

MEMORIA OPERATIVA Y COMPRESIÓN LECTORA: ALGUNAS CUESTIONES BÁSICAS

WORKING MEMORY AND READING COMPREHENSION: SOME BASIC QUESTIONS

FRANCISCO GUTIÉRREZ*, JUAN A. GARCÍA MADRUGA*, ROSA ELOSÚA*,
JUAN LUIS LUQUE**, MILAGROS GÁRATE***

*Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid, **Universidad de Málaga,
***Universidad de Cantabria

Recibido 09-09-01

Aceptado 03-11-01

Resumen

En este trabajo revisamos algunas de las principales cuestiones teóricas que se han planteado en torno al constructo de «memoria operativa» (MO) y a su reconocido papel en la cognición. En este sentido, nos centramos particularmente en la investigación sobre las habilidades de comprensión lectora, donde la MO se viene estudiado como posible fuente de diferencias individuales. Concretamente, nos referimos a tres puntos de especial interés: la existencia de diferencias evolutivas en la MO y su influencia en las diferencias en comprensión lectora; la importancia de la doble función de procesamiento y almacenamiento que usualmente se le atribuye y su papel en las habilidades de comprensión; y, finalmente, la especificidad o generalidad de la MO implicada en la comprensión. En relación con estas cuestiones, repasamos la evidencia empírica disponible, haciendo especial referencia a los resultados obtenidos en nuestros estudios evolutivos, en los que utilizamos diversas medidas de comprensión y memoria operativa.

Palabras clave: memoria operativa, comprensión lectora, desarrollo cognitivo.

Abstract

In this paper, some of the main theoretical issues of the “working memory” construct and its role in cognition are reviewed. We focus on the research on reading comprehension abilities, in which working memory (WM) has been studied as a possible source of individual differences. Particularly, we will refer to three points of special interest: the existence of developmental differences in the WM and its influence on reading comprehension differences; the importance of the double-sided working memory function of processing and storage and its role in comprehension abilities; and finally, the issue of the specificity versus generality of WM involved in comprehension. As far as these matters are concerned, we have analyzed the empirical evidence available, making a special remark on the results obtained in our developmental studies, in which we use several comprehension and working memory measures.

Key Words: working memory, reading comprehension, cognitive development.

Introducción

La noción de «memoria operativa» (en adelante, MO) tiene ya una larga historia en la que, si bien teóricamente se ha ido elaborando de muy distintos modos, siempre se le ha reconocido un papel central en el funcionamiento cognitivo humano (véase Logie, 1996, para una detallada revisión histórica del constructo). La tradicional referencia a un simple espacio de «almacenamiento a corto plazo» –en contraposición a la memoria de carácter más permanente o «a largo plazo»–, fue progresivamente sustituyéndose por la idea de un mecanismo más «activo», una «memoria de trabajo» (*working memory*) que se encargaría del control y el almacenamiento temporal de la información mientras está siendo procesada en el contexto de cualquier tarea cognitiva (Atkinson y Shiffrin, 1968, 1971). Posteriormente, esta concepción genérica de la MO se elaboraría según distintas tradiciones y objetivos; por ejemplo, cabe mencionar las propuestas que se hicieron en el marco de la amplia investigación llevada a cabo sobre las formas en que se representa el conocimiento en la memoria y que, en el incipiente desarrollo de la Psicología Cognitiva –en los años 70 y 80 del pasado siglo–, tomaron dos derroteros principales: el de los «sistemas de producción» (Newell y Simon, 1972; Newell, 1973; Rumelhart y Norman, 1983) y el de las «redes semánticas» o «asociativas» (Quillian, 1968; Collins and Loftus, 1975; Anderson, 1983; Anderson y Bower, 1973; Lindsay y Norman, 1972). Aquí, sin embargo, nos interesa más otra de las tradiciones de mayor influencia en torno al papel de la MO en la cognición que, si bien no está desligada de la anterior, se ha centrado de manera más específica en los mecanismos propios de la MO como tal y en relación con un objetivo característico: el estudio del origen de las diferencias individuales en tareas cognitivas complejas, tales como el razonamiento o la lectura (en Richardsdon, Engle, Hasher, Logie, Stoltfus y Zacks, 1996, puede verse una amplia revisión a cargo de los principales teóricos del área).

En este marco, la concepción genérica de la MO, entendida como un mecanismo unitario de almacenamiento temporal, se iría abandonando al incorporarse dentro de modelos más

complejos que involucran la actuación de múltiples componentes y que enfatizan su papel activo y funcional en torno al procesamiento de la información relevante para tareas y metas específicas. A este respecto, no ha de olvidarse la influencia del clásico trabajo de Craik y Lockhart (1972) reivindicando el papel de los «niveles de procesamiento» en el recuerdo, frente a una tradición centrada en los aspectos estructurales del sistema; pero en esta línea, sin duda hay que destacar el trabajo pionero de Baddeley y Hitch (1974), en el que ofrecen un primer modelo de MO entendida y analizada ya explícitamente en términos funcionales: se concibe como un sistema encargado de *mantener* y *manipular* la información que se va necesitando en la realización de tareas cognitivas complejas, tales como el aprendizaje, el razonamiento o la comprensión. En otras palabras, la idea de un dispositivo simple de almacenamiento a corto plazo, se sustituye por la noción de un sistema complejo –compuesto por diversos subsistemas– y de carácter multifuncional: no sólo atiende las demandas de almacenamiento sino que también interviene de manera fundamental en el control y el procesamiento activos de la información (Baddeley, 1986).

A partir de este tipo de concepción, la MO se ha convertido en un componente central en la mayoría de los modelos sobre el funcionamiento cognitivo, tanto en relación con las habilidades de pensamiento en general como en referencia a tareas específicas. Sin embargo, pese este claro consenso sobre su importancia en la cognición, también es preciso destacar el gran desacuerdo reinante en cuanto a la mejor manera de conceptualizarlo (véase p. ej., Richardson, 1996, para una revisión de los principales puntos de vista). A este respecto, quizá el supuesto que ha encontrado mayor aceptación es el que define la MO como un sistema con *capacidad limitada* que debe, por tanto, distribuir sus recursos para la doble función –de procesamiento y de almacenamiento– que se le atribuye y que debe realizar de manera simultánea. De hecho, ha sido justamente en relación con esta supuesta limitación en los recursos disponibles y la consecuente necesidad de compartirlos y gestionarlos adecuadamente, como la MO se ha venido estudiando como posible factor determinante de las diferencias individuales en las prin-

cipales habilidades cognitivas. Pero quizá haya sido en el campo de la *comprensión del discurso* donde este papel se ha puesto de manifiesto de forma más clara (Daneman y Carpenter, 1980; Cantor y Engle, 1993; Ehrlich, Brébiön y Tardieu, 1994; Engle, Cantor y Carullo, 1992; Just y Carpenter, 1992).

La comprensión, como enseguida veremos, supone la construcción de una representación del significado global del discurso, lo que parece depender de un proceso relativamente complejo y de carácter interactivo, en el que el individuo pone en juego distintos tipos de conocimientos. En consecuencia, se ha interpretado como un proceso cognitivamente demandante que, presumiblemente, debe comprometer los limitados recursos de almacenamiento y de procesamiento de la MO. Bajo esta idea de base, no es extraño que las teorías sobre la comprensión del discurso hayan apelado invariablemente a la MO para dar cuenta de las implicaciones de la memoria en el procesamiento del lenguaje. Así, Just y Carpenter (1987), la conciben como un espacio donde se depositan los resultados del procesamiento, mientras que van Dijk y Kintsch (1983) la incorporan en su modelo de procesamiento estratégico del discurso. Baddeley, por su parte, otorga un papel fundamental a la memoria operativa en la cognición humana y, en particular, en la comprensión del lenguaje oral y escrito, resaltando su presencia en los componentes fonológicos de la comprensión (véase Gathercole, 1999; Gathercole y Baddeley, 1993; Ribaupierre y Hitch, 1994). Incluso desde la teoría de las «Gramáticas de los Cuentos» (*Story Grammars*), autores como Stein y Glenn (1982), Stein y Nezworsky (1978) y Mandler (1978), interpretan el rendimiento de los niños en la comprensión de cuentos en referencia a las funciones de la MO. En todos estos casos se sugiere que la comprensión exige un espacio común de trabajo –es decir, una MO– donde se vayan depositando los resultados parciales y totales del procesamiento, y donde se coordinen las restricciones simultáneas que los diferentes procesos imponen a la información compartida.

Pese a esta generalizada aceptación de la importancia de la MO en la comprensión, aun no se han clarificado las complejas relaciones que se les atribuyen; todavía no existe gran

acuerdo sobre la naturaleza –general o específica– de este sistema y tampoco se ha dado aún una respuesta concluyente a las múltiples cuestiones que se plantean en torno a su origen y desarrollo evolutivo. En este contexto, el presente trabajo pretende abordar algunos de los aspectos que entendemos más destacables en torno a los problemas señalados; en concreto, nos referiremos a tres puntos que parecen centrales: la existencia de *diferencias evolutivas* –tanto cuantitativas como cualitativas– en el funcionamiento de la MO y su influencia en las diferencias encontradas en la comprensión lectora; la importancia de la *doble función de procesamiento y almacenamiento* –como componentes distintos aunque estrechamente relacionados– atribuida a la MO y, en relación con ello, la cuestión relativa a la fuente de sus limitaciones: *capacidad* o *eficiencia* de los procesos–; y finalmente, la *especificidad* o *generalidad* de la memoria operativa implicada en la comprensión del lenguaje. En relación con estos aspectos, iremos presentando la evidencia empírica disponible, haciendo especial referencia a los resultados obtenidos en nuestros propios estudios evolutivos (véase, García Madruga, Gárate, Elosúa, Luque y Gutiérrez, 1997; García Madruga, Elosúa, Gutiérrez, Luque y Gárate, 1999), en el los que analizamos, –para dos diferentes niveles escolares (7.º EGB y 2.º BUP)–, la ejecución de los sujetos en diversas tareas de memoria operativa, comprensión y recuerdo. En concreto, utilizamos tres *tareas de MO* –con diferentes cargas en los componentes de almacenamiento y procesamiento–, una *tarea de comprensión e inferencia* –en la que se tuvieron en cuenta los tiempos de lectura y las latencias de respuesta–, dos tareas de *construcción de la macroestructura* –que implicaban la aplicación de diversas macrorreglas– y una *tarea de recuerdo libre* (véase en el Cuadro 1 una breve descripción de estas tareas, que ayudará a comprender algunos de los resultados que comentaremos en los puntos que siguen. Para una descripción precisa de todas ellas –en cuanto a su contenido, y procedimiento y criterios de puntuación– el lector interesado puede consultar Elosúa, Gutiérrez, García Madruga, Luque y Gárate, 1996; Elosúa, García Madruga, Gutiérrez, Luque y Gárate, 1997; García Madruga y cols., 1997).

Desarrollo cognitivo y MO: capacidad o eficiencia en los procesos

Como hemos señalado, el modelo de MO inicialmente propuesto por Baddeley y Hitch (1974) constituye un primer intento por elaborar teóricamente la idea original de Atkinson y Shiffrin (1968) sobre el papel activo de la memoria a corto plazo (MCP) en el funcionamiento cognitivo general. El objetivo era poder integrar de una manera más consistente los distintos resultados experimentales que se habían obtenido hasta el momento –p. ej., en relación con los distintos déficits observados en la memoria a corto y a largo plazo (véase Vallar y Shallice, 1990)–, aunando las diferentes funciones que se habían atribuido a la MCP. Así, según esta propuesta, desarrollada en trabajos posteriores (véase Baddeley, 1986, 1992; Baddeley y Hitch, 2000), la MO comprendería al menos un sistema tripartito, con un «lazo fonológico» (*phonological loop*), un «registro viso-espacial» (*visuo-spatial sketchpad*) y un «ejecutivo central» (*central executive*). Los dos primeros subsistemas serían «subsidiarios» o «esclavos» (*slave systems*) y estarían especializados en el mantenimiento y manejo de la información verbal y viso-espacial respectivamente; mientras que el ejecutivo central sería el subsistema encargado de controlar y coordinar el funcionamiento de los dos anteriores (véase Figura 1) a través de una capacidad atencional de amplitud limitada.

Aunque los detalles de este modelo no se admiten de forma generalizada, sí se ha produ-

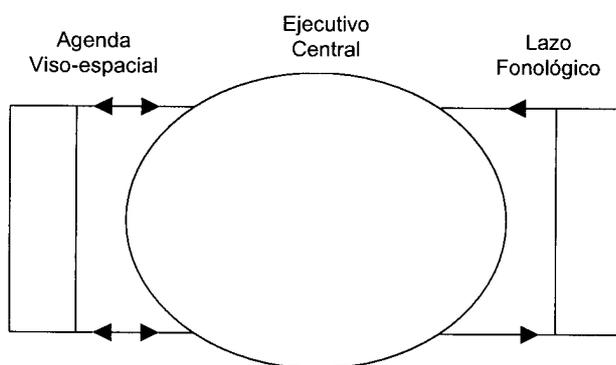


Figura 1. Una representación simplificada del modelo de MO de Baddeley y Hitch (1974)

cido una creciente aceptación de la utilidad de este tipo de propuesta que combina distintos componentes especializados en el manejo de información de naturaleza específica con un control ejecutivo central y en el que se destaca su capacidad limitada como principal fuente de restricciones en la ejecución (Miyake y Shah, 1999). De hecho, desde la perspectiva evolutiva, la idea de una limitación atencional y de memoria en el sistema de procesamiento es antigua, habiéndose considerado por diversos teóricos como un factor mediador importante en el desarrollo de otras funciones cognitivas. Así, nociones aparentemente diversas como la «amplitud atencional» de Baldwin (1894), el «campo de centración» de Piaget (1926) o el «espacio mental» de Pascual-Leone (1970), se refieren, sin embargo, a un mismo tipo de constructo: una capacidad limitada de carácter estructural, determinada en mayor o menor medida por factores biológicos y que, consiguientemente, crecería con la edad a medida que madura el cerebro de los niños, permitiéndoles el afrontamiento de tareas cada vez más demandantes (Engle, Cantor y Carullo, 1992).

Este tipo de planteamiento ha tenido sin duda una gran influencia en la psicología del desarrollo, si bien cobraría un especial relieve a partir de las propuestas del neo-piagetiano Robbie Case (1974, 1985; Case, Kurland y Goldberg, 1982) en las que esa formulación inicial se matiza y se elabora de una manera novedosa. Según este autor, lo que aumenta con la edad no es la *capacidad* «total» de almacenamiento –que permanecería relativamente constante desde la infancia– sino *la eficacia* con que el sujeto es capaz de realizar las operaciones específicas implicadas en la realización de las tareas; lo que se traduciría en una creciente liberación de recursos que podrían, por tanto, ser dedicados a las funciones de almacenamiento. Desde esta interpretación, el desarrollo que muestran los niños en la amplitud de memoria a corto-plazo sería sólo aparente, ya que es la manera en que se refleja el creciente espacio residual disponible para el almacenamiento ante el decreciente consumo de las operaciones requeridas en la tarea; en otras palabras, el aumento en la capacidad de la MO sería sólo la manifestación de esta transacción o relación de intercambio (*trade-off*) entre las funciones de almacenamiento y

procesamiento. Este nuevo planteamiento ha encontrado apoyo en otros estudios (véase p. ej., Brown, Bransford, Ferrara y Campione, 1983; Carey, 1985; Klahr, 1980; Morris, Craik y Gick, 1990; Zachs y Hasher, 1988) en los que se pone de manifiesto que la diferencia fundamental entre niños y adultos estriba en que éstos sencillamente realizan las tareas de forma más eficaz y estratégica, sin que haya que postular grandes diferencias en sus capacidades generales de almacenamiento. En la medida en que la tarea requiera la utilización de procesos de mayor complejidad, que exigen una actuación más estratégica por parte del sujeto, habrá más diferencias con la edad. En otras palabras, los cambios en la memoria operativa serían de carácter funcional –más que estructural– en relación con los procesos implicados en las tareas y sólo consistirían en un progresivo aumento de la eficacia en el uso de unos recursos limitados, pero relativamente constantes.

En realidad, este tipo de relación simple entre almacenamiento y procesamiento estaba ya en la base del primer modelo de Baddeley y Hitch (1974). Ciertamente, el «ejecutivo central» fue definido inicialmente por estos autores como un espacio computacional flexible de capacidad limitada, cuya actuación implicaba el procesamiento de la información de entrada y el almacenamiento de sus resultados. Consecuentemente, ya se asumía que cuantos más recursos fueran dedicados al procesamiento, menos capacidad quedaría disponible para el almacenamiento. Como ya vimos, sin embargo, los desarrollos posteriores adoptaron una interpretación más compleja que incluía la intervención de otros dos sistemas subsidiarios –fonológico y viso-espacial– (Baddeley, 1986, 1990) a los que, además, recientemente se ha añadido un tercero: el «reten episódico» (*episodic buffer*; Baddeley, en prensa; cit. en Baddeley y Hitch, 2000). Teniendo esto en cuenta, el modelo de Case sí contrasta claramente con el de Baddeley (un sistema con diversos componentes) en cuanto que enfatiza una visión unitaria de los recursos de la memoria operativa. Y es que, aunque posiblemente el «ejecutivo central» puede considerarse similar a la noción de «espacio total de procesamiento», no resulta idéntico, dado que funciona asistido por los otros dos subsistemas. Aunque Case (1985) reconoció que

las operaciones en diferentes modalidades (sea la verbal sea la visual) tienen diferentes propiedades, su marco teórico permaneció centrado en la dinámica de ese procesador central y no hizo referencia directa a los subsistemas específicos. Así, tal y como sugieren Hitch y Towse (1995), el modelo de Case puede considerarse simplemente como una versión más general del modelo de Baddeley. Ciertamente, en ambos casos el factor crucial del desarrollo es el incremento de la eficacia en los procesos de control y sus favorables consecuencias para el almacenamiento; de manera que, en última instancia, ambos describen un mismo proceso de desarrollo cognitivo de carácter eminentemente funcional, aunque con un lenguaje distinto y conceptos de diferente nivel de concreción.

Lo cierto, en todo caso, es que ese énfasis en lo funcional y en la relación de competencia –entre el almacenamiento y el procesamiento– por el uso de unos recursos limitados, ha sido reconocida y aceptada por diversos teóricos (véase p. ej., Engle, Cantor y Carullo, 1992; Just y Carpenter, 1992); y desde el punto de vista evolutivo, se ha afianzado la idea de que las diferencias tienen que ver con la creciente habilidad para retener información mientras simultáneamente se llevan a cabo las operaciones de procesamiento necesarias (Salthouse, 1996; Salthouse y Babcock, 1991; Siegel, 1994, Swanson, 1996, 1999; Verhaeghen y Salthouse, 1997). Sin embargo, la forma en que estas ideas se han incorporado a los modelos ha sido muy distinta, especialmente en relación con el aspecto que se reconoce como origen o fuente de las restricciones en la MO. En este sentido, pueden reconocerse en la literatura dos principales líneas teóricas: la que, en la línea de la propuesta de Case, enfatiza las demandas de procesamiento ligadas a actividades específicas –es decir, la *eficiencia en el procesamiento* se interpreta como la principal fuente de las restricciones y de diferencias–; y las que, por el contrario, ponen el acento en una capacidad general que, como el «ejecutivo central» de Baddeley, se encargaría del control atencional; en este caso, se enfatiza el papel de la *atención selectiva* –más que la eficacia en el procesamiento por sí misma– como fuente de las restricciones en la ejecución (véase Cantor y Engle, 1993; Engle, 1996; Engle, Kane y Tuholski, 1999; Swanson, 1999). Consecuentemente,

en la primera línea se ha tendido a defender un desarrollo de la MO ligado a la *experiencia en dominios específicos*, mientras que en la segunda se apela más bien al desarrollo de una *capacidad única de carácter general*; lo que, como luego veremos, ha configurado el principal debate dentro del área.

En este contexto, es obligado volver a mencionar la primera propuesta neo-piagetiana de Pascual-Leone (1970, 1987) que, si bien se basa –como la de Case– en la evolución de una capacidad central de procesamiento, no apela a ningún desarrollo de carácter funcional. Este autor ha seguido defendiendo la existencia de cambios estructurales de base madurativa, que supondrían el desarrollo –hasta la adolescencia– de lo que denomina el «espacio mental» y que se traduciría en un progresivo aumento de la capacidad atencional del sujeto. Este tipo de planteamiento de carácter estructural ha encontrado apoyo empírico en los trabajos de Kail (1986, 1992, 1993, 1995; Kail y Park, 1994; Kail y Salthouse, 1994), en los que se observa que la velocidad con que se realizan diversos procesos cognitivos –como la articulación y codificación de palabras– crece a medida que la edad aumenta –especialmente entre los 8 y 12 años de edad–, repercutiendo favorablemente en otros procesos de orden superior, como la retención o la comprensión. Según sugiere el autor, este tipo de resultados podrían explicarse probablemente como consecuencia del desarrollo de algún dispositivo central de procesamiento de naturaleza inespecífica. Sin embargo, realmente no está claro qué mecanismos subyacen a la posible influencia de la velocidad de procesamiento, la cual no sólo se ha relacionado con la memoria operativa sino también con otros constructos como de la «inteligencia fluida» (Fry y Hale, 1996, 2000). Así pues, aunque la importancia de esta variable en el desarrollo cognitivo parece claramente contrastada, la evidencia empírica ofrecida tampoco constituye un indicio concluyente de una capacidad central de carácter estructural ligada a factores madurativos, en la línea de la propuesta de Pascual-Leone (Henry y Millar, 1991).

Recientemente, sin embargo, se ha producido un intento explícito por aunar teóricamente los modelos de Baddeley y Pascual-Leone, bajo

la idea de que se trata de planteamientos compatibles y complementarios en cuanto al tipo de datos que explican (véase el volumen monográfico dedicado a este asunto en el *Journal of Experimental Child Psychology*, n.º 77, 2000). En concreto, Kemps, De Rammelaere y Desmet (2000), muestran en su estudio que la teoría de Pascual-Leone explica las diferencias evolutivas encontradas –supuestamente ligados a los aspectos centrales de la MO–, mientras que el modelo de Baddeley da mejor cuenta de los resultados obtenidos en torno al manejo de información específica –supuestamente ligados a la actuación de los subsistemas subsidiarios: fonológico y viso-espacial– (véase también Ribaupierre y Bailleux, 2000). Curiosamente, y pese a la evidencia empírica aportada, ninguno de ambos autores reconoce que una síntesis teórica como la propuesta por Kemps y cols. sea posible, defendiendo de nuevo la idoneidad de sus respectivos modelos para explicar uno y otro tipo de datos (véase Baddeley y Hitch, 2000; Pascual-Leone, 2000).

En cualquier caso, sean cuales fueren los aspectos implicados, lo que sí parece claro es que la MO se desarrolla con la edad. Es particularmente ilustrativo a este respecto el amplio estudio longitudinal llevado a cabo por Siegel (1994) con una amplia muestra –desde los 6 años hasta la edad adulta– y utilizando distintos tipos de tareas: de memoria a corto plazo, de memoria operativa –la amplitud de escucha–, de reconocimiento de palabras y de comprensión lectora. Los resultados obtenidos sugieren un crecimiento gradual en el desarrollo de la MO desde los 6 a los 19 años de edad y una disminución también gradual a partir del final de la adolescencia, y con una mayor caída a partir de los 65 o 70 años. En esta línea, son varios los autores que siguen apelando a limitaciones de capacidad general –y no de procesamiento específico– como fuente de las restricciones en la ejecución, y como factor responsable de las diferencias evolutivas, particularmente entre ancianos y adultos (Foos y Wright, 1992; Salthouse, 1990, 1996; Swanson, 1999). En este sentido, se ha destacado, por ejemplo, que a diferencia de lo que ocurre con las tareas clásicas de MCP, cuando se utilizan tareas más complejas de MO, se encuentran también diferencias significativas entre grupos de jóvenes universita-

Tareas de memoria a corto plazo y memoria operativa

- **Tarea de amplitud de palabras:** prueba clásica de memoria inmediata con palabras. El sujeto tiene que leer en voz alta una serie de palabras para recordarlas posteriormente en orden. Se aplicaron siete niveles (series de 2 a 8 palabras), con tres ensayos por nivel.
- **Tarea de amplitud lectora** (Daneman y Carpenter 1980; versión propia en castellano). El sujeto tiene que leer en voz alta una serie de frases y recordar finalmente la última palabra de cada frase. La tarea constaba de 60 frases no relacionadas, de una longitud de 12 a 14 palabras, siendo la última palabra de dos o tres sílabas. Las frases se agrupadas en 5 niveles (de 2, 3, 4, 5, y 6 frases), también con tres series por nivel.
- **Tarea de amplitud operativa de dígitos** (Yuill, Oakhill y Parkin, 1989; versión adaptada). Esta tarea es similar a la de amplitud lectora con la diferencia de que se trata de series de dígitos en lugar de frases. El sujeto tiene que leer grupos de tres dígitos presentados en series crecientes y al final de cada serie se le pide recordar en orden el último número de cada grupo. Se aplicaron cuatro niveles (de 2, 3, 4 y 5 grupos), con 8 ensayos por cada nivel.
- **Tarea de comprensión e inferencia**
Cada elemento consistía en un conjunto de tres frases que describían un escenario en el que había unos personajes y se producían unos acontecimientos. En la tercera frase (frase «diana») se hacía una referencia pronominal a un elemento que, o bien aparecía explícitamente, o bien estaba implícito en las frases anteriores. Los lectores tenían que construir un único modelo mental para integrar el significado de las tres frases. Tras la presentación de las mismas se les pedía que respondieran cuál era ese elemento en una tarea de evaluación. Ejemplo:
 - 1.a. Condición explícita: *Aquella mañana de domingo, Julia tenía aceite calentándose para hacer churros, mientras esperaba impaciente la llegada de su hijo.*
 - 1.b. Condición implícita: *Aquella mañana de domingo, Julia estaba friendo churros mientras esperaba impaciente la llegada de su hijo.*
 2. *Por la radio anunciaron que en el aeropuerto se había producido un terrible accidente al tratar de aterrizar un avión*
 3. *Sobresaltada por la alarmante noticia hizo un movimiento brusco derramándolo todo y quemándose.*

¿CON QUÉ SE QUEMÓ JULIA?

 1. con el fuego
 2. con la sartén
 3. con el aceite

Tareas de comprensión y recuerdo

- **Tarea de construcción de la macroestructura:** Consistió en dos subtareas, aunque en ambos casos la respuesta implicaba la aplicación de las macroestrategias de selección y generalización. En la primera subtarea, los sujetos tenían que identificar la idea principal en cuatro textos breves de entre 5 y 7 líneas. Tres de estos textos incluían explícitamente la idea principal en diferentes posiciones: al principio, en el medio o al final del texto. Los sujetos, por lo tanto, tenían que aplicar una simple macrorregla de selección-omisión para identificar la idea principal. El cuarto texto requería que los sujetos generalizasen la idea principal. La segunda subtarea consistió en un resumen que los sujetos tenían que hacer de un texto más largo, de unas 15 líneas aproximadamente. Para llevar a cabo esta tarea los sujetos tenían que aplicar una macrorregla de selección y dos macrorreglas de generalización.
- **Tarea de Recuerdo:** Esta tarea consistió en la lectura de un texto largo, el texto clásico de «Los inicios del ferrocarril en América» utilizado ya por Bonnie Meyer (1984), y una prueba clásica de recuerdo libre. El texto tenía una estructura retórica de «Comparación-Contraste» y contenía 434 palabras, con 10 niveles jerárquicos.

Cuadro 1. Tareas utilizadas en el estudio

rios y ancianos (Craik, 1977; Wright, 1981; Wingfield, Stine, Lahar y Aberdeen, 1988; Morris, Craik y Gick, 1990; Morris, Gick y Craik, 1988; Craik, Morris y Gick, 1990; Salt-house, 1990). No obstante, también cabe la posibilidad de que ambos componentes –de almacenamiento y de procesamiento– no cambien de una manera fija a lo largo del desarrollo evolutivo de la MO. En esta dirección apuntan resultados como los obtenidos por Towse y Hitch (1995), quienes sugieren la posibilidad de que con el desarrollo evolutivo las tareas verbales complejas se hagan menos dependientes del «lazo articulatorio» y más de la capacidad de compartir recursos en el ejecutivo central (véase también Gathercole y Baddeley, 1993). Más recientemente, Towse, Hitch y Hutton (1998), han puesto en cuestión directamente la idea de que el principal factor subyacente al desarrollo de la MO sea la creciente eficacia en las actividades de procesamiento, aportando datos que sugieren mayor implicación de otros aspectos, como la función de «desvanecimiento» o la forma en que se alterna o se cambia la atención entre tareas.

Así, pues, por el momento la evidencia disponible no permite aclarar si existen diferencias evolutivas solamente en la eficacia funcional o si también se da un crecimiento estructural en la capacidad; algo que se relaciona directamente con la otra cuestión fundamental que ya hemos mencionado y que luego consideraremos con mayor detalle: la de si esas diferencias evolutivas reflejan un desarrollo de la MO ligado a dominios específicos –o incluso tareas concretas–, o reflejan más bien el desarrollo de una capacidad más central y de carácter general. Consecuentemente, el debate permanece abierto en ambos frentes (véase Elosúa y cols., 1997; Kail, 1990; Schneider y Pressley, 1989; Hitch y Towse, 1995; Gathercole, 1999; Swanson, 1999; véase Engle, 1996 para una revisión).

En todo caso, el tipo de datos evolutivos aludidos concuerdan ampliamente con los obtenidos en nuestro propio trabajo, realizado con niños mayores y adolescentes y utilizando diversas medidas de memoria operativa (véase Gutiérrez, Elosúa, Luque, Gárate y García Madruga, 1994; Elosúa y cols., 1996, 1997). En todas ellas (véase Cuadro 1), los sujetos de

mayor edad (2.º de BUP), obtuvieron puntuaciones más altas que los más jóvenes (7.º de EGB), lo que podría explicarse simplemente por la mayor capacidad de la MO de los mayores. Curiosamente, sin embargo, las diferencias sólo fueron significativas en la prueba de amplitud de palabras y en la de memoria operativa de dígitos que, supuestamente, demandan menos recursos de procesamiento que la prueba de amplitud lectora (véase Figura 2). Este resultado, por tanto, quizá podría interpretarse mejor en términos de la propuesta de Case, es decir, como consecuencia no tanto de una mayor capacidad como de una mayor eficacia por parte de los sujetos mayores: lógicamente, cabe pensar que la eficacia funcional en la MO sólo puede manifestarse, en cada momento evolutivo, hasta un determinado nivel de complejidad o exigencia de las tareas, por encima del cual se sobrepasan los recursos del sujeto. Por tanto, es probable que la prueba de amplitud lectora, por su mayor complejidad, suponga una carga excesiva en ambos niveles de edad, de manera que no se muestra muy sensible a unas diferencias evolutivas que de hecho existen y que las otras tareas, menos exigentes, sí ponen de manifiesto.

Así pues, y aunque por supuesto este tipo de hipótesis debería estudiarse con otros grupo de edad superior, nuestros datos son consistentes con el planteamiento de Case o, al menos, con la idea de un funcionamiento combinado e interactivo entre el procesamiento y el almacena-

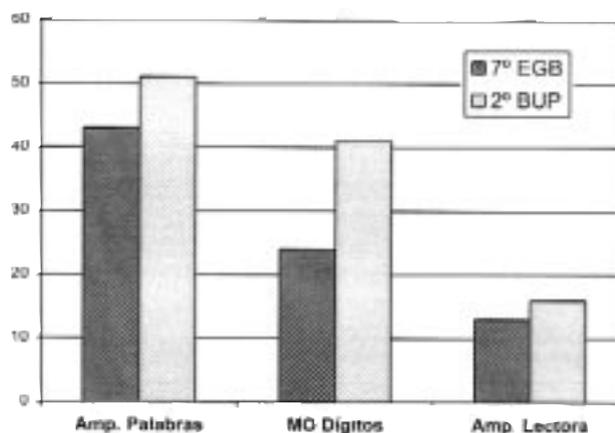


Figura 2. Medias en la medidas de memoria (amplitud de palabras, memoria operativa de dígitos y amplitud lectora)

miento, que implica una transacción (*trade-off*) en el uso de los recursos. En realidad, como ya hemos comentado, este énfasis en el aspecto funcional de la MO ha estado presente desde la primera formulación de Baddeley y Hitch (1974), quienes ya postularon este tipo de relación simple entre almacenamiento y procesamiento; y, de hecho, está en el origen de la propia definición del constructo: fue la atribución de funciones de procesamiento, además de las de almacenamiento, lo que permitió la consideración de la MCP como una memoria «en funcionamiento» u «operativa». Así, no es de extrañar que la principal evidencia experimental en torno a su papel en la cognición, se haya obtenido a partir del conocido paradigma de la doble-tarea, en el que, como su nombre indica, se requiere del sujeto que mantenga cierta información mientras realiza simultáneamente otra tarea que implique un procesamiento activo (por ejemplo, una tarea de razonamiento, de aprendizaje o de comprensión); lo que también explica que haya sido este mismo tipo de planteamiento –más funcional– e incluso este paradigma experimental, los que se hayan empleado al investigar la indudable y estrecha relación existente entre la MO y la comprensión, particularmente en la amplia investigación desarrollada a partir del trabajo pionero de Daneman y Carpenter (1980, 1983). Antes de ello, sin embargo, conviene presentar –siquiera brevemente– el marco teórico de referencia en torno a las habilidades de comprensión.

Los procesos de comprensión lectora

En la tradición teórica originada por la propuesta inicial de Kintsch y Van Dijk (1978; Van Dijk y Kintsch, 1983), se acepta comúnmente que la comprensión lectora supone por parte del lector la construcción de distintos niveles de representación del significado del texto. En concreto, se asume que usualmente el lector construye un *modelo referencial o situacional* que da cuenta del significado global del texto (Johnson-Laird, 1983; Just y Carpenter, 1987; Van Dijk y Kintsch 1983; véase también García Madruga y cols., 1999; García Madruga, Martín Cordero, Luque y Santamaría, 1995), junto con una *representación semántica* que incluiría dos niveles:

un primer nivel *microestructural* o «texto base», en el que se representa directamente toda la información contenida texto y que implica el logro de la coherencia a nivel local; y un segundo nivel *macroestructural*, que representa ya el significado global del texto. Asimismo se asume que esta macroestructura se construye estratégicamente, aplicando ciertas *macrorreglas* (selección, generalización y construcción), a las proposiciones microestructurales bajo el control de un esquema en el que interviene el conocimiento del lector y sus objetivos. Así, las macrorreglas pueden considerarse, simplemente, como *procesos de inferencia* que, sobre la base del conocimiento previo del lector en relación con los contenidos de referencia, le permiten reducir y representar globalmente la información proporcionada por el texto (Kintsch, 1994).

Se supone que la aplicación de estas macrorreglas tiene diferente nivel de dificultad, lo que guardaría relación con el incremento en la complejidad de las operaciones cognitivas implicadas y con la aplicación del conocimiento base (Guindon y Kintsch, 1984). En este sentido, algunos autores han mostrado la existencia de diferencias evolutivas en la habilidad de los sujetos para usar las distintas macrorreglas. Brown y Day (1983), por ejemplo, mostraron que mientras que ya a los 11 años los niños eran capaces de usar eficazmente la macrorregla de selección, las otras les resultaban claramente más difíciles, mostrando un mejor uso de las mismas conforme aumentaba la edad. Según Brown y Day las macrorreglas difieren en el modo en que son utilizadas porque demandan diferentes grados de manipulación de los contenidos del texto. De ahí que los lectores más jóvenes e inexpertos manifiesten en sus resúmenes una clara tendencia a utilizar la estrategia más superficial de selección (también llamada «suprimir y copiar»), se traduce simplemente en la copia literal de ciertas partes del texto (Brown, Day y Jones, 1983).

Estos resultados también son paralelos a los obtenidos en nuestro propio estudio, en el que las diferencias evolutivas fueron significativas para todas las medidas: *comprensión e inferencia*, *construcción de la macroestructura*, y *comprensión y memoria de textos* (véanse las Figuras

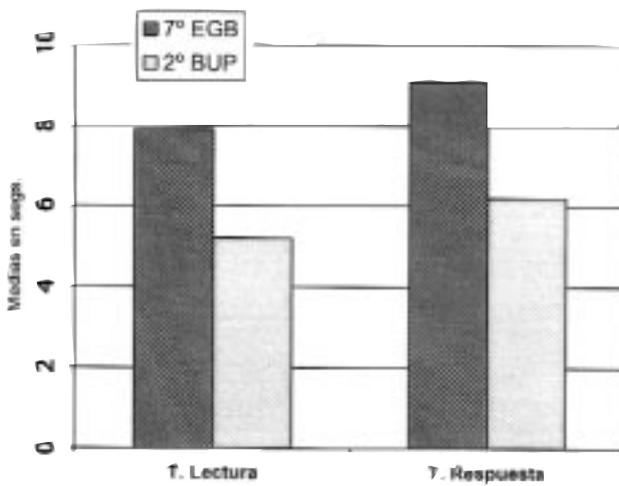


Figura 3. Medidas temporales en la prueba de comprensión e inferencia (condición implícita).

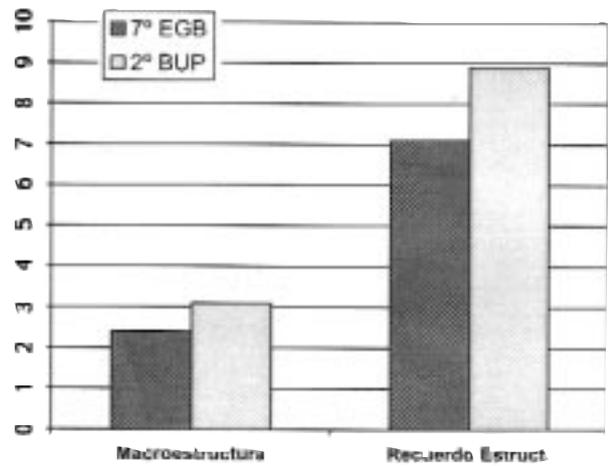


Figura 5. Medias en las pruebas de «construcción de la macroestructura» y «recuerdo».

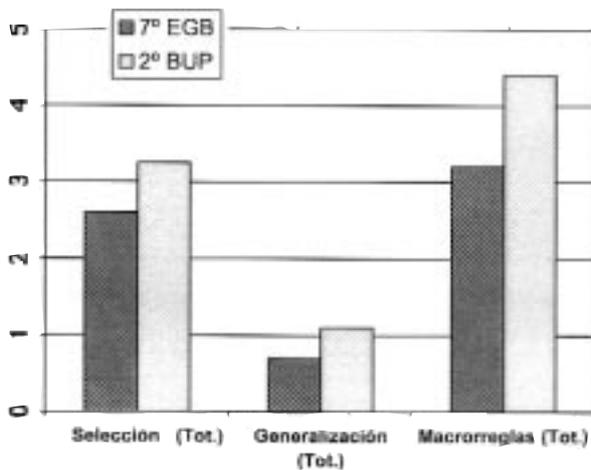


Figura 4. Medias en la puntuaciones de «macroreglas».

3, 4 y 5). Como cabía esperar, los adolescentes de 16 años mostraron una actuación superior a la de los chicos de 12-13 años, siendo más rápidos en la lectura y la resolución de inferencias, construyendo mejor la macroestructura de los textos y recordando mejor sus ideas importantes. No obstante, y en línea con los resultados de Brown y cols., cabe destacar que el incremento de las medidas de construcción de la macroestructura se debió, principalmente, a la mejora en la aplicación de la macrorregla de selección y en menor medida, sin alcanzar la significación, a la de generalización. Tal y como esperábamos,

la aplicación de la macrorregla de generalización supone mayores exigencias cognitivas que la simple macroestrategia de selección (véase Figura 4). Este resultado no sólo coincide con los planteamientos de Guindon y Kintsch (1984) y Brown y Day (1983), a los que hemos hecho referencia, sino que también vienen a confirmar los encontrados por algunos de nosotros en un estudio anterior, en el que comprobamos un patrón de incremento de la dificultad de la macrorregla de selección a la de generalización y de ésta a la de construcción (Luque, García-Madruga y Kintsch, 1993).

El papel de la MO en la comprensión

De acuerdo con los planteamientos precedentes, la comprensión lectora supone la construcción de una representación global del significado del texto a distintos niveles, y se produce como resultado de la integración entre el texto y los conocimientos aportados por el lector. Esta representación final está mediada por procesos intermedios de distintos tipos (léxicos, sintácticos, semánticos) que, según los datos disponibles, operan en paralelo y de forma interactiva a fin de lograr una interpretación consistente de la información tan pronto como resulta posible (principio de *inmediatez*; (Just y Carpenter, 1987, 1992). Pues bien, se supone que este tipo de funcionamiento *-interactivo y en paralelo-*

conlleva operaciones muy complejas de procesamiento y almacenamiento de la información, por lo que debe resultar particularmente demandante para un sistema que se reconoce con capacidad limitada. En otras palabras, se asume que las distintas operaciones que conllevan tales procesos, deben competir por los recursos limitados de la MO que, por tanto, jugaría un papel crucial en la comprensión como sistema para la manipulación y el almacenamiento temporal de la información (Baddeley, 1986; Gathercole y Baddeley, 1993; Just y Carpenter, 1980, 1987; Kintsch, 1988; Gathercole, 1999; Baddeley, Gathercole y Papagno, 1998). Así, la mayoría de los teóricos aceptan la idea de que es precisamente a través de la MO como el lector puede ir integrando coherentemente la información semántica proveniente de las oraciones sucesivas y, en interacción con el conocimiento previo, ir agregando progresivamente la nueva información al modelo mental que se va construyendo (Friedman y Miyake, 2000). En definitiva, se interpreta que es la doble función –de almacenamiento y de proceso– atribuida a la MO lo que permite actuar coordinadamente a las diferentes operaciones y conectar el propio discurso.

Como ya apuntamos, este tipo de interpretación fue recogida inicialmente por Daneman y Carpenter (1980, 1983) para explicar las diferencias individuales en la comprensión lectora. De manera semejante a la propuesta evolutiva de Case (1974, 1985), estos autores razonan que, puesto que el almacenamiento y procesamiento funcionan de forma interdependiente y mutuamente restrictiva –al compartir unos recursos limitados–, las diferencias en la comprensión lectora pueden deberse a las diferencias de los lectores en cuanto a la eficacia de sus habilidades de procesamiento; lo que, presumiblemente, se relaciona con su experiencia y capacidad estratégica para economizar los recursos. En este sentido, se han interpretado, por ejemplo, los indudables beneficios que supone la práctica en los inicios del aprendizaje de la lectura, como primer recurso para promover las habilidades de comprensión: la práctica favorecería la automatización de los procesos más superficiales –como el reconocimiento de palabras–, con lo que se liberarían los recursos necesarios para el funcionamiento interactivo y

en paralelo en que se basa la comprensión, o lo que es lo mismo, para sustentar los procesos más profundos en que se basa la construcción de representaciones semánticas apropiadas y precisas. En el mismo sentido, se supone que progresivamente estos procesos pueden llevarse a cabo con mayor rapidez y eficacia, lo que de nuevo implicaría una liberación de recursos que podrían dedicarse al mantenimiento de la información relevante. Así, según este tipo de análisis, los buenos lectores se caracterizarían principalmente por poseer una mayor *capacidad funcional* de la MO en la medida en que los procesos son más eficaces y consumen menos recursos.

Para contrastar este punto de vista y a fin de poder evaluar las funciones de almacenamiento y procesamiento en su dinámica interdependiente, Daneman y Carpenter (1980) construyeron el «Test de Amplitud Lectora» o RST (*Reading Span Test*), una prueba basada en el paradigma de la doble tarea: se pide a los sujetos que lean una serie de frases (procesamiento) al tiempo que tratan de retener la palabra final de cada una de las frases (almacenamiento), para ser recuperadas al final de la serie. Las frases se agrupan en series de 2, 3, 4, 5 y 6 frases, con lo que la dificultad de la tarea aumente progresivamente al tener que mantener y recuperar 2, 3, 4, 5 y 6 palabras al final de la lectura. De esta forma, el número de palabras que cada sujeto es capaz de mantener mientras lee, y que efectivamente recupera cuando finaliza cada serie, se toma como índice de la amplitud de memoria operativa para la lectura. Según argumentan los autores, puesto que la tarea requiere distribuir los recursos simultáneamente para el procesamiento (lectura de frases) y el almacenamiento (retención de palabras), el máximo número de palabras recordadas puede considerarse una medida apropiada de la capacidad de la MO involucrada en la tarea.

A fin de examinar la relación entre memoria operativa y comprensión lectora los autores midieron específicamente la comprensión a través de dos pruebas que construyeron expresamente con esta finalidad. Estas pruebas constaban de algunas preguntas concretas sobre el contenido de párrafos leídos previamente y algunas cuestiones sobre referencias pronomi-

nales. En estas últimas, la distancia entre el pronombre y su referente se varió sistemáticamente de acuerdo con las hipótesis existentes sobre la cantidad de información que es posible mantener activa en la memoria operativa. Los resultados mostraron una correlación muy alta entre la puntuación de memoria operativa según la prueba de amplitud lectora y los dos tests específicos de comprensión, en franco contraste con la escasa correlación encontrada entre estas mismas pruebas y una medida tradicional de memoria a corto plazo –amplitud de palabras– (Daneman y Carpenter 1980). La investigación posterior ha corroborado ampliamente la relación entre el RST y otras medidas de compren-

sión lectora, tanto de carácter general como en torno a aspectos específicos (véase p. ej., Baddeley, Logie, Nimmo-Smith y Brereton, 1985; Masson y Miller, 1983; Daneman y Green, 1986). En parte, nuestro propio estudio (Gutiérrez y cols., 1994; Elosúa y cols., 1996), ha supuesto una réplica de este tipo de resultados pues, además de una clara tendencia hacia correlaciones significativas entre las diferentes medidas de memoria y las de comprensión lectora (véase el Cuadro 1), esta correlación fue más alta con las pruebas de memoria operativa (Amplitud Lectora y Memoria Operativa de Dígitos) que con la medida de memoria inmediata (Amplitud de Palabras; véanse las Tablas 1 y 2).

	Memoria Operativa (MO)			Comprensión e Inferencia	
	Amplitud Palabras	Amplitud Lectora	MO Dígitos	Tiempo Lectura Implícito	Latencia Respuesta Implícita
Amplitud Palabras	1				
Amplitud Lectora	0,36**	1			
MO Dígitos	0,36**	0,36*	1		
Tiempo Lectura	-0,26*	-0,41**	-0,43**	1	
Latencia Respuesta	-0,08	-0,05	-0,25*	0,59**	1

(*p < 0,05; **p < 0,01; una cola).

Tabla 1. Correlaciones de Spearman entre las medidas de MO y las de comprensión e inferencia.

	Memoria Operativa			Comprensión y Recuerdo		
	Amplitud Palabras	Amplitud Lectora	MO Dígitos	Macro-estructura	Recuerdo Macroest.	Recuerdo Estruct.
Amplitud Palabras	1					
Amplitud Lectora	0,36**	1				
MO. Dígitos	0,36**	0,36*	1			
Macro-estructura	0,07	0,46**	0,29**	1		
Recuerdo Macroest.	-0,10	0,22#	0,16	0,36**	1	
Recuerdo Estruct.	-0,05	0,21#	0,12	0,25*	0,74**	1

(*p < 0,05; **p < 0,01; #p < 0,10; una cola)

Tabla 2. Correlaciones de Spearman entre las medidas de MO y las de comprensión y recuerdo.

Como continuación del trabajo anterior y en un intento de profundizar en la naturaleza de la memoria operativa y en sus relaciones con la comprensión, Just y Carpenter (1992; Carpenter, Miyake y Just, 1994) propusieron una nueva hipótesis en la que la MO se define como la «máxima cantidad de activación disponible». En el contexto de la comprensión esto significa que al activarse la información desde el texto escrito o hablado, o desde la memoria a largo plazo, si la demanda de la tarea sobrepasa la activación disponible, las funciones de almacenamiento y procesamiento pueden verse comprometidas. En concreto, Just y Carpenter (1992) hacen referencia a la *interacción* que caracteriza los procesos, como el aspecto clave que estaría restringido por la capacidad de la memoria operativa de los sujetos.

En relación con lo anterior, varios estudios han mostrado que los buenos lectores dedican más esfuerzo a la construcción activa del significado que los malos lectores y los más jóvenes (Budd, Whitney y Turley, 1995; De Beni, Palladino y Pazzaglia, 1995; Engle, Cantor y Carullo, 1992; Oakhill, 1982, 1984; Oakhill, Yuill y Parkin 1986; Stothard y Hulme, 1992). Oakhill (1983) encontró que la menor habilidad en los malos lectores podía explicarse, no en términos de amplitud de conocimientos, sino en el diferente uso que hacen del contexto y del conocimiento específico; esto es, en términos de la activación por la que controlan el procesamiento. Ahora bien, como Just y Carpenter (1992) han resaltado, esta activación varía ampliamente entre los individuos, pudiendo estar por tanto en la raíz de las diferencias individuales existentes en comprensión del lenguaje. Estos autores aportan una serie de datos que muestran la existencia de diferencias cuantitativas y cualitativas entre sujetos de alta y baja comprensión según su capacidad de memoria operativa. Entre las diferencias cualitativas, destacan la preferencia por un procesamiento interactivo más que modular y la capacidad de mantener más de una representación del significado mientras dura el procesamiento en textos de ambigüedad sintáctica, en sujetos de alta comprensión. Entre las diferencias cuantitativas señalan el tiempo empleado en la lectura y la exactitud de la comprensión de frases complejas.

En relación con las diferencias cualitativas de los lectores con memoria operativa alta, los resultados de Lee-Sammons y Whitney (1991) son también ilustrativos. Estos autores examinaron el efecto de la amplitud de la MO y el hecho de tener unos objetivos concretos en la comprensión de textos narrativos. La tarea de los sujetos era leer una narración desde dos puntos de vista diferentes, ya fuera la perspectiva de un comprador potencial de una casa, ya fuera la perspectiva de un ladrón. Los sujetos tenían que recordar el texto, bien desde la perspectiva de codificación a la que fueron expuestos, bien desde la otra perspectiva. Los lectores con MO baja tuvieron puntuaciones más bajas en el recuerdo de información no relevante en la perspectiva original de codificación, incluso cuando se dieron claves con la perspectiva alternativa. Los lectores con MO alta obtuvieron un recuerdo similar, en relación con la información relevante a la perspectiva como la irrelevante, independientemente de las claves. En consecuencia, los autores concluyeron que el grado en el que los sujetos guiaron sus procesos de comprensión en función de los objetivos de la lectura, varió de forma inversamente proporcional a su amplitud de MO. Es decir, los sujetos con MO baja permanecieron más dependientes de la perspectiva que los sujetos con MO alta, guiándose más por una estrategia de arriba-abajo, como si trataran de compensar con ello su menor capacidad de integración de la información texto. Más tarde, Budd, Whitney y Turley (1995) pudieron generalizar estos resultados a materiales que incluían textos expositivos: en comparación con los sujetos de MO baja los lectores con MO alta utilizaban diferentes estrategias que les facilitaron una mejor comprensión de los textos.

En este contexto, también podemos citar los resultados que nosotros mismos hemos obtenido en una tarea de comprensión e inferencia con tres frases. En ella, (véase Cuadro 1) los sujetos deben resolver una anáfora pronominal que aparece en la tercera y última frase, bien con el referente explícito o bien implícito. Tal y como esperábamos, teniendo en cuenta el principio de inmediatez, los sujetos no encuentran ningún problema en la comprensión de la tercera frase, independientemente de que la anáfora sea superficial –con el antecedente explícito– o

profunda –cuando el antecedente debe inferirse a partir del modelo mental construido– (véase, p. ej., Garnham, 1987; Sag y Hankammer, 1984). No obstante, la diferencia entre estas condiciones quedó puesta de manifiesto en los tiempos de respuesta, cuando tras la presentación de las tres frases se les preguntaba sobre el referente pronominal. Al parecer, como pretendíamos, la ausencia de un antecedente superficial obliga a los sujetos a buscar en su modelo mental e inferir la solución, aumentando las latencias de respuesta a la inferencia en la condición implícita en ambos niveles de edad. Lo que ahora nos interesa destacar, sin embargo, es que en esta tarea, en la que están claramente involucrados los procesos de comprensión, los sujetos mayores –con mejores puntuaciones en MO–, fueron significativamente más rápidos que los más jóvenes, tanto en los tiempos de lectura de la tercera frase como en las latencias de respuesta; y con las mayores diferencias, justamente, en la condición implícita (véase Figura 2), lo que, evidentemente, apoya la idea de que ese tipo de diferencias están mediadas por la capacidad de MO. De hecho, como luego comentaremos más ampliamente, encontramos una correlación positiva y significativa entre ambas medidas y la tarea de Memoria Operativa de Dígitos.

Estos resultados son consistentes con otras investigaciones en las que se ha mostrado cómo los sujetos evaluados alto en memoria operativa, son también superiores en tareas de resolución de anomalía textual cuando las frases que proporcionan información clarificadora están distantes de la frase anómala (véase, p. ej., Yuill, Oakhill y Parkin, 1989). Asimismo, Whitney, Ritchie y Clark (1991) encontraron que los sujetos con adecuada amplitud de memoria operativa, en comparación con los sujetos de baja memoria operativa, eran capaces de mantener interpretaciones de los textos más abiertas, esperando la información ulterior proveniente de los mismos. Estas diferencias no son de extrañar en la medida en que en todas ellas está involucrada la habilidad para mantener activa información procedente de distintas partes del texto y/o del conocimiento del lector, habilidad en la que los sujetos de alta memoria operativa se verían, lógicamente, más beneficiados.

En esta misma línea, otra investigación interesante es la desarrollada por Stine (1990; Stine y Wingfield, 1987, 1990). En relación con las características que ponen de manifiesto el papel de la MO en la comprensión, estos autores resaltan la idea de que la información se procesa necesariamente en ciclos, de manera que solamente una pequeña cantidad del mensaje se procesa cada vez. Asimismo, destacan que aunque existan diferencias individuales en la cantidad de recursos disponibles y en cómo son asignados a las diferentes funciones, la disponibilidad de los recursos es limitada. De esta forma, la MO está limitada no solamente en la cantidad de información que puede procesarse en un único ciclo, sino también en los recursos de procesamiento que están disponibles para realizar este procesamiento. Stine y Wingfield (1987, 1990) asumen que la representación semántica del discurso, por ejemplo, se construye gracias al ejecutivo central, el cual estaría formado por un conjunto de procesadores. Así, existiría un procesador que regularía la llegada de diferentes ciclos en el lazo articulatorio y otros procesadores que organizarían las proposiciones en una representación coherente, seleccionando aquellas que fueran necesarias para la integración de la información de los diferentes ciclos. En este sentido, las investigaciones de lectura sobre la marcha (*on-line*) (Stine, 1990; Stine y Hindman, 1994) sugieren que la organización de las proposiciones *dentro de un ciclo* de procesamiento es un proceso cognitivamente diferente de la integración *entre diferentes ciclos* de procesamiento, siendo este último más demandante (Stine, 1990).

Precisamente, teniendo en cuenta las enormes demandas de MO que parece implicar la comprensión durante la lectura –al menos, en la ejecución experta–, algunos autores (Cantor y Engle, 1993; Ericsson y Kintsch, 1995), han contemplado la memoria operativa desde el punto de vista de la cantidad de activación de memoria a largo plazo (MLP), involucrada en la realización de la tarea. En particular, Ericsson y Kintsch (1995) han elaborado una completa teoría en la que se propone una ampliación del modelo tradicional basado meramente en el almacenamiento temporal, para incorporar también un dispositivo de almacenamiento a largo plazo. Según estos autores, los modelos

simples de capacidad limitada no pueden dar cuenta de la gran cantidad de información que pueden mantener y manejar los expertos de diversas áreas en sus tareas habituales –como por ejemplo, en el cálculo mental o el ajedrez–; concretamente, en relación con la comprensión lectora, mantienen que tales modelos no son capaces de explicar por qué, por ejemplo, la interrupción de la lectura no tiene mayor efecto en los buenos lectores que, usualmente, pueden reanudar la tarea sin gran dificultad. Si la información necesaria sólo se mantuviese de forma transitoria, las interrupciones deberían tener un efecto mucho más disruptivo que el que aparentemente tienen, tal y como han puesto de manifiesto los trabajos de Glanzer y cols., (véase, p. ej., Glanzer, Fischer y Dorfman, 1984). A partir de este hecho, y sobre la base de una amplia revisión de muy diversos estudios y resultados en torno a la MO, Ericsson y Kintsch proponen un nuevo modelo de MO que combina un almacenamiento temporal (CP-MO) con un almacenamiento a largo plazo (LP-MO). Mediante este nuevo dispositivo, la información podría fijarse en la LP-MO de manera estable, si bien su acceso efectivo sólo se mantendría temporalmente por depender de *claves de recuerdo* o recuperación almacenadas en la CP-MO. De acuerdo con este planteamiento, la fuente de las diferencias individuales en la comprensión lectora no estaría simplemente en la capacidad para mantener en un almacén temporal la información relevante previamente presentada, sino en la habilidad para codificarla de forma accesible en la memoria a largo plazo (LP-MO) a través de las adecuadas claves de recuerdo en la CP-MO; claves que pueden incluso organizarse de forma estable como eficaces *estructuras de recuperación*.

Los autores defienden que esta propuesta no sólo permite explicar de manera más parsimoniosa la evidencia en torno a la capacidad limitada de la MO, sino que también es mucho más consistente con la actual teoría sobre la comprensión. Lo que mide el test de Amplitud Lectora de Daneman y Carpenter (1980), por ejemplo, no sería la amplitud del almacenamiento temporal de la MO, sino la habilidad del sujeto para acceder a la MLP desde las claves que haya podido mantener en la CP-MO. De igual manera, podrían reinterpretarse los datos aportados por Just y Carpenter (1992) en favor

de su teoría de capacidad limitada –tanto en términos de capacidad total como de eficacia en el procesamiento–. Ericsson y Kintsch asumen que, efectivamente, una parte de la MO es transitoria y limitada (CP-MO) y que, en general, puede dar cuenta de la ejecución inexperta frente a tareas poco familiares, pero no de la ejecución experta en tareas complejas que implican demandas de memoria mucho más amplias. En este sentido y con respecto a la comprensión lectora en particular, entienden que lo que caracteriza a los buenos lectores no es una mayor amplitud o activación de los recursos en esa memoria temporal, sino más bien el uso de estrategias de comprensión más elaboradas y complejas capaces de generar estructuras de recuperación más extensas en la MLP (LP-MO) y, por consiguiente, una memoria operativa mucho más eficaz. De hecho, durante el proceso de la lectura, estas estructuras de recuperación no serían otra cosa que la parte accesible de la representación mental que el sujeto va construyendo en la MLP –de acuerdo con la estructura del texto y su propio conocimiento–; y sería a través de esta parte accesible como verdaderamente se mantiene la información relevante que permite ir integrando la nueva información, funcionando así como una eficaz extensión de la MO (LP-MO). El papel de la parte transitoria (CP-MO) sería meramente el de mantener la estructura superficial necesaria (contexto), así como las claves de acceso a la parte activa de la representación multinivel del texto en la MLP. Sin embargo, esto supone admitir la necesidad de un dispositivo temporal en el que –de acuerdo con el modelo de Baddeley–, un ejecutivo central se encarga de procesar y almacenar la información que permite el acceso a la representación del texto previo durante la comprensión; lo que nos introduce en el que ha sido quizá el principal debate en torno al papel de la MO en la cognición en general y en la comprensión del lenguaje en particular: el debate sobre su naturaleza general o específica.

Generalidad o especificidad de la MO

Como ya hemos mencionado, frente al acuerdo existente en cuanto al importante papel de la MO en la comprensión, se ha venido pro-

duciendo un intenso debate en torno a la especificidad o generalidad de la memoria operativa implicada en la comprensión del lenguaje. El punto fundamental de discusión es si existe un procesador general implicado en todas las tareas de memoria al margen de su modalidad –en la línea de autores como Alan Baddeley y Jane Oakhill–, o si, por el contrario, se trata de procesadores específicos que, en el caso de la comprensión lingüística, sería un procesador del lenguaje (Daneman y Green, 1986; Daneman y Tardiff 1987; Carpenter y Just, 1989; Just y Carpenter 1992).

Como ya vimos, el modelo de Baddeley y Hitch (1974) propone un sistema tripartito cuyo eje es el ejecutivo central –también considerado como sistema de control atencional– responsable del procesamiento y almacenamiento temporal de sus productos. El ejecutivo central descarga algunas de sus responsabilidades de almacenamiento en los dos sistemas esclavos, si bien las tareas de estos dos subsistemas serían totalmente subsidiarias, permaneciendo el procesador central como máximo responsable. En la discusión que nos ocupa, a pesar de que Baddeley, Logie, Nimmo-Smith y Brereton (1985) encontraron que de dos tareas de amplitud de memoria inmediata, una verbal y otra numérica, el mejor predictor del lenguaje fue la tarea verbal, estos autores no son partidarios de abandonar la idea de un único procesador general que dé cuenta del procesamiento y almacenamiento presente en cualquier actividad cognitiva al margen de los distintos dominios específicos de las tareas.

En relación a este aspecto, Daneman y Tardiff (1987) encontraron que de tres medidas distintas de la memoria operativa en distintos dominios –verbal, numérico y espacial–, la única que correlacionaba significativamente con la comprensión del lenguaje era la medida de la amplitud verbal. La correlación entre comprensión del lenguaje y amplitud numérica no resultó significativa; tampoco la prueba de amplitud espacial correlacionó con las de amplitud numérica, ni con ninguno de los tests de habilidad verbal. A partir de este tipo de datos, estos autores entienden que hay suficiente evidencia experimental como para sostener que la lectura está limitada por un sistema especializado en la

representación y procesamiento de la información simbólica o verbal solamente. Esto llevaría a abandonar la noción de un ejecutivo central responsable del procesamiento de la información en general y a proponer que la lectura descansa en un sistema específico del lenguaje más que en un sistema de memoria operativa general. Más aún, proponen que el «lazo articulatorio» y la «agenda visoespacial» –como sistemas de almacenamiento temporal y con funciones de procesamiento limitadas primariamente a la repetición–, podrían tener todas las funciones de procesamiento y control asignadas al ejecutivo central. Consiguientemente, no sería necesario este constructo de un ejecutivo central o una capacidad de procesamiento general.

Los trabajos de Yuill, Oakhill y Parkin (1989), sin embargo, no han confirmado estos planteamientos. Estos autores consideraron que la alta correlación existente entre amplitud de memoria operativa y comprensión encontrada por Daneman y Carpenter (1980) podría obedecer, precisamente, a la naturaleza verbal del propio test, es decir, a la naturaleza verbal de la tarea presente en los dos tipos de prueba. Para comprobar este aspecto y con el objeto de conocer si los sujetos de alta y baja habilidad de comprensión diferían en su memoria operativa independientemente de su habilidad para el procesamiento lingüístico, construyeron un test de memoria operativa semejante al test de Amplitud Lectora, pero con material numérico en lugar de verbal, la llamada Memoria Operativa de Dígitos (*Working Memory Digit Task*). Con esta nueva prueba encontraron una alta correlación (0,51) entre la memoria operativa no lingüística y la comprensión lectora; lo que parecía mostrar que la lectura, al menos en los niños, descansa en alguna capacidad de memoria operativa general, más que en un sistema basado específicamente en el lenguaje.

Esta postura se ha visto reforzada por otros trabajos en los que se han obtenido resultados en el mismo sentido (Turner y Engle, 1989; Engle, Nations y Cantor, 1990). Cabe destacar, por ejemplo, el estudio de Cantor, Engle y Hamilton (1991) en el que se observó que, si bien la comprensión lectora correlacionaba principalmente con las medidas de MO, también se dieron correlaciones con las medidas de

MCP, y entre éstas y las de MO. Es decir, los tres tipos de medidas parecen estar interrelacionadas, lo que permite suponer que existe algo más general y común a todas ellas. De hecho, en esta línea, un amplio conjunto de autores han defendido la «teoría de la capacidad general» (*General Capacity Theory*), según la cual la MO constituye un sistema que tiene que ver con habilidades generales –principalmente de atención selectiva y de control inhibitorio de la información– y que, por tanto, puede medirse en principio a partir de cualquier tarea (véanse, p. ej., Conway y Engle, 1996; Engle, 1996; Engle, Cantor y Carullo, 1992; Hasher y Zacks, 1988; Stoltzfus, Hasher y Zacks, 1996; Swanson, 1992, 1993, 1999; Turner y Engle, 1989).

Lo cierto, sin embargo, es que por el momento y en su conjunto, la evidencia disponible no permite asegurar ninguna posición extrema. Nosotros mismos con tareas semejantes hemos obtenido distintos tipos de datos que apuntan en los dos sentidos. Así, por ejemplo, en relación con las diversas medidas de MO (en realidad, versiones castellanas de las pruebas que hemos mencionado), encontramos la misma correlación (0,36) entre las tres pruebas que utilizamos. De esta manera, las pruebas que pertenecen a la misma modalidad verbal (*Amplitud de Palabras y Amplitud Lectora*), parecen correlacionar entre sí en forma semejante a como correlacionan cada una de ellas con la prueba de *Memoria Operativa de Dígitos* (véase Tabla 1). Esto que, a primera vista, puede parecer extraño no lo es si consideramos que la prueba de dígitos tiene un nivel de exigencia de procesamiento intermedio entre las pruebas de amplitud de palabras y la de amplitud lectora. Así, la actuación de los sujetos parece verse afectada por la semejanza tanto en la modalidad de procesamiento como en las demandas que plantea el mismo. La influencia de la modalidad ha sido puesta también de manifiesto en otro estudio en el que encontramos que la tarea numérica correlacionaba más estrechamente con otra tarea de la misma modalidad, en la que los sujetos debían recordar el resultado final de una sencilla operación aritmética (Elosúa y cols., 1997). En definitiva, pues, las correlaciones encontradas entre las diversas medidas de MO parecen favorecer parcialmente la idea de la existencia de algún tipo de sistemas especiali-

zados y no únicamente la de un procesador central independiente de la modalidad. En este sentido los resultados que presentamos en las Tablas 1 y 2 muestran que entre las medidas de memoria operativa la que globalmente predice mejor la actuación de los sujetos en las tareas de comprensión y memoria de textos es la Amplitud Lectora; asimismo, puede observarse que este patrón general no se cumple con las medidas temporales que correlacionan en forma más clara con la Memoria Operativa de Dígitos.

Como vemos, la prueba de Memoria Operativa de Dígitos resultó también ser buena predictora de la actuación de los sujetos en algunas medidas de comprensión, como las temporales y las de construcción de la macroestructura (véanse Tablas 1 y 2), pese a no coincidir en la modalidad de procesamiento; un resultado que parece apuntar hacia la posibilidad de un procesador central o capacidad de carácter general en línea con los planteamientos de Baddeley y los trabajos de Yuill y Oakhill. Nuestros resultados, por tanto, aunque ponen de manifiesto la influencia de la modalidad específica de procesamiento, no parecen apoyar la tesis de Daneman y Tardiff, en la que proponen sustituir el ejecutivo central del modelo de memoria operativa de Baddeley y Hitch por procesadores específicos de acuerdo con la modalidad de la tarea.

Así pues, ante la ambivalencia de estos resultados, quizá debemos pensar que las relaciones entre las diversas medidas son más complejas que lo que implica la simple dicotomía generalidad-especificidad y que, por lo tanto, ninguna de ambas alternativas extremas resulta apropiada para interpretar los datos (Baddeley, 1992; Gathercole y Baddeley, 1993; Lehto, 1996; Baddeley, 1996). En este mismo sentido hemos de destacar otro hecho significativo, como es la notable correlación que encontramos entre la medida tradicional de MCP (*Amplitud de Palabras*) y las medidas de MO propiamente dichas (*Memoria Operativa de Dígitos y Amplitud Lectora*; véase Tabla 1); a lo que habría que añadir la también significativa correlación entre esta medida de MCP y una medida de comprensión como es el tiempo de lectura. Estos resultados confirman los encontrados por otros autores como Cantor, Engle y Hamilton (1991) quienes hallaron, igualmente, que la comprensión lecto-

ra correlacionaba principalmente con la MO, pero que existían también correlaciones con la MCP, y entre ésta y la MO.

Por otra parte, nuestros resultados parecen también coincidir con los de Cantor, Engle y Hamilton (1991), quienes encontraron que la correlación con la comprensión lectora era algo mayor (0.42) para la prueba de MO con palabras que con dígitos (0.37); y, asimismo, van en la línea de los obtenidos por Baddeley y cols. (1985) y Daneman y Tardiff (1987) quienes, como ya mencionamos, comparando pruebas de memoria a corto-plazo de amplitud numérica y de amplitud verbal, encontraron que esta última era la mejor predictora de comprensión verbal.

Merece también destacar que la memoria operativa de dígitos arrojó una correlación ligeramente más alta con una medida directa

de comprensión, como es el *tiempo de lectura* de la tercera frase; una medida que junto con la global de macroestructura, destaca por correlacionar con todas las demás (véase Tabla 3). Téngase en cuenta que, en este caso, el tiempo de lectura puede ser considerada una medida directa de la comprensión y no una medida sólo de los aspectos superficiales de la misma, dadas las características de la tarea: los sujetos debían hacer una lectura comprensiva, integrando la nueva información en el modelo mental, para poder responder posteriormente a la tarea de inferencia. Los resultados encontrados parecen confirmar este planteamiento ya que resultan notables sus correlaciones con las medidas de construcción de la macroestructura y de recuerdo (Tabla 3). Consecuentemente, este tipo de resultados no permiten descartar en absoluto la actuación de un sistema general, inespecífico.

	Comprensión e Inferencia			Comprensión y Recuerdo		
	Tiempo Lectura Implícito	Latencia Respuesta Implícita	Macro-estructura	Macro-reglas	Recuerdo Macroestr.	Recuerdo Estructural
Tiempo Lectura	1					
Latencia Respuesta	0,59**	1				
Macro-estructura	-0,45**	-0,36**	1			
Macro-reglas	-0,37**	-0,07	0,78**	1		
Recuerdo Macroestr.	-0,40**	-0,14	0,36**	0,27*	1	
Recuerdo Estructural	-0,33*	-0,07	0,25*	0,15	0,74**	1

(*p < 0,05; **p < 0,01; una cola)

Tabla 3. Correlaciones de Spearman entre las medidas de comprensión e inferencia, y comprensión y recuerdo.

Como vemos, en conjunto los datos disponibles todavía no permiten aclarar la cuestión sobre la generalidad-especificidad de la MO; más bien sugieren que este planteamiento dicotómico es simplista y que posiblemente constituyen formas de actuación más que características estables del sistema de procesamiento. A este respecto, de nuevo hemos de hacer referencia a la propuesta de Ericsson y Kintsch (1995)

que, sin duda, ha venido a añadir complejidad al debate al trascender el planteamiento de capacidad limitada y resaltar el papel de la MLP en el funcionamiento experto de la MO. En realidad, tal y como señalan estos autores, tanto Engle y cols., (1992; véase también Cantor y Engle, 1993) como Just y Carpenter (1992), entienden que la MO refleja cierta capacidad para mantener la información activada en la

MLP durante el proceso; si bien los primeros la conciben como una capacidad general, mientras que los segundos la consideran específica de la información lingüística. Por su parte Ericsson y Kintch vienen a sostener un punto de vista intermedio o, incluso podría decirse, mixto, dado que, en realidad, es compatible con ambos extremos. Lo que defienden, de acuerdo con su modelo, es que el eficaz funcionamiento de la MO es una habilidad más que se adquiere como parte de lo que implica la pericia (*expertise*) o especialización en campos y actividades particulares tras un entrenamiento suficiente. A través de este especial adiestramiento, el sujeto desarrolla métodos eficaces para codificar y almacenar la información de forma accesible en la MLP (LP-MO), lo que le permite utilizarla como una práctica extensión de la memoria transitoria (CP-MO) a fin de acomodarse a las demandas de la tarea específica. Es en este sentido en el que sostienen que la MO, en la ejecución experta, es de dominio específico. Pero, como ya comentamos, también admiten una capacidad general al reconocer la necesidad de un dispositivo temporal y limitado, incluso en la forma del modelo de Baddeley. Por consiguiente y en la medida en que se atribuye a la MO esta doble naturaleza general y específica, el modelo de Ericsson y Kintsch es el único que, por el momento, resulta consistente con la evidencia que se ha ofrecido en uno y otro sentidos.

En definitiva, pues, la propuesta de estos autores se decanta como una de las más prometedoras, en la medida en que, como hemos visto, no solo es consistente con la evidencia sobre las limitaciones de la MO y sus modos de funcionamiento, sino que también conecta directamente con el vigente marco teórico sobre la comprensión. En realidad, el modelo propuesto constituye un amplio desarrollo teórico que pretende continuar tanto la teoría de la comprensión del discurso desarrollada por el propio Kintsch junto con el lingüista van Dijk, como la teoría de Chase y Ericsson (1982) sobre la memoria «experta»; de manera, que, finalmente, se presenta como una descripción general de la estructura y funcionamiento de la memoria en la actividad cognitiva. En este sentido, no podemos acabar sin mencionar siquiera otros trabajos más recientes (véanse Ericsson y Kintch, 2000; Kintsch, 1998) donde las ideas de

estos autores en torno a la memoria y la comprensión se han reelaborado y propuesto en términos de una teoría general de la cognición en su conjunto (véanse también a este respecto los trabajos de Gobet, 1993, 1997, 1998, 2000 en los que también se presentan y discuten distintos modelos computacionales sobre la cognición y la memoria experta). Si bien es verdad que siempre se ha reconocido el papel de la memoria a largo plazo y del conocimiento previo en la MO, en la comprensión y en el funcionamiento cognitivo en general, creemos que esta nueva línea de trabajo constituye un loable intento de integración –tanto a nivel teórico como empírico– que probablemente resultará muy útil para reorientar gran parte de la investigación en este campo.

Referencias

- Anderson, J. R. (1983). *The architecture of cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Anderson, J. R. y Bower, G. H. (1973). *Human associative memory*. Washington, DC: Winston.
- Atkinson, R. C. y Shiffrin, R. M. (1971). «The control of short-term memory». *Scientific American*, 225 (2), 82-90.
- Atkinson, R. C. y Shiffrin, R. M. (1968). «Human memory: A proposed system and its control processes». In K. W. Spence & J. T. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 2, pp. 89-195). San Diego C.A.: Academic Press.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working Memory*. Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (1990). *Human Memory. Theory and Practice*. Hillsdale, NJ: LEA.
- Baddeley, A. D. (1992). «Is Working memory working? The Fifteenth Bartlett Lecture». *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 44A, 1-31.
- Baddeley, A. D. (1996). «Exploring the central executive». *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A, 5-28.
- Baddeley, A. D. (en prensa). «The episodic buffer: a new component of working memory?» *Trends of Cognitive Sciences*.
- Baddeley, A. D. y Hitch, G. (1974). «Working Memory». En G.A. Bower (Ed.) *The Psychology of Learning and Motivation*, vol.8, (pp. 47-90). Nueva York: Academic Press.
- Baddeley, A. D. y Hitch, G. (2000). «Developmental of working memory: should the Pascual-Leone and the Baddeley and Hitch models be merged?»

- Journal of Experimental Child Psychology*, 77, 128-137.
- Baddeley, A. D., Logie, R., Nimmo-Smith, I. y Breerton, N. (1985). «Components of fluent reading». *Journal of Memory and Language*, 24, 119-131.
- Baddeley, A.D., Gathercole, S. y Papagno, C. (1998). «The phonological loop as a language learning device». *Psychological Review*, 105, 1058-173.
- Baldwin, J. M. (1894). *Mental development in the child and the race*. New York: Macmillan.
- Baumann, J. F. (1986). «Effect of rewriting content passages on middle grade students' comprehension of main ideas: making the inconsiderate considerate». *Journal of Reading Behavior*, 1986.
- Brown, A. L., Bransford, J. D., Ferrrara, R. A. y Campione, J. C. (1983). «Learning, remembering and understanding». En J. H. Flavell y E. M. Markman (Comps.), *Handbook of Child Psychology*, vol. 3. *Cognitive Development*. Nueva York: Wiley
- Brown, A. L., Day, J. D. y Jones, R. S. (1983). «The development of plans for summarizing texts». *Child Development*, 54, 1076-1088.
- Brown, A. L. y Day, J. D. (1983). «Macrorules for summarizing texts: the development of expertise». *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 22, 1-14.
- Budd, D., Whitney, P. y Turley, K. (1995). «Individual differences in working memory strategies for reading expository text». *Memory and Cognition*, 6, 735-748.
- Cantor, J. y Engle, R. W. (1993). «Working-memory capacity as long-term memory activation: an individual-differences approach». *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 5, 1101-1114.
- Cantor, J., Engle, R.W. y Hamilton, G. (1991). «Short-term memory, working memory, and verbal abilities: How do they relate». *Intelligence*, 15, 229-246.
- Carey, S. (1985). «Are children the same type of thinkers and learners as adults?» In S. F. Chipman, D. W. Segal, and R. Glaser (Eds.) *Thinking and Learning Skills*. Vol. 2. Hillsdale, New Jersey: LEA.
- Carpenter, P. A., Miyake, A. y Just, M. A. (1994). Working memory constraints in comprehension: evidence from individual differences, aphasia and aging. En M. Gernsbacher (Ed.) *Handbook of Psycholinguistics*, (pp. 1075-1122). San Diego, CA: Academic Press.
- Carpenter, P. A. y Just, M. A. (1989). «The role of working memory in language comprehension». En D. Klahr y K. Kotovsky (Eds.) *Complex information processing: The impact of Herbert A. Simon* (pp. 31-68). Hillsdale, NJ. Erlbaum.
- Case, R. (1974). «Structures and strictures, some functional limitations on the course of cognitive growth». *Cognitive Psychology*, 6, 544-573.
- Case, R. (1985). *Intellectual development: Birth to adulthood*. San Diego, C.A.: Academic Press.
- Case, R., Kurland, D. M. y Goldberg, J. (1982). «Operational efficiency and the growth of short-term memory span». *Journal of Experimental Child Psychology*, 33, 386-404.
- Collins, A. M. y Loftus, E. F. (1975). «A spreading activation theory of semantic processing». *Psychological Review*, 82, 407-428.
- Conway, A. R. A. y Engle, R. W. (1996). «Individual differences in working memory capacity: More evidence for a general capacity theory». *Memory*, 6, 577-590.
- Craik, F. I. M. (1977). «Age differences in human memory». En J. E. Birren y K. W. Schaie (Eds.) *Handbook of the Psychology of Aging*. (384-420). Nueva York: Van Nostrand Reinhold.
- Craik, F. I. M. Y Lockart, R. S. (1972). «Levels of processing: a framework for memory research». *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11, 671-684.
- Craik, F. I. M., Morris, R. G. y Gick, M. L. (1990). «Adult ages differences in working memory». En G. Vallar y T. Shallice (Eds.) *Neuropsychological impairments of short-term memory*. (pp. 247-267). Cambridge: Cambridge University Press.
- Chase, W. G. y Ericsson, K.A. (1982). «Skill and working memory». En G. H. Bower (Ed.) *The Psychology of Learning and Motivation*. (Vol. 16, pp. 1-58). Nueva York: Academic Press
- Daneman, M. y Carpenter, P. A. (1980). «Individual Differences in working memory and reading». *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-466.
- Daneman, M. y Carpenter, P. A. (1983). «Individual differences in integrating information between and within sentences». *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 9, 561-584.
- Daneman, M. y Green, I. (1986). «Individual differences in comprehending and producing words in context». *Journal of Memory and Language*, 25, 1-18.
- Daneman, M. y Tardiff, T. (1987). Working memory and reading skill re-examined. En M. Coltheart (Ed.) *Attention and performance*, XII (pp. 491-508). Londres: Erlbaum.
- De Beni, R., Palladino P. y Pazzaglia, F. (1995). «Influenza della memoria di lavoro e delle abilità metacognitive e sintattiche nella difficoltà specifica di comprensione della lettura». *Giornale Italiano di Psicologia*, 4, 615-640.
- Ehrlich, M. F., Brebion, J. y Tardieu, H. (1994). «Working memory capacity and reading comprehension in young and older adults». *Psychological*

- Research*, 56, 110-115.
- Elosúa, M. R., Garcia Madruga, J. A., Gutierrez, F., Luque, J. L. y Garate, M. (1997). «Un estudio sobre las diferencias evolutivas en la memoria operativa: ¿Capacidad o eficiencia?» *Estudios de Psicología*, 58, 15-27.
- Elosúa, M. R., Gutierrez, F., Garcia Madruga, J. A., Luque, J. L. y Garate, M. (1996). «Adaptación española del «Reading Span Test» de Daneman y Carpenter». *Psicothema*, 2, 383-395.
- Engle, R. W. (1996). «Working memory and retrieval: an inhibition-resource approach». En Richardson, J. T. E., Engle, R. W., Hasher, L., Logie, R. H., Stoltzfus, E. R. y Zacks, R. T. *Working Memory and Human Cognition*. (89-119). New York: Oxford University Press.
- Engle, R. W., Cantor, J. y Carullo, J. J. (1992). «Individual Differences in Working Memory and Comprehension: A Test of Four Hypotheses». *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 18, 5, 972-922.
- 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. Shah (Eds.), *Models of Working Memory* (102-134). Cambridge University Press.
- Engle, R. W., Nations, J. K. y Cantor, J. (1990). «Is working memory capacity just another name for word knowledge?» *Journal of Educational Psychology*, 82, 799-804.
- Ericsson, K. A. y Kintsch, W. (1995). «Long-term working memory». *Psychological Review*, 2, 211-245.
- Ericsson, K. A. y Kintsch, W. (2000). «Shortcomings of generic retrieval structures with slots of the type that Gobet (1993) proposed and modeled». *British Journal of Psychology*, 91, 571-591.
- Foos, P. W. y Wright, L. (1992). «Adults age differences in the storage of information in working memory». *Experimental Aging Research*, 18, 51-57.
- Friedman, N. P. y Miyake, A. (2000). «Differences for visuospatial and verbal working memory in situation model construction». *Journal of Experimental Psychology: General*, vol. 129 (1), 61-83.
- Fry, A. F. y Hale, S. (1996). «Processing speed, working memory, and fluid intelligence: evidence for a developmental cascade». *Psychological Science*, 7, 237-241.
- Fry, A. F. y Hale, S. (2000). «Relationships among processing speed, working memory, and fluid intelligence in children». *Biological Psychology*, 54, 1-34.
- Garcia Madruga, J. A., Elosua, R., Gutierrez, F., Luque, J. L. y Garate, M. (1999). *Comprensión lectora y memoria operativa. Aspectos evolutivos e instruccionales*. Barcelona: Paidós.
- Garcia Madruga, J. A., Garate, M., Elosua, R., Luque, J. L. Y Gutierrez, F. (1997), «Comprensión lectora y memoria operativa: un estudio evolutivo». *Cognitiva*, (9) 1, 99-132.
- Garcia Madruga, J. A., Martin Cordero, J. I., Luque J. L. y Santamaria, C. (1995). *Comprensión y Adquisición de Conocimientos a partir de Textos* Madrid. Siglo XXI.
- Garnham, (1987). *Mental Models as Representations of Discourse and Text*. Chichester, Sussex: Ellis Horwood Limited.
- Gathercole, S. (1999). «Cognitive approaches to development of short-term memory. Trends in Cognitive Sciences», (3) 11, 410-419.
- Gathercole, S. y Baddeley, A. (1993). *Working Memory and Language*. Hillsdale, NJ . LEA.
- Glanzer, M., Fischer, B. y Dorfman, D. (1984). «Short-term storage in reading». *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 23, 467-486.
- Gobet, F. (1993). «A computer model of chess memory». *Proceedings of the 15th Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 463-468.
- Gobet, F. (1997). «A pattern-recognition theory of search in expert problem solving». *Thinking and Reasoning*, 3, 291-313.
- Gobet, F. (1998). «Expert memory: a comparison of four theories». *Cognition*, 66, 115-152.
- Gobet, F. (2000). «Some shortcomings of long-term working memory». *British Journal of Psychology*, 91, 551-570.
- Guindon, R. y Kintsch, W. (1984). «Priming macro-propositions: evidence for the primacy of macro-propositions in the memory of text». *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 24, 508-518.
- Gutierrez, F., Elosua, R., Garate, M., Luque, J. L. y Garcia Madruga J. A. (1994). «Intervención en el procesamiento activo de textos: memoria operativa y estrategias». En A. Clemente (Ed.) *Intervención Psicopedagógica y Desarrollo Humano*, (95-112). Valencia: Cristóbal Serrano Villalba.
- Hasher, L. y Zacks, R. T. (1988). «Working memory, comprehension and aging: a review and a new view». En G. H. Bower (Ed.) *The Psychology of Learning and Motivation: Advances in research and theory* Vol. 22, (193-225). San Diego, CA: Academic Press.
- Henry, L. A. y Millar, S. (1991). «Memory span increase with age: A test for two hypotheses». *Journal of Experimental Child Psychology*, 51, 459-484.
- Hitch, G. J. y Towse, J. N. (1995). «Working memory: what develops?» En F. E. Weinert y W. Schneider (Eds.). *Memory Performance and Competencies. Issues in Growth and Development*. Hillsdale,

- N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models. Towards a Cognitive Science on Language, Inference and Consciousness*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Just, M. A. y Carpenter, P. A. (1980). «A Theory of reading: From eye fixation to comprehension». *Psychological Review*, 87, 329-354.
- Just, M. A. y Carpenter, P. A. (1987). *The Psychology of reading and language comprehension*. Newton Mass., Allyn and Bacon, Inc.
- Just, M. A. y Carpenter, P. A. (1992). «A Capacity Theory of Comprehension: Individual Differences in working memory». *Psychological Review*, 1, 122-149.
- Kail, R y Salthouse, T. A. (1994). «Processing speed as mental capacity». *Acta Psychologica*, 86, 199-225.
- Kail, R. (1986). «Sources of Age differences in speed of processing». *Child Development*, 57, 969-987.
- Kail, R. (1990). *The development of memory in children*. (3ª ed.). Nueva York: Freeman.
- Kail, R. (1992). «Processing speed, speed rate, and memory». *Developmental Psychology*, 28, 899-904.
- Kail, R. (1993). «Processing time changes globally at an exponential rate during childhood and adolescence». *Psychological Bulletin*, 109, 490-501.
- Kail, R. (1995). «Processing speed, memory and cognition». En F.E. Weinert y W. Schneider (Eds.)
- Kail, R. y Park, Y. (1994). «Processing time, articulation time and memory span». *Journal of Experimental Child Psychology*, 49, 227-244.
- Kemps, E., De Rammelaere, S. y Desmet, T. (2000). «The development of working memory: exploring the complementarity of two models». *Journal of Experimental Child Psychology*, 77, 89-109.
- Kieras, D. E. (1978). «Good and bad structure in simple paragraphs: Effects on apparent theme, reading time, and recall». *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 17, 13-28.
- Kieras, D. E. (1980). «Problems of reference in text comprehension». En M. A. Just y P. Carpenter (eds.), *Cognitive processes in comprehension*. Hillsdale, N.J.: LEA. pgs. 249-268.
- Kintsch, W. (1988). «The role of knowledge in discourse comprehension: a construction-integration model». *Psychological Review*, 2, 163-182.
- Kintsch, W. (1993). «Information accretion and reduction in text processing: inferences». *Discourse Processes*, 16, 193-202. Kintsch, W. (en prensa) «Information accretion and reduction in text processing: inferences». *Discourse Processes*.
- Kintsch, W. (1994). «Discourse Processing». En G. d'Ydewalle, P. Eelen, y P. Bertebron (Eds.) *International Perspectives on Psychological Science*. Vol. 2. *The state of the art*. London: Erlbaum.
- Kintsch, W. (1998). *Comprehension: a paradigm for cognition*. New York: Cambridge University Press.
- Kintsch, W. y Van Dijk, T. A. (1978). «Toward a model of text comprehension and production». *Psychological Review*, 85, 363-394.
- Klahr, D. (1980). «Information-Processing models of intellectual development». In R. H. Kluwe and M. Spada (Eds.), *Developmental Models of Thinking*. New York: Academic Press.
- Lee-Sammons, W. y Whitney, P. (1991). «Reading perspectives and memory for text: An individual differences analysis». *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 17, 1074-1081.
- Lehto, J. (1996). «Are executive function tests dependent on working memory capacity?» *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A, 29-50.
- Lindsay, P. H. y Norman, D. A. (1972). *Human information processing: An introduction to psychology*. New York: Academic Press.
- Logie, R. H. (1996). «The seven ages of working memory». En Richardson, J. T. E., Engle, R. W., Hasher, L., Logie, R. H., Stoltzfus, E. R. Y Zacks, R. T. *Working Memory and Human Cognition*. (31-65). New York: Oxford University Press.
- Luque, J. L., Garcia-Madruga, J. A. y Kintsch, W. (1993). «Developmental differences in a summary task: the role of active knowledge». Technical Report # 93-5, Institute of Cognitive Science, University of Colorado at Boulder, Boulder, CO 80309.
- Mandler, J. (1978). «A code in the node: the use of a story schema in retrieval». *Discourse Processes*, 1, 14-35.
- Masson, M. E. J. y Miller, J. A. (1983). «Working memory and individual differences in comprehension and memory of text». *Journal of Educational Psychology*, 2, 314-318.
- Miyake, A y Shah, P. (1999). «Toward unified theories of working memory: Emerging general consensus, unresolved theoretical issues, and future research directions». In A. Miyake y P. Shah (Eds.), *Models of Working Memory* (442-481). New York: Cambridge University Press.
- Morris, R. G., Gick, M. L. y Craik, F. I. M. (1988). «Processing resources and age differences in working memory». *Memory and Cognition*, 16, 362-366.
- Morris, R.G., Craik, F. I. M. y Gick, M. L. (1990). «Age differences in working memory tasks: The role of secondary memory and the central executive system». *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1, 67-86.

- Newell, A y Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, N. J., Prentice Hall.
- Oakhill, J (1983). «Instantiation in skilled and less-skilled comprehenders». *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 54, 31-39.
- Oakhill, J. (1982). «Constructive processes in skilled and less-skilled comprehenders' memory for sentences». *British Journal of Psychology*, 73, 13-20.
- Oakhill, J. (1984). «Inferential and memory skills in children's comprehension of stories». *British Journal of Psychology*, 54, 31-39.
- Oakhill, J., Yuill, N. y Parkin, A. (1986). «On the nature of the difference between skilled and less skilled comprehenders». *Journal of Research in Reading*, 9, 80-91.
- Pascual-Leone, J. (1970). «A mathematical model for the transition rule in Piaget's developmental stages». *Acta Psychologica*, 63, 301-345.
- Pascual-Leone, J. (1980). «Constructive problems for constructive theories: the current relevance of Piaget's work and a critique of information-processing simulation psychology». In R. H. Kluwe and M. Spada (Eds.), *Developmental Models of Thinking*. New York: Academic Press.
- Pascual-Leone, J. (1987). «Organismic processes for neo-piagetian theories: a dialectical causal account of cognitive development». *International Journal of Psychology*, 22, 531-570.
- Pascual-Leone, J. (2000). «Reflections on working memory: Are the two models complementary?» *Journal of Experimental Child Psychology*, 77, 138-154.
- Piaget, J. (1926). *The language and thought of the child*. London: Routledge & Kegan-Paul.
- Quillian, M. R. (1968). «Semantic memory». En M. Minsky (Ed.), *Semantic Information Processing* (227-270). Cambridge, MA: MIT Press.
- Ribaupierre, A. y Bailleux, C. (2000). «The development of working memory: further note on the comparability of two models of working memory». *Journal of Experimental Child Psychology*, 77, 110-127.
- Ribaupierre, A. y Hitch, G. J. (Eds.) (1994). *The Development of working memory*. Hillsdale, NJ. : Lawrence Erlbaum Associates.
- Richardson, J. T. E. (1996). «Evolving concepts of working memory». En Richardson, J. T. E., Engle, R. W., Hasher, L., Logie, R. H., Stoltzfus, E. R. Y Zacks, R. T., *Working Memory and Human Cognition*. (3-30). New York: Oxford University Press
- Richardson, J. T. E., Engle, R. W., Hasher, L., Logie, R. H., Stoltzfus, E. R. Y Zacks, R. T. (1996). *Working Memory and Human Cognition*. New York: Oxford University Press.
- Rumelhart, D. E. y Norman, D. A. (1983). *Representation in Memory*. (CHIP Technical Report, núm. 116). La Holla, CA: University of California, San Diego, Center for Human Information Processing.
- Sag, I. A. y Hankammer, J. (1984). «Toward a theory of anaphoric processing». *Linguistics and Philosophy*, 7, 325-345.
- Salthouse, T. A. (1990). «Working memory as a processing resource in cognitive aging». *Developmental Review*, 10, 101-124.
- Salthouse, T. A. y Babcock, R. (1991). «Decomposing adult age differences in working memory». *Developmental Psychology*, 27, 763-776.
- Salthouse, T. A. (1996). «The processing-speed theory of adult age differences in working memory». *Psychological Review*, 103, 403-428.
- Schneider, W. y Pressley, M. (1989). *Memory development between 2 and 20*. Nueva York: Springer Verlag.
- Siegel, L. S. (1994). «Working memory and Reading». *International Journal of Behavioral Development*, 1, 109-124.
- Stein, N. L. y Glenn, C. G. (1982). «Children's concept of time: The development of a story schema». En W. J. Freedman (Ed.) *The developmental psychology of time*. Nueva York: Academic Press.
- Stein, N.L. y Nezworski, M.T. (1978). «The effect of organization and instructional set on story memory». *Discourse Processes*, 1, 177-193.
- Stine, E. A. L. (1990). «On-line processing of written text by younger and older adults». *Psychology and Aging*, 1, 68-78.
- Stine, E. A. L. y Hindman, J. (1994), «Age differences in reading time allocation for propositionally dense sentences». *Aging and Cognition*, 1, 2-16.
- Stine, E. A. L. y Wingfield, A. (1987). «Process and strategy in memory for speech among younger and older adults». *Psychology and Aging*, 2, 272-279.
- Stine, E. A. L. y Wingfield, A. (1990). «How much do working memory deficits contribute to age differences in discourse memory?» *European Journal of Cognitive Psychology*, 2, 289-304
- Stine (1990) 20.
- Stoltzfus, E. R., Hasher, L. y Zacks, R. T. (1996). «Working memory and aging: current status of the inhibitory view». En Richardson, J. T. E., Engle, R. W., Hasher, L., Logie, R. H., Stoltzfus, E. R. Y Zacks, R. T., *Working Memory and Human Cognition*. (66-88). New York: Oxford University Press
- Stothard, S. E. y Hulme, C. (1992). «Reading comprehension difficulties in children: The Role of language comprehension and working memory skills». *Reading and Writing. An Interdisciplinary Journal*, 3, 245-256.

- Swanson, H. L. (1992). «Generality and modifiability of working memory among skilled and less skilled readers». *Journal of Educational Psychology*, 4, 473-488.
- Swanson, H. L. (1993). Executive processing in learning-disabled readers. *Intelligence*, 17, 117-149.
- Swanson, H. L. (1996). «Individual and age-related differences in children's working memory». *Memory & Cognition*, 24, 70-82.
- Swanson, H. L. (1999). «What develops in working memory? A life span perspective». *Developmental Psychology*, 35 (4), 986-1000.
- Towse, J. N. y Hitch, G. J. (1995). «Is there a relationship between task demand and storage space in tests for working memory capacity?» *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 48A, 108-124.
- Towse, J. N., Hitch, G. J. y Hutton, U. (1998). «A reevaluation of working memory capacity in children». *Journal of Memory and Language*, 39, 195-217.
- Turner, M. L. y Engle, R.W. (1989). «Is working-memory capacity task dependent?» *Journal of Memory and Language*, 28, 127-154.
- Vallar, G. y Shallice, T. (Eds.) (1990). *Neuropsychological impairments of short-term memory*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Van Dijk, T. A. y Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. Nueva York: Academic Press.
- Verhaeghen, P. y Salthouse, T. A. (1997). «Meta-analysis of age-cognition relations in adulthood: Estimates of linear and nonlinear effects and structural models». *Psychological Bulletin*, 122, 231-249.
- Whitney, P., Ritchie, B. G. y Clark, M. B. (1991). «Working memory capacity and the use of elaborative inferences in text comprehension». *Discourse Processes*, 14, 133-145.
- Wingfield, A., Stine, E., Lahar, C. J. y Aberdeen, J.S. (1988). «Does the capacity of working memory change with age?» *Experimental Aging Research*, 14, 103-107.
- Wright, R. (1981). «Aging, divided attention, and processing capacity». *Journal of Gerontology*, 36, 605-614.
- Yuill, N., Oakhill, J. y Parkin, A. (1989). «Working memory, comprehension ability and the resolution of text anomaly». *The British Journal of Psychology*, 80, 351-36.
- Zachs, R. T. y Hasher, L. (1988). «Capacity theory and the processing of inferences». En L. Light & D. M. Burke (Eds.), *Language, Memory and Aging* (154-170). New York: Cambridge University Press.