta_p^2 = 0,74$. Los factores AM y tasa de presentación no interactuaron, $p > 0,05$.

Discusión

Los resultados muestran que personas de alta amplitud efectúan la tarea de forma más aleatoria en dos índices que reflejan la capacidad de inhibición. El TPI muestra la capacidad de suprimir reglas estereotipadas (e.g., tendencia a decir números en sentido ascendente), mientras que la adyacencia es un índice de la capacidad

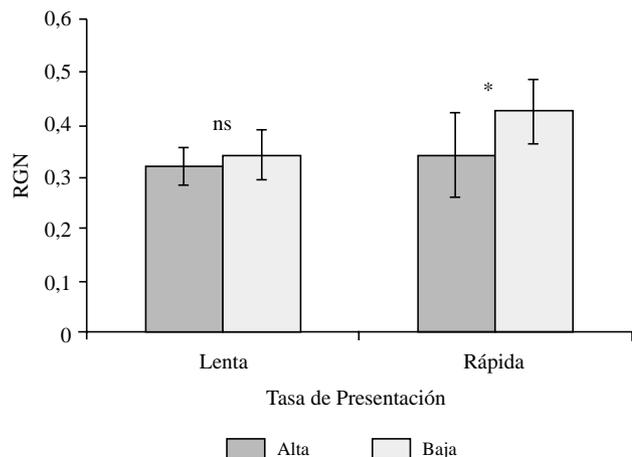


Figura 1. Medias y desviaciones típicas del Random Generation Number (RGN) obtenidas en el Experimento 2, en función de la tasa de presentación (lenta, rápida) y de la amplitud de memoria (alta, baja, en barras). A mayor RGN, menor aleatoriedad (ver texto); ns = $p > .05$, * $p < .003$

de inhibir la respuesta previa para evitar que la persona la repita o siga un orden por inercia en el ensayo siguiente. De forma adicional, en este experimento observamos de nuevo el efecto de la carga en memoria operativa en la realización de la tarea: el incremento en las demandas de procesamiento con tasas de presentación rápidas redujo la aleatoriedad en la generación de números.

Discusión general

Investigaciones previas han mostrado que las diferencias individuales en amplitud de memoria operativa se relacionan, por un lado, con la capacidad de inhibir información irrelevante (e.g., Engle et al., 1999), por otro, con los procesos de control (e.g., Friedman y Miyake, 2004). Sin embargo, la relación entre amplitud de memoria, inhibición y control ejecutivo es poco conocida por la falta de acuerdo en el concepto de inhibición (Harnishfeger, 1995) y por las múltiples tareas de control existentes (Collette y Van der Linden, 2002; para una revisión). En este estudio planteamos la posibilidad de que la relación entre la AM y las tareas de control estuviese mediada por el grado en que las personas de alta/baja AM son capaces de inhibir información irrelevante. Los resultados de este trabajo empírico apoyan esta idea. Primero, las personas de alta amplitud realizan mejor las tareas de control de actualización (mayor porcentaje de palabras correctamente recordadas) y generación aleatoria (mayor aleatoriedad). Segundo, personas de alta amplitud son más eficientes en el componente inhibitorio de las dos tareas de control examinadas, la actualización (menor número de intrusiones) y la generación aleatoria (secuencias menos esteotipadas).

Por otro lado, los resultados de este estudio sugieren que, además del componente inhibitorio, la relación entre la AM y los procesos de control está determinada por la capacidad de procesamiento. Así, en situaciones de más carga en memoria operativa el

recuerdo de palabras objetivo fue peor y la cantidad de errores de intrusión mayor que en situaciones de baja demanda (Experimento 1). Del mismo modo, en condiciones altamente demandantes por la tasa de generación rápida se redujo la naturaleza aleatoria de las respuestas en la tarea de generación (Experimento 2). Además, las demandas de procesamiento al realizar tareas de control parece ser independiente del componente inhibitorio. De hecho, aunque las demandas de supresión y las de almacenamiento se relacionaron con las intrusiones en el recuerdo inmediato de palabras clave (Experimento 1), estos factores no interactuaron entre sí (ver Palladino et al., 2001, para un patrón semejante). Aunque ambos aspectos, inhibición y recursos disponibles en las tareas de control son disociables, es posible que tengan un sustrato cerebral común. Collette y Van der Linden (2002), en la revisión efectuada, demuestran que las tareas de control y los procesos inhibitorios se vinculan con regiones principalmente prefrontales, aun eliminando los factores de carga en memoria operativa que también activan esta región cortical. Además, como demuestran Mecklinger, Weber, Gunter y Engle (2003), las diferencias individuales en AM pueden modular el grado de activación de la corteza prefrontal de tal modo que personas de alta amplitud muestran una mayor actividad en esta zona y resisten eficientemente la interferencia en tareas de reconocimiento.

En conclusión, nuestros datos muestran que las diferencias individuales en AM se relacionan con la realización de tareas ejecutivas, mediante, al menos, dos aspectos: los recursos de procesamiento disponibles y la capacidad de inhibir información irrelevante.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido subvencionada por el Ministerio de Educación y Ciencia (beca postdoctoral EX2003-1137 a Pedro Macizo y proyecto de investigación BS02002-00159 a Teresa Bajo).

Referencias

- Baddeley, A. D. (Ed.). (1986). *Working memory*. Nueva York: Oxford University Press.
- Baddeley, A. (2002). Fractionating the central executive. En D. Stuss y R. T. Knight (eds.): *Principles of frontal lobe function* (pp. 246-260). Nueva York: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D., Emslie, H., Kolodny, J. y Duncan, J. (1998). Random generation and the executive control of working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 51A, 819-852.
- Bowles, R. P. y Salthouse, T. A. (2003). Assessing the age-related effects of proactive interference on working memory tasks using the Rasch model. *Psychology & Aging*, 18, 608-615.
- Chiappe, P., Siegel, L. S. y Hasher, L. (2002). Working memory, inhibition and reading skill. *Advances in Psychology Research*, 9, 30-51.
- Collette, F. y Van der Linden, M. (2002). Brain imaging of the central executive component of working memory. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 26, 105-125.
- Daneman, M. y Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-466.
- Engle, R. W., Kane, M. J. y Tuholski, S. W. (1999). Individual differences in working memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence and functions of the prefrontal cortex. En A. Miyake y P. Sha (eds.): *Models of working memory: mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 102-134). Nueva York: Cambridge University Press.
- Friedman, N. P. y Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions: a latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133, 101-135.
- 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. 176-199). San Diego, CA: Academic Press.
- Long, D. L. y Prat, C. S. (2002). Working memory and Stroop interference: an individual differences investigation. *Memory and Cognition*, 30, 294-301.
- Mecklinger, A., Weber, K., Gunter, T. C. y Engle, R. W. (2003). Dissociable brain mechanisms for inhibitory control: effects of interference content and working memory capacity. *Cognitive Brain Research*, 18, 26-38.
- Palladino, P., Cornoldi, C., De Beni, R. y Pazzaglia, F. (2001). Working memory and updating processes in reading comprehension. *Memory & Cognition*, 29, 344-354.
- Soriano, M. F., Macizo, P. y Bajo, M. T. (2004). Diferencias individuales en tareas de interferencia episódica y semántica. *Psicothema*, 16, 187-193.
- Towser, J. N. (1998). On random generation and the central executive of working memory. *British Journal of Psychology*, 89, 77-101.
- Towser, J. N. y Neil, D. (1998). Analyzing human random generation behavior: a review of methods used and a computer program for describing performance. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 30, 583-591.
- Whitney, P., Arnett, P. A. y Driver, A. (2001). Measuring central executive functioning: what's in a reading Span? *Brain and Cognition*, 45, 1-14.