

Memoria operativa y procesos de integración en la comprensión de textos*

Manuel Gutiérrez Calvo
M^a Dolores Castillo
Orlando Espino
Universidad de La Laguna

Se examina el efecto de la capacidad de la memoria operativa sobre los procesos de integración de información en la lectura de textos. Sujetos con diferente capacidad de memoria operativa leyeron textos bajo tres condiciones: (a) retrocesos posibles y tiempo libre de lectura, (b) tiempo libre (pero no retrocesos), y (c) presentación prefijada (tiempo fijo y no retrocesos). Se midieron dos tipos de retrocesos durante la lectura: intra-frase e inter-frases; y se presentaron dos tipos de preguntas de comprensión: detalle e integración. Los resultados indicaron que: (a) los lectores con menor capacidad hicieron más retrocesos que los de mayor capacidad, especialmente inter-frases; pero (b) los primeros tuvieron peor comprensión y eficiencia que los segundos en todas las condiciones de lectura y en ambos tipos de preguntas. El dato relativo a los retrocesos hace suponer que los lectores con menor capacidad recurren a los retrocesos como una estrategia auxiliar para llevar a cabo los procesos de integración, a fin de compensar sus propias deficiencias en capacidad. En contraste, los datos relativos a la comprensión sugieren que el uso extraordinario de retrocesos y el tiempo de lectura adicional en las personas con menor capacidad cumplen una función metacognitiva más que cognitiva, ya que no son eficaces para compensar esas deficiencias. Además, las limitaciones en capacidad de la memoria operativa afectan negativamente a la comprensión lectora de modo general, no específicamente a los procesos de integración.

Palabras clave: Memoria operativa, procesos de integración, lectura, retrocesos lectores.

* Esta investigación fue financiada por la Dirección General de Investigación Científica y Técnica, del Ministerio de Educación y Ciencia, P.I. nº PS 94-0079. Estamos agradecidos a Manuel González Mauricio por la elaboración del programa informático empleado para presentar los textos y registrar las respuestas del experimento referido en este artículo, y a Alejandro Jiménez Sosa, por su responsabilidad en la recogida de los datos.
Dirección de los autores: Departamento de Psicología Cognitiva, Campus de Guajara. 38205 Tenerife.

The aim was to examine the influence of working memory capacity on the integration of information across sentences during reading. Subjects high or low in reading span read texts under three conditions: (a) reading regressions and self-paced reading allowed, (b) self-paced reading (no regressions), and (c) fixed-pace reading (no regressions or self-paced reading). Two kinds of regressive fixations – between- and within-sentence – were measured; and two types of comprehension questions – detail and integration – were used. The results indicated that (a) high-span subjects made more regressive movements, especially between-sentence regressions, than low-anxiety subjects; but (b) comprehension performance and efficiency were lower for low-span than for high-span readers, with both integration and detail questions, under all three reading conditions. The findings on regressive movements are consistent with the idea that subjects low in working memory capacity resort to reading regressions as an auxiliary strategy to carry out integration processes, in order to compensate for their capacity limitations. In contrast, the data concerning comprehension suggest that the frequent use of regressive fixations and reading time by readers low in working memory capacity is not a real compensatory mechanism for comprehension, but has a metacognitive function which provides reassurance. Deficits in working memory capacity constrain reading comprehension in general, but not specifically integration processes.

Key words: Working Memory, Reading Span, Reading Comprehension, Regressive Fixations.

Memoria operativa y procesos de integración en la comprensión de textos

La memoria operativa es un mecanismo de capacidad limitada implicado en el procesamiento y retención temporal de información simultáneamente, como paso previo a la representación de ésta en la memoria a largo plazo (Baddeley, 1986; Ericsson y Kintsch, 1995; Just y Carpenter, 1992). Existen, básicamente, dos concepciones sobre este mecanismo cognitivo. Según el modelo de Baddeley (1986), la memoria operativa se compone de tres subsistemas: el ejecutivo central, el bucle articulario y el almacén visoespacial. Estos dos últimos cumplen funciones especializadas de representación y almacenamiento de información lingüística o visual y espacial, respectivamente; el ejecutivo central proporciona los recursos generales para llevar a cabo y coordinar las actividades tanto de procesamiento como de almacenamiento de la información. De acuerdo con el modelo de Just y Carpenter (1992), la memoria operativa es un mecanismo unitario de recursos compartidos de almacenamiento y procesamiento, que se correspondería con el ejecutivo central del modelo anterior. La noción de memoria operativa como coordinadora de funciones de almacén y computación es, pues, común a ambas concepciones. En este sentido, la capacidad de este mecanismo, tal como en el presente estudio va a ser examinada, sería la cantidad máxima de activación disponible para soportar las dos funciones (Just y Carpenter, 1992, p. 123). En definitiva, la memoria operativa sirve para retener en activo los productos de las operaciones cognitivas sobre estímulos previos mientras se

llevan a cabo las operaciones cognitivas sobre los estímulos que aparecen posteriormente. Permite, de este modo, relacionar informaciones temporalmente separadas.

Dada la linealidad del lenguaje, sea escrito o hablado, su procesamiento requiere que se almacenen temporalmente los productos de las operaciones previas mientras el lector/oyente integra la información del flujo de palabras sucesivas en el texto/discurso. Esta característica hace suponer que la memoria operativa desempeña una función esencial en la comprensión de textos (Gutiérrez Calvo, 1992). Efectivamente, varias investigaciones han proporcionado confirmación de que las diferencias individuales en capacidad de memoria operativa correlacionan positivamente con diversos indicadores de comprensión, tanto de información explícita como inferencial (v.g., Baddeley, Loggie, Nimmo-Smith y Brereton, 1985; Masson y Miller, 1983).

La comprensión del lenguaje presenta, no obstante, diversos niveles de análisis (Gutiérrez Calvo y Carreiras, 1993; de Vega, Carreiras, Gutiérrez Calvo, y Alonso, 1990). Uno de ellos incluye los procesos de integración. Precisamente, la integración de información de frases sucesivas del texto en una representación coherente es la característica central de la comprensión de textos (Ericsson y Kintsch, 1995; Carpenter, Miyake y Just, 1995; véase libro de Lorch y O'Brien, 1995). Los estudios mencionados en el párrafo precedente no distinguen cuál es el tipo de proceso afectado, o si lo son todos de modo general. El objetivo del presente estudio es averiguar si la memoria operativa impone constricciones sobre los procesos de integración de información procedente de distintas partes del texto.

Existen algunas evidencias favorables al respecto. Daneman y Carpenter (1980) encontraron una relación positiva entre la capacidad de la memoria operativa de los lectores y la distancia del texto a lo largo de la cual éstos podían identificar un antecedente para un pronombre. Cuando el antecedente y el pronombre aparecían en la misma frase, no había diferencias en comprensión entre sujetos con distinta capacidad de memoria operativa; en cambio, conforme aumentaba el número de frases intermedias, los sujetos con más capacidad identificaban el referente mejor que los de menor capacidad. Yuill, Oakhill y Parkin (1989), con niños como sujetos, presentaban auditivamente textos en los que había una información anómala (v.g., que un adulto reprendiese a un niño por compartir dulces con su hermano) y una información resolutoria de la inconsistencia (v.g., que el hermano estuviese a dieta por problemas de salud). La información resolutoria podía aparecer junto a la anómala, o separada por dos frases (intermedias). Para resolver la inconsistencia los niños debían relacionar ambas informaciones. Los de menor capacidad resolvieron la anomalía igual que los de mayor capacidad cuando las dos informaciones estaban adyacentes, pero peor que éstos cuando aparecían separadas. En el estudio de Whitney, Ritchie y Clark (1991) los sujetos leían textos en los que había referentes y acciones ambiguas (v.g., «cosas», «hacer», etc.). A los sujetos se les pedía que fueran indicando en voz alta, mientras leían, las interpretaciones que daban a esos elementos ambiguos, y la relación que tenía lo que estaban leyendo con partes previas del texto o con lo que se predecía que ocurriera después. Los sujetos con baja capacidad, o bien parecían aferrarse a una interpretación global al principio del texto y tra-

taban de mantenerla a lo largo de todo el texto, o bien cambiaban constantemente de interpretación; en cambio, los lectores con más capacidad mantenían sus interpretaciones más abiertas a lo largo del texto, esperaban a obtener más información, y no asignaban una interpretación definitiva hasta la parte final del texto. Finalmente, Singer, Andrusiak, Reisdorf y Black (1992) presentaban textos en los cuales era necesario hacer inferencias conectivas para integrar los contenidos de dos frases. Por ejemplo, después de leer la secuencia «El espía lanzó rápidamente su informe al fuego. Las pavesas se elevaron por la chimenea», se hacía una pregunta inferencial a los sujetos que conectase ambas frases (v.g., ¿«El informe desprendió pavesas»?). Las dos frases críticas podían aparecer consecutivas o separadas por varias frases. Los sujetos con diferente capacidad realizaron inferencias conectivas correctas de modo similar en la condición consecutiva, pero los de mayor capacidad superaron a los de menor capacidad en la condición separada.

Los estudios previos proporcionan importantes indicios de la implicación de la memoria operativa en los procesos de integración en la lectura y comprensión de textos. Ahora bien, tales estudios presentan algunas limitaciones. La mayor parte de esos indicios son indirectos, obtenidos a través de medidas de memoria posteriores a la propia fase de comprensión (Daneman y Carpenter, 1980; Singer *et al.*, 1992; Yuill *et al.*, 1989). Se utilizan preguntas para averiguar si la representación formada a partir de la lectura de los textos ofrece pruebas de la acción de procesos de integración. Aun cuando los datos indican la existencia de una representación más integrada en los sujetos con mayor capacidad de memoria operativa que en los de menor capacidad, no se puede demostrar que tal integración sea el fruto exclusivo de procesos ocurridos durante la lectura y comprensión del texto. En parte, el efecto encontrado pudiera ser efecto de procesos que tienen lugar *durante* la recuperación de la representación, a instancias de las preguntas que tienen lugar en esta fase.

En contraste, en dos de los estudios previos (Singer *et al.*, 1992; Whitney *et al.*, 1991) sí se utilizaron medidas de los procesos de integración durante la propia fase de lectura y comprensión. Estas medidas, supuestamente, deberían reflejar de modo más directo los procesos de comprensión en curso. No obstante, existen también algunas limitaciones. Por un lado, en el estudio de Singer *et al.* (1992) se medía el tiempo de lectura de la segunda frase crítica (v.g., «Las pavesas se elevaron por la chimenea»), en la cual deberían actuar los procesos de integración (para relacionarla con la primera frase crítica, e inferir que las pavesas correspondían al «informe tirado al fuego –y quemado– por el espía»). Teóricamente, el tiempo de lectura de la segunda frase debería verse incrementado en los sujetos que más probablemente hacen la inferencia conectiva –los de mayor capacidad de memoria operativa–, pero los resultados no mostraron ningún efecto. Por tanto, no hay evidencias de ocurrencia de los procesos de integración en curso durante la lectura. Por otro lado, en el estudio de Whitney *et al.* (1991) las medidas de los hipotéticos procesos de integración se obtenían por informes verbales de los sujetos en la tarea de «pensar en voz alta». El problema en este caso reside en que tales informes reflejan la selección voluntaria por parte de los sujetos de los contenidos de los que se hacen conscientes durante la lectura. En

este sentido, sólo se manifiesta lo que accede a la conciencia del lector, y, de ello, lo que éste decide elegir. Por tanto, esta medida en curso de las operaciones de integración resulta mediatizada por fenómenos estratégicos, y no es una medida directa de tales operaciones.

El presente estudio propone la investigación de los procesos de integración con un planteamiento convergente. Se precisa medir tales procesos en curso (*on-line*) durante la lectura, y, además, sus efectos sobre la representación del texto. La convergencia de ambos tipos de medidas permitirá comprobar la solidez y extensión de la hipótesis de la influencia de la capacidad de la memoria operativa sobre los procesos de integración: si la hipótesis se confirma en el ámbito representacional, a lo que son favorables la mayoría de los estudios, y si se cumple también en el aspecto puramente procesual, para lo cual apenas existen indicios. Esencialmente, el método utilizado en el presente estudio tiene las siguientes características. Primero, la capacidad de la memoria operativa de los sujetos se determina mediante la prueba de amplitud de lectura (*reading span*; Daneman y Carpenter, 1980; Just y Carpenter, 1992). En segundo lugar, los sujetos seleccionados por su baja o elevada capacidad de memoria operativa leen textos presentados de tres modos diferentes. En una modalidad, los sujetos se auto-presentan el texto con tiempo libre de lectura y posibilidad de retroceder a partes previas del texto, sea dentro de la misma frase o de frases diferentes. En otra, los sujetos se auto-presentan el texto con tiempo libre de lectura, pero no pueden retroceder. En la tercera modalidad, los textos se presentan automáticamente a un ritmo predeterminado, con lo cual los sujetos no disponen de tiempo libre ni pueden retroceder. En los tres casos los textos aparecen en exposiciones consecutivas de 3 a 10 palabras cada una, no de modo completo el texto; sólo una de las exposiciones puede ser vista en un determinado momento. En la primera modalidad se mide el número de retrocesos que los lectores hacen a partes previas del texto (intra o inter-frase) y el tiempo de lectura empleado. En la segunda, se mide el tiempo de lectura. En la tercera, obviamente, no se registran retrocesos ni tiempo. En los tres casos, después de haber terminado la fase de lectura, se mide la comprensión mediante preguntas relativas a informaciones de detalle contenidas en una frase en particular del texto, o a informaciones que aparecen separadas en varias frases entre las cuales es preciso establecer relación o integración.

La hipótesis de procesamiento —procesos de integración *durante* la lectura— se someterá a prueba registrando los *retrocesos* hacia partes previas del texto. Se asume que los retrocesos son una estrategia auxiliar de los procesos de integración: el lector vuelve para establecer o confirmar la relación de algo anterior con lo que está leyendo en un momento dado. Más aún, distinguiendo entre retrocesos dentro de la misma frase y retrocesos hacia frases diferentes se puede conocer si las operaciones de integración afectan a la coherencia local o a la global, respectivamente. Si es cierta la hipótesis de implicación de la memoria operativa en los procesos de integración, cabe hacer las siguientes predicciones: 1) Los lectores con menos capacidad de memoria harán más retrocesos que los de mayor capacidad, a fin de compensar sus propias limitaciones; 2) más aún, la diferencia entre ambos grupos de sujetos será mayor en los retrocesos hacia frases distintas (inter-frases) que dentro de la misma frase (intra-frase), ya que la inte-

gración inter-frases implica retener mayor cantidad de información en la memoria operativa; 3) cuando no sea posible hacer retrocesos, pero se disponga de tiempo libre, los lectores con menos capacidad leerán más lentamente que los de mayor capacidad, empleando así el tiempo como un sustituto de los retrocesos.

La hipótesis representacional –efectos de los procesos de integración en la representación del texto posterior a la lectura– se someterá a prueba examinando la *comprensión* del texto mediante preguntas de detalle y preguntas de integración sobre el texto leído. Si es correcta la hipótesis de implicación de la memoria operativa en los procesos de integración, cabe hacer las siguientes predicciones: 1) Los lectores con menor capacidad de memoria tendrán menos rendimiento en las preguntas de integración que los de mayor capacidad de memoria, pero no habrá diferencias entre ellos en las preguntas de detalle, ya que en las segundas no será necesario relacionar informaciones de frases diferentes, sino simplemente haber comprendido la información contenida en frases individuales (y, por tanto, las demandas de capacidad serán menores); 2) más aún, el inferior rendimiento en las preguntas de integración por parte de los sujetos con menor capacidad de memoria se observará en la condición de presentación del texto de modo prefijado: si los lectores utilizan los retrocesos como estrategia compensatoria de sus propias limitaciones en capacidad, y el tiempo de lectura como sustituto de los retrocesos, entonces la comprensión sufrirá especialmente cuando retrocesos y/o tiempo no sean posibles.

ESTUDIO AUXILIAR

El objetivo de este estudio es medir la capacidad de la memoria operativa de los sujetos, a fin de elegir los de mayor y menor puntuación. La prueba de capacidad de memoria que va a ser utilizada ha sido desarrollada dentro del modelo teórico de Just y Carpenter (1992). En consecuencia, esta prueba medirá la cantidad de recursos o activación disponibles para coordinar simultáneamente funciones de almacenamiento y procesamiento (en correspondencia el ejecutivo central del modelo de Baddeley, 1986).

Método

Sujetos. Participaron 196 estudiantes universitarios de segundo curso de psicología. Esta participación se valoraba como actividad práctica puntuable en una de las asignaturas.

Prueba de capacidad de memoria operativa. Se utilizó una versión de la tarea de amplitud de lectura (*reading span test*) diseñada por Daneman y Carpenter (1980; Just y Carpenter, 1992), adaptada para ser presentada a través de ordenador (Gutiérrez Calvo y Jiménez, 1994). La tarea consiste, esencialmente, en leer series de frases crecientes en número, decidir si son verdaderas o falsas, y mantener el recuerdo de la última palabra de cada una hasta el final de la serie.

Las series variaban de 2 a 5 frases (de 13 a 16 palabras cada una). Inicialmente, se presentaban las series de 2 frases y progresivamente se iban introduciendo las series de 3, 4 y 5 frases. Todos los sujetos recibían cinco grupos de series de cada nivel (2, 3, 4, o 5 frases por serie). Por tanto, había un total de 70 frases experimentales. Cada frase, dentro de cada serie, aparecía por separado en la pantalla. Las frases trataban acerca de hechos generalmente conocidos o fácilmente deducibles por personas con un nivel cultural medio (por ej., «Uno de los descubrimientos más relevantes de la Edad Media fue la energía atómica»). Tales frases podían ser verdaderas (50%) o falsas (50%).

Los sujetos se autoadministraban cada frase apretando una tecla —espaciador—; por tanto, cada uno decidía el ritmo de presentación de las frases. Cuando aparecía la frase, el sujeto tenía que leerla, decidir si era verdadera o falsa, presionando sobre una de dos teclas (V o F), y retener la última palabra en su memoria. Al apretar la V o la F aparecía la frase siguiente, y se requería el mismo procedimiento de lectura, decisión y retención. Al finalizar todas las frases de una serie, se pedía al sujeto que escribiera las palabras últimas de cada una de las frases de esa serie en una hoja adjunta, tras lo cual se continuaba con la presentación de las frases de la siguiente serie.

En esta tarea están implicadas, presumiblemente, las dos funciones que simultáneamente ha de realizar la memoria operativa. Por un lado, la prueba de decisión sobre la verdad o falsedad de los enunciados en cada frase aseguraba la ejecución de procesos de *comprensión* por parte de los sujetos durante la lectura. Por otro, el recuerdo de las palabras últimas indicaría en qué medida los sujetos disponían de capacidad de *almacenamiento temporal* de información previa mientras comprendían las frases siguientes. Cuanto mayor número de palabras pudieran recordar mientras mantenían una comprensión adecuada de las frases, tanto mayor sería su capacidad de memoria operativa disponible.

El sistema de puntuación fue el habitualmente empleado en otras investigaciones (v.g., MacDonald, Just y Carpenter, 1992). Si un sujeto recordaba las palabras últimas de frase correspondientes a tres o más de las cinco series de un nivel (por ejemplo, de dos frases) entonces obtenía la puntuación correspondiente a ese nivel (v.g., 2 puntos), y se computaba su puntuación en el nivel siguiente (v.g., series de tres frases). Si recordaba las palabras últimas de dos series de ese nivel, se le asignaba la puntuación obtenida en el nivel anterior más 0.5 puntos (v.g., si alguien recordaba las palabras del nivel de dos frases, pero dos solamente del de tres frases por serie, obtenía un 2.5), y no se computaba el posible recuerdo en las series del nivel siguiente. Y si no recordaba ninguna o sólo una serie de un determinado nivel, se le asignaba la puntuación obtenida en el nivel precedente. Para poder puntuar en una serie se requería haber respondido correctamente en la prueba de verificación de las frases de esa serie.

Resultados y Discusión

De los 196 participantes, 8 fueron excluidos por no cumplir algún requisito. Para los restantes, los estadísticos descriptivos de las puntuaciones en am-

plitud de lectura fueron los siguientes: (a) puntuaciones mínima y máxima: 1 y 5; (b) media: 2.63; (c) error estándar: .066; (d) desviación típica: .91.

Fueron seleccionados los 36 sujetos con las puntuaciones más bajas y los 36 con las más elevadas, quienes constituirían la muestra experimental. En la Tabla 1 se incluye la distribución de las puntuaciones directas y los estadísticos descriptivos correspondientes a los dos grupos seleccionados. Un contraste t de Student (2 colas) para muestras independientes confirmó la existencia de diferencias significativas entre ambos grupos, $t(70)=23.96$, $p<.0001$.

TABLA 1. PUNTUACIONES DIRECTAS, NÚMERO Y PORCENTAJE DE SUJETOS Y ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS EN EL GRUPO DE CAPACIDAD DE MEMORIA OPERATIVA BAJA Y EL DE MEMORIA OPERATIVA ELEVADA

MEMORIA OPERATIVA					
Capacidad baja			Capacidad elevada		
Puntuaciones	N	%	Puntuaciones	N	%
1	3	8.3	3.5	11	30.6
1.5	10	27.8	4.0	17	47.2
2	23	63.9	4.5	5	13.9
			5.0	3	8.3
Media	1.78		Media	4.01	
Error estándar	.054		Error estándar	.075	
Desviación típica	.33		Desviación típica	.33	

El rango, puntuación media y distribución son similares a las de otras investigaciones (v.g., Daneman y Carpenter, 1980; Gutiérrez Calvo y Jiménez, 1994), y las diferencias entre los grupos seleccionados por su baja o por su elevada amplitud de lectura son significativas. Ello nos permite inferir que tales grupos difieren en capacidad de memoria operativa. En consecuencia, procede examinar si estas diferencias pueden dar cuenta de la probabilidad de uso o la eficiencia de los procesos de integración en la lectura de textos.

EXPERIMENTO

El objetivo es determinar en qué medida los procesos de integración en la lectura y comprensión de textos dependen de la capacidad de la memoria operativa.

Método

Sujetos. Participaron 36 sujetos con baja y 36 con elevada capacidad de memoria operativa, de acuerdo con la selección realizada en el estudio auxiliar.

Materiales. Todos los sujetos leyeron tres textos elegidos de la revista de divulgación científica *Investigación y Ciencia*. Los títulos (y número de publicación) de los artículos fueron «Respuesta celular al estrés» (nº 202, 1993), «El autismo» (nº 203, 1993), y «Dieta y evolución en los primates» (nº 205, 1993). Los textos originales fueron ligeramente modificados y algunos párrafos eliminados. El número de palabras de las versiones utilizadas de estos textos fue de 824, 883 y 900, respectivamente. Todos los textos eran expositivos y sus contenidos específicos eran desconocidos por los sujetos.

Aparatos y modo de presentación de los textos. Los textos fueron presentados en una pantalla de ordenador. El texto no se presentaba completo de una vez, sino que aparecía segmentado en partes o exposiciones que oscilaban de 3 a 10 palabras cada una. Cada exposición correspondía a una cláusula u oración, con sujeto, verbo y predicado o complemento. Sólo una exposición (v.g., una oración) era visible en cada momento. Cuando la exposición siguiente aparecía en la pantalla, la anterior desaparecía. Todos los sujetos leyeron los tres textos consecutivamente, con un intervalo al final de cada texto durante el cual se presentaba una prueba de reconocimiento sobre los contenidos de dicho texto. Los textos fueron presentados con tres procedimientos diferentes para cada sujeto.

a) En la condición de lectura con *Retrocesos + Tiempo Libre* los sujetos se auto-presentaban el texto, decidiendo cuándo aparecía la exposición siguiente y cuándo volver hacia partes previas del texto, sirviéndose de una u otra de dos teclas. Cada vez que el sujeto presionaba la tecla denominada ADELANTE, aparecía la exposición siguiente; cada vez que apretaba la tecla ATRÁS, la exposición precedente aparecía de nuevo.

b) En la condición de lectura con *Tiempo Libre* (sin posibilidad de retrocesos), sólo se podían hacer movimientos hacia adelante. Al igual que en la condición anterior, no obstante, cada exposición permanecía en la pantalla hasta que el sujeto decidía avanzar a la siguiente.

c) En la condición de lectura con *Tiempo (y dirección) Prefijado* (no se disponía de tiempo libre ni había posibilidad de retrocesos) los textos aparecían (exposición-a-exposición) de acuerdo con un programa temporal prefijado, por lo que el tiempo de presentación era idéntico para todos los sujetos). Éste se ajustaba a los siguientes parámetros: (1) 225 milisegundos de presentación por palabra, más (2) 20 msecs. por letra, (3) 100 msecs. por coma, 150 por punto, dos puntos, y punto y coma, más (4) un intervalo «en blanco» (sin texto en pantalla) de 500 msecs. después de punto y seguido, y (5) un intervalo en blanco de 1.500 msecs. al final de cada párrafo. Los criterios para establecer estos tiempos de presentación y de intervalo se basaron en estudios previos con la técnica de *ventana móvil* (v.g., de Vega et al., 1990). Un grupo de sujetos (diferentes de los participantes en el experimento) leyeron los textos palabra-a-palabra con la técnica de *ventana móvil* (auto-presentación hacia adelante con tiempo libre). Se registraron los tiempos de lectura de cada palabra en función de diversas variables psicolingüísticas (v.g., longitud de la palabra, frecuencia léxica, posición en la frase, etc.). Para la condición de Tiempo Prefijado del presente experimento se hizo una estimación basada en los tiempos obtenidos con la técnica de *ventana móvil*, de los cuales se restó aproximadamente el 20% del tiempo. De este modo,

la velocidad de presentación de esta condición fue un 20% más rápida que la lectura con tiempo libre palabra-a-palabra. (El tiempo real de lectura en la condición de Tiempo Prefijado fue un 25% menor que en la de Tiempo Libre; véase Tabla 3).

Diseño. Se utilizó un diseño factorial de 2 (capacidad de la memoria operativa: baja vs. elevada) x 3 (modo de presentación de los textos: retrocesos vs. tiempo libre vs. prefijada) x 2 (tipo de preguntas: detalle vs. integración), siendo el primer factor inter-grupo y los restantes intra-grupo. El orden y modo de presentación de los textos fueron contrabalanceados, con un total de 9 combinaciones diferentes. El orden de las preguntas de comprensión sobre cada texto fue determinado aleatoriamente para cada sujeto.

Medidas. Se registraron tres tipos de medidas: retrocesos (sólo en la condición de Retrocesos), tiempo de lectura, y comprensión. Además, se computó una medida de *eficiencia*, a partir de la combinación de las dos últimas, ajustando la eficacia en comprensión al tiempo de lectura empleado (comprensión dividido entre tiempo de lectura). Esta medida presumiblemente refleja la cantidad de recursos de procesamiento empleada para obtener un determinado nivel de comprensión (Eysenck y Gutiérrez Calvo, 1992).

a) La frecuencia de movimientos de *retroceso* durante la lectura de los textos fue recogida mediante un procedimiento diseñado por Goldman y Saul (1990) y adaptado por Gutiérrez Calvo, Eysenck, Ramos y Jiménez (1994). Había dos indicadores de regresiones visuales durante la lectura: los retrocesos intra-frase ocurrían entre partes de la misma frase, mientras que los retrocesos inter-frase tenían lugar entre frases diferentes. En ambos casos, sólo fueron tenidos en cuenta los retrocesos que iban seguidos de al menos 1 segundo de permanencia de la exposición que aparecía en pantalla. Las exposiciones que aparecían durante menos de 1 segundo eran consideradas simplemente como «puentes» hacia otras, no indicando relecturas propiamente dichas.

b) Se registró el *tiempo de lectura* para cada frase, y fue transformado en una puntuación de tiempo *promedio por palabra* para cada texto y sujeto.

c) La *comprensión* de los textos fue en función de las puntuaciones en una prueba de reconocimiento, con 20 ítems por texto, presentado al final de la lectura del texto correspondiente. Las preguntas eran de dos tipos (véase Daneman y Newson, 1992): 10 de detalle, las cuales hacían referencia al conocimiento de informaciones singulares o específicas, cada una de las cuales había sido mencionada completamente en una frase individual del texto; y 10 preguntas de integración, que aludían al conocimiento de relaciones entre informaciones mencionadas parcialmente en dos o más frases diferentes del texto. La respuesta a las preguntas de detalle requería que el sujeto hubiera aprendido información explícita en frases individuales; en contraste, las preguntas de integración requerían haber comprendido las relaciones entre frases diferentes. En el primer caso no se necesitaban procesos de integración de textos propiamente dichos, ya que la información estaría contenida en una sola frase; en cambio, en el segundo, para poder establecer relación entre informaciones de frases diferentes, los lectores tendrían que mantener activa la información de una frase previa mientras se procesaba la nueva frase. En la prueba de reconocimiento, cuando el sujeto presionaba la barra espaciadora,

aparecía una pregunta en la pantalla del ordenador, y permanecía hasta que el sujeto respondía SÍ («verdadero»), NO («falso»), o ¿? («no sé»), apretando una de tres teclas. A continuación aparecía la siguiente pregunta. La mitad de las preguntas de cada tipo eran verdaderas y la otra mitad falsas.

Resultados

Retrocesos durante la lectura. Se llevó a cabo un ANOVA de 2 (capacidad de memoria operativa) x 2 (tipo de retroceso: intra- vs. inter-frases) sobre la frecuencia de retrocesos por texto. Aparecieron efectos significativos de la capacidad de memoria, $F(1,70)=9.18$, $p<.01$, del tipo de retroceso, $F(1,70)=18.07$, $p<.001$, y de la interacción, $F(1,70)=4.93$, $p<.05$, indicando que los sujetos con inferior capacidad hicieron más retrocesos que los de capacidad superior, siendo la diferencia proporcionalmente mayor en los inter-frases, $F(1,70)=11.97$, $p<.001$, que en los intra-frase, $F(1,70)=7.60$, $p<.01$, y que éstos fueron más frecuentes que los inter-frase (véase Tabla 2).

TABLA 2. NÚMERO PROMEDIO DE RETROCESOS INTRA-FRASE E INTER-FRASE POR TEXTO, EN FUNCIÓN DE LA CAPACIDAD DE MEMORIA OPERATIVA. (DENTRO DEL PARÉNTESIS SE INDICA EL PORCENTAJE DE FIJACIONES QUE CONSTITUYERON RETROCESOS SOBRE EL TOTAL DE EXPOSICIONES LEÍDAS)

CAPACIDAD DE MEMORIA OPERATIVA		
Tipo de retrocesos	Baja	Elevada
Intra-frase	28.80 (18.9%)	9.83 (6.4%)
Inter-frase	12.00 (7.9%)	4.25 (2.8%)
Total	40.80 (26.8%)	14.08 (9.2%)

Tiempo de lectura por palabra. En un ANOVA de 2 (capacidad de memoria operativa) x 3 (modo de presentación de los textos) sobre los tiempos de lectura emergieron efectos significativos de la capacidad de memoria, $F(1,70) = 7.57$, $p<.01$, el modo de presentación, $F(2,140) = 51.71$, $p<.0001$, y de la interacción, $F(2,140) = 9.56$, $p<.0001$. Los efectos principales evidenciaron que los sujetos con menor capacidad leyeron más lentamente que los de mayor capacidad. No obstante, según contrastes *a posteriori* (prueba *t* de Newman-Keuls para descomponer la interacción), estas diferencias fueron significativas ($p<.01$) sólo en la condición con retrocesos, pero no en las otras dos; asimismo, las diferencias fueron significativas entre los tres modos de presentación de los textos ($p<.01$) (véase Tabla 3).

TABLA 3. TIEMPOS PROMEDIO DE LECTURA POR PALABRA (EN MILLISEGUNDOS), EN FUNCIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA MEMORIA OPERATIVA Y DEL MODO DE PRESENTACIÓN DE LOS TEXTOS

CAPACIDAD DE MEMORIA OPERATIVA		
<i>Modo de presentación de textos</i>	<i>Baja</i>	<i>Elevada</i>
Retrocesos permitidos	1.062	770
Tiempo libre (no retrocesos)	772	718
Presentación prefijada	554	554

Comprensión. Las puntuaciones en comprensión fueron analizadas mediante un ANOVA de 2 (capacidad de memoria operativa) x 3 (modo de presentación de los textos) x 2 (tipo de preguntas). Este análisis se llevó a cabo tanto sobre el número absoluto de respuestas correctas, como sobre las puntuaciones obtenidas por la fórmula *Número de Respuestas Correctas - (Número de Errores/2)*, a fin de corregir los posibles aciertos por azar (véase Crocker y Algina, 1986). Los resultados fueron esencialmente idénticos en ambos análisis, por lo que sólo se referirán los correspondientes a las respuestas correctas (véanse puntuaciones en Tabla 4). El ANOVA reveló efectos principales de la capacidad de memoria, $F(1,70) = 9.34, p < .01$, del modo de presentación, $F(2,140) = 3.59, p < .05$, y del tipo de preguntas, $F(1,70) = 24.98, p < .0001$, pero ninguna de las interacciones fue significativa. Los efectos mencionados indican que los sujetos con baja capacidad tuvieron peor comprensión que los de capacidad elevada en las tres condiciones de lectura y en los dos tipos de preguntas, que las modalidades de lectura con retrocesos ($p < .05$, *t* de Newman-Keuls) y con tiempo libre ($p < .05$) depararon mejor comprensión que la de tiempo predeterminado —no existiendo diferencias significativas entre las dos primeras—, y que el rendimiento en las preguntas de detalle fue superior al de las de integración.

TABLA 4. NÚMERO PROMEDIO DE RESPUESTAS CORRECTAS (SOBRE 10), EN FUNCIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA MEMORIA OPERATIVA, LA MODALIDAD DE PRESENTACIÓN DE LOS TEXTOS Y EL TIPO DE PREGUNTAS

CAPACIDAD DE MEMORIA OPERATIVA				
<i>Modo de presentación de los textos</i>	<i>Baja Preguntas</i>		<i>Elevada Preguntas</i>	
	<i>Detalle</i>	<i>Integración</i>	<i>Detalle</i>	<i>Integración</i>
Retrocesos	6.9	6.7	8.0	7.2
Tiempo libre	7.0	6.6	7.8	7.0
Prefijada	6.5	5.9	7.3	6.9

Eficiencia. Un ANOVA de 2 (capacidad de memoria operativa) x 3 (modo de presentación de los textos) x 2 (tipo de preguntas) fue aplicado a las puntuacio-

nes de eficiencia (comprensión/tiempo de lectura; véanse puntuaciones en Tabla 5). Aparecieron efectos de la capacidad de memoria, $F(1,70) = 19.28$, $p < .0001$, del modo de presentación de los textos, $F(2,140) = 20.97$, $p < .0001$, y del tipo de preguntas, $F(1,70) = 23.59$, $p < .0001$. Según ellos, la eficiencia fue inferior en los sujetos con menor capacidad que en los de más capacidad, en la condición de lectura con retrocesos ($p < .01$, t de Newman-Keuls) y en la de tiempo libre ($p < .01$) que en la de tiempo prefijado, y en las preguntas de integración que en las de detalle.

TABLA 5. PUNTUACIONES PROMEDIO EN EFICIENCIA (RESPUESTAS CORRECTAS / TIEMPO DE LECTURA POR PALABRA) X 100), EN FUNCIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA MEMORIA OPERATIVA, LA MODALIDAD DE PRESENTACIÓN DE LOS TEXTOS Y EL TIPO DE PREGUNTAS

Modo de presentación de los textos	CAPACIDAD DE MEMORIA OPERATIVA			
	Baja Preguntas		Elevada Preguntas	
	Detalle	Integración	Detalle	Integración
Retrocesos	.73	.72	1.15	1.03
Tiempo libre	.93	.87	1.20	1.08
Prefijada	1.18	1.06	1.32	1.24

Discusión

Resumiendo los resultados: (a) los lectores con menor capacidad de memoria operativa hicieron retrocesos con más frecuencia que los de mayor capacidad, especialmente entre frases; (b) cuando no era posible hacer retrocesos, los sujetos con menor capacidad leyeron los textos más lentamente que los de mayor capacidad; (c) los sujetos con menor capacidad tuvieron peor rendimiento en comprensión y menos eficiencia que los de mayor capacidad en todas las condiciones de lectura, y en ambos tipos de preguntas; y (d) independientemente de la capacidad de memoria operativa, las condiciones de lectura con retrocesos y con tiempo libre facilitaron la comprensión (respecto a la de tiempo prefijado), y ésta fue menor en las preguntas de integración que en las de detalle.

La diferente utilización de retrocesos durante la lectura en función de la capacidad de memoria operativa de los sujetos es consistente con los modelos que atribuyen a ésta una contribución significativa en los procesos de integración (Gathercole y Baddeley, 1993; Ericsson y Kintsch, 1995). Esta afirmación se basa en el supuesto de que los retrocesos sirven para integrar diferentes partes del texto. Presumiblemente, los retrocesos serían una estrategia auxiliar para la memoria operativa: cuando la capacidad de ésta no permite mantener activa información previa necesaria para llevar a cabo su integración con información actual, se recurre a los retrocesos. En este sentido, los retrocesos actuarían como mecanismo compensatorio de la insuficiente capacidad de memoria operativa. Más aún, los retrocesos

inter-frases conllevan mayor cantidad de información y distancia que los intra-frase (es decir, dos frases diferentes contienen más información que una frase, y se tarda más tiempo desde el principio de una frase hasta el fin de otra que de una parte a otra de la misma frase). Por tanto, los lectores con menor capacidad parecen necesitar los retrocesos como estrategia auxiliar especialmente cuando mayor cantidad de información, y más distante, debe ser relacionada o integrada. La anterior argumentación lleva a concluir que los lectores con menor capacidad de memoria tienen problemas en los procesos de integración, que estas dificultades son debidas precisamente a sus deficiencias en capacidad de memoria operativa, y que los retrocesos son utilizados como estrategia compensatoria.

Además, la relación negativa observada entre retrocesos y capacidad de memoria operativa es favorable a la hipótesis según la cual las limitaciones en capacidad afectan a los procesos de integración *en curso*, es decir, durante la propia comprensión de los textos. Esto contrasta con la hipótesis de que la relación observada entre capacidad y procesos de integración utilizando medidas de memoria obedezca a un efecto posterior a la propia fase de lectura y comprensión. La hipótesis de la responsabilidad de la capacidad de la memoria operativa sobre los procesos de integración en curso es consistente con los resultados de Whitney *et al.* (1991), quienes midieron las verbalizaciones de los lectores durante la lectura (véase Introducción). Ahora bien, nuestros datos proporcionan una medida más objetiva de los procesos de integración en curso que los informes verbales de estos autores. En cambio, estos datos contrastan con los de Singer *et al.* (1992), quienes no encontraron relación entre la capacidad de memoria operativa de los sujetos y el tiempo de lectura, una medida de procesamiento en curso. Más específicamente, los sujetos tenían que leer dos frases, en la segunda de las cuales se requería una inferencia conectiva, que integrase su información con la primera frase (véase Introducción). Pues bien, los sujetos con mayor capacidad de memoria no tardaban más tiempo en leer la frase (segunda), en la cual se requería hacer procesos de integración, que los de menor capacidad (siendo así que los primeros hacían la inferencia más probablemente que los segundos, según indicaba una prueba de memoria posterior a la lectura). No obstante, esta ausencia de efecto en tiempo de lectura puede ser reinterpretada, y no suponer un dato contrario a la hipótesis que aquí estamos manteniendo. Así, la mayor capacidad podría permitir a los sujetos hacer la inferencia con mayor eficiencia, y, por tanto, no requerir un tiempo adicional de lectura.

Sin embargo, en contraste con lo anterior, la medida de comprensión proporciona evidencias contrarias a la hipótesis que atribuye un efecto específico de la memoria operativa sobre los procesos de integración. Tanto con posibilidad de retrocesos, o tiempo libre de lectura, como sin ellos, los sujetos con menor capacidad alcanzaron menor comprensión que los de mayor capacidad; y este efecto se produjo tanto en las preguntas destinadas a medir integración de información como en las referidas a detalles individuales. Además, dicho efecto se acentuó en la medida de eficiencia. Por tanto, lo que cabe inferir es que la memoria operativa está implicada de un modo general en la comprensión de textos, y no de un modo especial en los procesos de integración. Esta conclusión no es consistente con los hallazgos de Daneman y Carpenter (1980), Singer *et al.*

(1992), Yuill *et al.* (1989). En los tres casos, manipulando la distancia (número de frases intermedias) entre dos frases a integrar, se obtenía una relación positiva entre capacidad de memoria operativa y comprensión cuando la distancia aumentaba, pero ausencia de relación cuando las dos frases eran consecutivas. Podría pensarse que, en nuestro estudio, la relación positiva general (no especial en las condiciones asociadas a los procesos de integración: condición sin retrocesos ni tiempo libre de lectura, y preguntas de integración) de la capacidad de la memoria operativa con la comprensión se debe a una manipulación inadecuada de las condiciones de lectura o a falta de sensibilidad en las medidas de comprensión. Sin embargo, el hecho de que se produjeran efectos principales significativos tanto del modo de presentación de los textos como del tipo de preguntas es contrario a esta interpretación. Por tanto, se mantiene la incertidumbre acerca de estas inconsistencias entre nuestro estudio y los anteriores. Es posible que se deban a diferencias metodológicas, como el hecho de utilizar textos naturales en nuestro caso, frente a textos manipulados experimentalmente, en el de ellos —con más opciones de manipular la carga sobre la memoria operativa para llevar a cabo la integración de información—. Pero también es posible que las deficiencias en memoria operativa afecten de modo negativo general a diversos procesos implicados en la comprensión, lo cual sería consistente con los datos de otros estudios (*v.g.*, Masson y Miller, 1983; Baddeley *et al.*, 1985).

En cualquier caso, la menor comprensión y eficiencia general en los sujetos con menor capacidad de memoria operativa implica que los retrocesos extraordinarios (y el tiempo de lectura adicional) no eran especialmente necesarios o útiles como estrategia eficaz auxiliar de los procesos de integración en dichos sujetos. Si así hubiera sido, se habría producido una interacción entre capacidad de memoria y modo de presentación del texto: o bien los lectores con inferior capacidad habrían logrado similar comprensión a los de superior capacidad en la condición de lectura con retrocesos, o bien los primeros habrían mejorado su comprensión más que los segundos en la condición con retrocesos respecto a las otras. Por consiguiente, la función que el mayor número de retrocesos (y tiempo adicional) cumple en los sujetos con baja capacidad de memoria operativa parece ser más bien meta-cognitiva que cognitiva propiamente dicha (Britton y Glynn, 1987): estas personas los utilizarían como un control, para cerciorarse de que han comprendido adecuadamente las frases que han leído, más que para comprenderlas significativamente mejor. Según la hipótesis de la falta de confianza (*v.g.*, McNally y Kohlbeck, 1993), percibiendo sus propias limitaciones en capacidad, estas personas leerían con especial cautela, tratando de asegurar la comprensión de lo que leen, sea volviendo a leerlo, sea leyéndolo más lentamente. Sin embargo, esa asignación extra de recursos de procesamiento sería insuficiente para compensar sus propias limitaciones cognitivas. Esto no implica que los retrocesos o el tiempo adicional de lectura no cumplan una función auxiliar eficaz en la comprensión lectora. El efecto principal del modo de presentación de los textos indica que facilitan la comprensión de modo general en todos los sujetos. Más bien, lo que los datos sugieren es que estos recursos auxiliares no cumplen una función facilitadora especial en los lectores con baja capacidad de memoria operativa.

REFERENCIAS

- Baddeley, A. (1986). *Working memory*. London: Oxford University Press.
- Baddeley, A., Logie, R., Nimmo-Smith, I. & Brereton, N. (1985). Components of fluent reading. *Journal of Memory and Language*, 24, 119-131.
- Britton, B.K. & Glynn, S.M. (1987). *Executive control processes in reading*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Carpenter, P.A., Miyake, A. & Just, M.A. (1995). Language comprehension: Sentence and discourse processing. *Annual Review of Psychology*, 46, 91-120.
- Crocker, L. & Algina, J. (1986). *Introduction to classical and modern test theory*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Daneman, M. & Carpenter, P.A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-466.
- Daneman, M. & Newson, M. (1992). Assessing the importance of subvocalization during normal silent reading. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 4, 55-77.
- Ericsson, K.A. & Kintsch, W. (1995). Long-term working memory. *Psychological Review*, 102, 211-245.
- Eysenck, M.W. & Gutiérrez Calvo, M. (1992). Anxiety and performance: The processing efficiency theory. *Cognition and Emotion*, 6, 409-434.
- Gathercole, S.E. y Baddeley, A. (1993). *Working memory and language*. Hove, UK: Erlbaum.
- Goldman, S.R. & Saul, E.U. (1990). Applications for tracking reading behavior on the Macintosh. *Behavior Research Methods, Instruments and Computers*, 22, 526-532.
- Gutiérrez Calvo, M. (1992). Comprensión y memoria de textos. En J. Mayor y M. de Vega (Eds.), *Memoria y representación* (pp. 147-196). Madrid: Alhambra-Longman.
- Gutiérrez Calvo, M. & Carreiras, M. (1993). Selective influence of test anxiety on reading processes. *British Journal of Psychology*, 84, 375-388.
- Gutiérrez Calvo, M. & Castillo, M.D. (1995). Phonological coding in reading comprehension: The importance of individual differences. *European Journal of Cognitive Psychology*, 7, 365-382.
- Gutiérrez Calvo, M., Eysenck, M.W., Ramos, P., & Jiménez, A. (1994). Compensatory reading strategies in test anxiety. *Anxiety, Stress, and Coping*, 7, 99-116.
- Gutiérrez Calvo, M. y Jiménez, A. (1994). Deficit básico versus reducción temporal en la memoria operativa en función de la ansiedad y el estrés. *Estudios de Psicología*, 51, 71-80.
- Just, M.A. & Carpenter, P.A. (1992). A capacity theory of comprehension. *Psychological Review*, 99, 122-149.
- Lorch, R.F. & O'Brien, E.J. (1995). *Sources of coherence in reading*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- MacDonald, M.C., Just, M.A., & Carpenter, P.A. (1992). Working memory constraints on the processing of syntactic ambiguity. *Cognitive Psychology*, 24, 56-98.
- Masson, M.E.J. & Miller, J.A. (1983). Working memory and individual differences in comprehension and memory of text. *Journal of Educational Psychology*, 75, 314-318.
- McNally, R.J. & Kholbeck, P.A. (1993). Reality monitoring in obsessive-compulsive disorder. *Behaviour Research and Therapy*, 31, 249-253.
- Singer, M., Andrusiak, P., Reisdorf, P., & Black, N.L. (1992). Individual differences in bridging inference processes. *Memory and Cognition*, 20, 539-548.
- Vega, M. de, Carreiras, M., Gutiérrez Calvo, M., y Alonso, M. (1990). *Lectura y comprensión. Una perspectiva cognitiva*. Madrid: Alianza.
- Whitney, P., Ritchie, B.G., & Clark, M.B. (1991). Working memory capacity and the use of elaborative inferences in text comprehension. *Discourse Processes*, 14, 133-145.
- Yuill, N., Oakhill, J. & Parkin, A. (1989). Working memory, comprehension ability and resolution of text anomaly. *British Journal of Psychology*, 80, 351-361.