



# Psicología Educativa

[www.elsevier.es/psed](http://www.elsevier.es/psed)



## Comprensión lectora y procesos ejecutivos de la memoria operativa

Isabel Gómez-Veiga\*, José Oscar Vila, Juan Antonio García-Madruga, Antonio Contreras y María Rosa Elosúa

Universidad Nacional de Educación a Distancia, España

### INFORMACIÓN ARTÍCULO

Manuscrito recibido: 27/03/2013  
Revisión recibida: 05/09/2013  
Aceptado: 18/09/2013

**Palabras clave:**  
Comprensión lectora  
Memoria operativa  
Procesos ejecutivos  
Inteligencia fluida

**Keywords:**  
Reading comprehension  
Working memory  
Executive processes  
Fluid intelligence

### RESUMEN

En el presente trabajo se estudiaron las relaciones entre los procesos ejecutivos de la memoria operativa, la inteligencia fluida y la comprensión lectora en una muestra de 77 escolares de 3º de Educación Primaria. Asimismo, se analizó la capacidad predictiva de la MO y de la inteligencia fluida con respecto al rendimiento en comprensión lectora. Como se predijo, los resultados mostraron un patrón de correlaciones positivas y significativas: las medidas de comprensión lectora —en particular, inferencias e integración— correlacionaron con las medidas de los procesos ejecutivos de la MO y de inteligencia fluida. Los análisis de regresión mostraron que las habilidades cognitivas de alto nivel —actualización semántica en la MO e inteligencia fluida— contribuyen de manera independiente a explicar el 33 % de la varianza en comprensión lectora.

© 2013 Colegio Oficial de Psicólogos de Madrid. Todos los derechos reservados.

### Reading comprehension and working memory's executive processes

#### ABSTRACT

The aim of this paper is focused on the relationship of executive processes of working memory and fluid intelligence with reading comprehension, in a group of 77 third-grade primary students. Moreover, we studied the predictive capacity of working memory and fluid intelligence on reading comprehension. As predicted, there was a pattern of positive and significant correlations: reading comprehension measures —particularly, inferences and integration— correlated with working memory's executive processes and fluid intelligence measures. Regression analyses showed that this highest cognitive variables —particularly, semantic updating in working memory, and intelligence— contributed independently to explain a relevant amount of the variance ( 33 %) in reading comprehension measures.

© 2013 Colegio Oficial de Psicólogos de Madrid. All rights reserved.

El término “memoria operativa” (o “memoria de trabajo”) se utiliza para referirse a un sistema de memoria temporal que actúa bajo el control atencional y que sostiene nuestra capacidad de pensamiento complejo (Baddeley, 2007, 2012; Baddeley y Hitch, 1974). Dicho sistema constituye un espacio de trabajo mental en el que se almacena temporalmente y se procesa la información necesaria para llevar a cabo actividades cognitivas diversas, entre ellas, el razonamiento y la comprensión del lenguaje (Baddeley y Logie, 1999; Just y Carpenter, 1992; Kane y Engle, 2002). El impacto de la memoria operativa (MO, en adelante) en el rendimiento académico parece importante: las habilidades de MO son predictoras del rendimiento en lectura (Swanson, 1994), en matemáticas (Bull y Scerif, 2001) y en tareas de comprensión del lenguaje (p. ej., Nation, Adams, Bowyer-

Crane, y Snowling, 1999). Los datos obtenidos en el Reino Unido indican que, desde los 7 a los 14 años, los estudiantes que puntúan bajo en medidas de MO tienden a rendir por debajo de la media esperada para su edad y curso escolar en las pruebas nacionales de evaluación del currículum de las áreas de Lengua, Matemáticas y Ciencias (véase, p. ej., Gathercole, Pickering, Knight y Stegmann, 2004). Asimismo, recientemente se ha demostrado que la MO predice mejor que la inteligencia las habilidades de lectura, comprensión, razonamiento matemático y cálculo al principio de la educación formal (Alloway y Alloway, 2010). Por tanto, cabe inferir que el funcionamiento de la MO desempeña un papel importante en el aprendizaje durante la infancia y la adolescencia, por lo que emerge como un centro de interés en la investigación cognitiva aplicada a la educación (véase, p. ej., St. Clair-Thompson y Gathercole, 2006). Un hallazgo empírico consistente en la literatura es la estrecha relación entre la capacidad de la MO —número de ítems que se pueden recordar durante la realización de una tarea compleja de MO— de los niños y sus habilidades de comprensión lectora (Cain y Oakhill, 2007). En este sentido,

\*La correspondencia sobre este artículo debe enviarse a Isabel Gómez-Veiga. Dpto. de Psicología Evolutiva y de la Educación. Facultad de Psicología. UNED. c/ Juan del Rosal, 10 - 28040 Madrid. E-mail: [igveiga@psi.uned.es](mailto:igveiga@psi.uned.es)

nuestro propósito es contribuir a esclarecer la relación entre tres variables cognitivas relevantes en el ámbito educativo: la comprensión lectora, los procesos ejecutivos de la MO y la inteligencia fluida —la habilidad para razonar y resolver problemas nuevos—, en escolares de Educación Primaria.

### Comprensión lectora: una tarea cognitiva compleja

La comprensión lectora es una tarea cognitiva que entraña gran complejidad (Kintsch, 1998): el lector no solo ha de extraer información del texto e interpretarla a partir de sus conocimientos previos y metas personales sino que, además, ha de reflexionar acerca del proceso seguido para comprender en situaciones comunicativas diversas. Planteado en estos términos, leer equivale a comprender; y comprender implica atribuir un significado al texto. Una implicación educativa inmediata de este planteamiento es el giro conceptual que, en torno a la lectura, se ha producido como fruto de la intensa investigación sobre este tema: de concebirse tradicionalmente en función de la sonorización del texto, ha pasado a definirse como una tarea cuyo fin último debe ser comprender el contenido.

Desde la perspectiva de la Psicología Cognitiva, la comprensión lectora se explica como el resultado de un conjunto de procesos mentales que integran la información procedente del discurso escrito con la que aporta el lector a partir de sus conocimientos sobre el lenguaje y el mundo —físico y social— que comparte con el escritor. En unas situaciones de lectura solo es necesario extraer las ideas expresadas en el texto, mientras que en otras se exige interpretar y reflexionar sobre lo leído. Por tanto, también cabe discernir entre diferentes niveles de comprensión o de representación mental: superficial, profunda y reflexiva. Esta perspectiva queda claramente definida por uno de los modelos cognitivos más influyentes actualmente: el modelo de *construcción-integración* formulado por Walter Kintsch (1998), el cual comparte con otras propuestas teóricas algunos supuestos esenciales. En primer lugar, existe un acuerdo unánime con respecto a que la comprensión implica el procesamiento del texto a múltiples niveles: léxico, sintáctico, semántico y referencial. Para ello, el lector debe realizar varias operaciones en interacción con el texto, en las cuales intervienen conocimientos y habilidades de naturaleza diversa: (a) las habilidades superficiales, básicas o de bajo nivel, que permiten reconocer las palabras con rapidez y precisión; (b) las habilidades complejas o de alto nivel, que permiten interpretar las oraciones y el texto en conjunto, a fin de comprender el significado del discurso; (c) la habilidad para acceder y utilizar los conocimientos previos sobre los textos y el tema que es objeto de lectura; (d) las habilidades metacognitivas, que permiten autorregularse durante la lectura, marcarse objetivos, detectar y solucionar cualquier problema de comprensión que surja; (e) las habilidades metalingüísticas, que permiten conocer y operar con las distintas unidades del lenguaje; y (f) la capacidad para retener información verbal en la MO y coordinar la actuación de los diferentes procesos. En segundo lugar, los modelos cognitivos actuales coinciden en señalar que, más allá de las palabras escritas, lo que el lector construye finalmente en su memoria cuando comprende es una representación o modelo mental (Johnson-Laird, 1983). En dicha representación, tiene cabida tanto la información que el lector obtiene a partir del texto como la que aporta a partir de la actuación de procesos de búsqueda, activación e integración de conocimientos previos almacenados en su memoria a largo plazo (MLP, en adelante). En este sentido, no cabe duda de la relevancia del papel activo que el lector debe asumir durante la comprensión. Finalmente, el consenso entre el modelo de construcción-integración y otras propuestas teóricas se extiende al papel esencial de la MO en la comprensión.

Como señala Kintsch (1998), la actuación de la MO durante la comprensión podría describirse como el movimiento de una linterna a través del texto, frase a frase, elaborando e integrando una representación mental en construcción. De hecho, la MO interviene en la

recuperación e integración de información a diferentes niveles: (a) a nivel de palabra, permite recuperar y mantener el significado acorde al contexto particular que proporciona el texto; (b) a nivel de oración, procesa y almacena las ideas o proposiciones que expresa cada frase; (c) a nivel textual, participa en la construcción de un modelo mental coherente acerca del significado que se atribuye al texto. El procesamiento activo se centra en la frase que se está leyendo y en la información relevante que se mantiene y/o recupera de la MLP simultáneamente, lo que se traduce en que la comprensión ha de lograrse, en todo caso, en el marco de restricciones derivadas de la capacidad limitada de la MO del lector (Just y Carpenter, 1992). A través de medidas tomadas en tareas que requieren el procesamiento y el almacenamiento de palabras (de Beni, Palladino, Pazzaglia, y Cornoldi, 1998) o de oraciones (Seigneuric, Ehrlich, Oakhill y Yuill, 2000), se ha constatado que la capacidad y eficiencia de la MO está directamente relacionada con las habilidades de comprensión lectora (véase también Daneman y Merikle, 1996; Hannon y Daneman, 2001, 2004). Al respecto, un hallazgo consistente a lo largo de los diferentes estudios es que los lectores con un rendimiento alto en las medidas de MO tienden a emplear buenas estrategias de comprensión lectora, mientras que, por el contrario, los estudiantes que obtienen puntuaciones bajas en medidas de MO suelen rendir por debajo de la media en las medidas de comprensión lectora (Cain, Oakhill y Bryant, 2004; Carretti, Borella, Cornoldi y De Beni, 2009; García-Madruga y Fernández, 2008).

### Comprensión lectora y procesos ejecutivos de la memoria operativa

La MO proporciona el espacio mental indispensable para llevar a cabo los aprendizajes complejos (véase Alloway, 2011, para una revisión), por lo que se acepta que desempeña un papel esencial en la adquisición y el desarrollo de habilidades en áreas tan relevantes de la educación formal como lo es la comprensión lectora. Existen diversas perspectivas teóricas en torno al constructo de la MO (véanse, Conway, Jarrold, Kane, Miyake y Towse, 2007; Miyake y Shah, 1999, para una revisión), si bien se mantiene cierto consenso con respecto a la limitación en la capacidad de recursos que pueden dedicarse a su doble función básica: *almacenamiento* temporal de la información relevante para la tarea en curso y, simultáneamente, *procesamiento* de la misma u otra información concurrente en la tarea (Baddeley y Logie, 1999; Just y Carpenter, 1992). De los diferentes modelos teóricos, para nuestros propósitos tiene especial interés el *modelo multi-componente* de la MO propuesto por Baddeley (Baddeley, 1986, 2007, 2012; Baddeley y Hitch, 1974), el cual describe la MO como un sistema de capacidad limitada que abarca tres subsistemas o componentes de almacenamiento temporal —el *lazo fonológico*, la *agenda visoespacial* y el *retén episódico*— y un sistema de control atencional —el *ejecutivo central*—. El lazo fonológico está especializado en el procesamiento y almacenamiento temporal de información verbal y, posiblemente, puramente acústica. La agenda visoespacial procesa y mantiene la información de naturaleza visoespacial durante breves períodos de tiempo y desempeña un papel crucial en la generación y manipulación de imágenes mentales. A estos dos subsistemas se añadió más recientemente un componente de almacenamiento temporal multimodal, el *retén episódico*, que conecta los dos almacenes de dominio específico antes mencionados y la MLP. El ejecutivo central (EC, en adelante) es el componente principal de la MO, dado que se considera el elemento responsable del control y de la regulación de la actividad dentro del sistema cognitivo, así como de la selección de las estrategias adecuadas en el contexto de las tareas cognitivas complejas. Este componente central es, asimismo, el responsable de controlar los recursos de la MO y de monitorizar el procesamiento de la información, junto con una serie de funciones ejecutivas, entre las que se incluyen: la *activación* y *recuperación de información de la MLP*, el *control de la atención* (i. e., la habilidad para mantener representa-

ciones mentales activas frente a tareas distractoras, dividir la capacidad atencional y cambiar el foco en el que se centra la atención durante la realización de tareas múltiples), la *actualización*—monitorización constante y adición/supresión rápida— de las representaciones que se mantienen en la MO, la *inhibición* de respuestas inmediatas, automáticas o dominantes inadecuadas (Stroop, 1935) y la *supresión* de información irrelevante (Baddeley, 2007; Baddeley y Hitch, 1974; Engle, Kane y Tuholsky, 1999). Baddeley utiliza el concepto de “sistema atencional supervisor” (SAS), propuesto por Norman y Shallice (1986), para operativizar el EC. De acuerdo con estos autores, el SAS se activa ante una situación nueva y, con ello, se activan procesos ejecutivos de anticipación, selección de objetivos, planificación y monitorización.

Una de las cuestiones teóricas todavía en debate concierne a la naturaleza de las funciones ejecutivas de la MO. En este debate, destaca la contribución de Miyake y sus cols. (para una revisión, véase Miyake y Friedman, 2012; Miyake, Friedman, Emerson, Witzki y Howerter, 2000), quienes extraen varias conclusiones relevantes con respecto a la naturaleza y organización de las diferencias individuales en el funcionamiento ejecutivo de la MO: (a) las funciones ejecutivas muestran cierta unidad pero también cierta diversidad (diferentes funciones correlacionan entre sí, pero son separables) ante tareas simples de laboratorio; (b) reflejan un componente genético sustancial; (c) se relacionan con importantes fenómenos clínicos y sociales; (d) muestran cierta estabilidad evolutiva. El patrón de unidad/diversidad de las funciones ejecutivas ha sido observado en preadolescentes (p. ej., Rose, Feldman y Jankowski, 2011) y en adultos (Vaughan y Giovanello, 2010), pero solo se ha identificado un único factor en niños (Wiebe, Espy y Charak, 2008). Estos resultados, junto con los obtenidos por Senn, Espy y Kaufmann (2004), sugieren que, además de diferencias individuales, puede haber diferencias evolutivas en la organización de las funciones ejecutivas.

La contribución de las habilidades ejecutivas de la MO a la comprensión lectora constituye un campo de interés creciente en el ámbito de la Psicología Cognitiva. Fruto de estos trabajos, se ha demostrado la relación directa entre la comprensión y los siguientes procesos ejecutivos de la MO: activación y recuperación del conocimiento relevante almacenado en la MLP e integración con la información extraída del texto (Swanson, Howard, y Saez, 2006), *actualización* de los contenidos de la memoria (Carretti, Cornoldi, De Beni, y Romanò, 2005; Palladino, Cornoldi, De Beni, y Pazzaglia, 2001), *inhibición* y *supresión* de información irrelevante (Carretti y cols., 2009; De Beni y Palladino, 2000; Savage, Cornish, Manly, y Hollis, 2006), *focalización* en las tareas que demanda la lectura y *cambio de la atención* entre diversas tareas, operaciones o representaciones mentales. Parece evidente que, a mayor capacidad de la MO, mejor comprensión lectora, puesto que es posible disponer de más recursos cognitivos para responder a las demandas de los múltiples procesos que intervienen en la comprensión de un texto.

Asimismo, la MO se ha convertido en uno de los conceptos clave en la explicación de los procesos cognitivos superiores (Baddeley y Hitch, 1974; Baddeley, 1986, 2007). En este sentido, hay numerosos estudios que informan de la estrecha relación entre MO e inteligencia general (véase, p. ej., Ackerman, Beier, y Boyle, 2005; Colom, Abad, Quiroga, Shih y Flores-Mendoza, 2008; Engle, Tuholski, Laughlin, y Conway, 1999; Miyake, Friedman, Rettinger, Shah, y Hegarty, 2001), así como entre la MO y la inteligencia fluida (véase, p. ej., Cornoldi, 2006; Oberauer, Schulze, Wilhelm y Süß, 2005). Sin embargo, la naturaleza de los procesos subyacentes que explican esta relación todavía es objeto de debate teórico y empírico. Según sostienen Engle y cols. (Engle y cols., 1999; Kane y Engle, 2002; Unsworth y Engle, 2005), el EC constituye el componente crucial que explica las relaciones entre la MO y la inteligencia fluida, puesto que se encarga del control atencional en tareas complejas que requieren resistir la interferencia de información distractora. Dado que Friedman y cols. (2006) solo encontraron una relación directa entre la inteligencia y

la actualización (véase también Colom y cols., 2008), nos centraremos en tareas que miden esta última función ejecutiva.

En el presente trabajo se evalúan procesos—básicos y centrales— de la comprensión lectora, la MO y la inteligencia fluida en estudiantes de 3º curso de Educación Primaria. Se analizaron las relaciones entre las tres variables cognitivas y se estudió en qué medida los procesos ejecutivos de la MO y la inteligencia fluida contribuyen a explicar el nivel de comprensión lectora, analizando más concretamente su contribución en relación a los procesos centrales (i.e., activación de conocimiento previo, inferencias, integración de la información textual y el conocimiento del lector). Teniendo en cuenta los resultados de los estudios mencionados, esperábamos encontrar correlaciones significativas y positivas entre las medidas de comprensión lectora, MO e inteligencia fluida. Asimismo, esperábamos que las variables MO e inteligencia fluida mostrasen cierta capacidad predictiva del nivel de comprensión lectora de los escolares, contribuyendo cada una de ellas significativamente a explicar las variaciones observadas en las medidas de los procesos centrales de la comprensión.

## Método

### Participantes

Participaron 77 estudiantes de tercer curso de Educación Primaria ( $M = 8,61$  años;  $DT = .28$ ; niños 50 % de la muestra), procedentes de dos colegios públicos de clase sociocultural media, ubicados en la localidad de Alcobendas (Madrid). En este nivel educativo se suele producir un cambio significativo en el desarrollo de las habilidades más básicas de la lectura implicadas en el reconocimiento de las palabras, pasando a utilizarse con más relevancia la ruta visual-ortográfica que la vía fonológica (Defior, Justicia y Martos, 1998). En este estudio no participaron estudiantes con necesidades educativas especiales.

### Materiales

Todos los participantes realizaron cinco pruebas o tareas con las que se obtuvieron las medidas de comprensión lectora, MO e inteligencia fluida.

*Prueba de evaluación de las habilidades de identificación de palabras (ortografía).* Para medir las habilidades básicas de reconocimiento de la palabra escrita, utilizamos una prueba de ortografía adaptada a partir de la Batería de Evaluación de la Lectura (López-Higes, Mayoral, y Villoria, 2002), en la cual los lectores deben identificar el patrón ortográfico correcto de 20 palabras que se presentaban acompañadas, cada una de ellas, de dos pseudohomófonos (p. ej., *zanaoria*, *zahoria*, *canahoria*). La puntuación otorgada a cada participante es el número de palabras correctamente identificadas.

*Prueba de evaluación de la comprensión lectora.* Para obtener medidas de comprensión lectora, utilizamos la Prueba de Evaluación Diagnóstica de la Comprensión Lectora (EDICOLE; García-Madruga y cols., 2010), la adaptación española del Diagnostic Assessment of Reading Comprehension (DARC; August, Francis, Hsu y Snow, 2006; Francis et al., 2006). Esta prueba requiere que los participantes realicen la lectura silenciosa de tres textos narrativos breves. Cada texto describe la relación que, en función de determinada propiedad (p. ej., velocidad), se establece entre cinco elementos, dos de ellos reales y tres imaginarios. Integrando el conocimiento previo y la información dada explícitamente en el texto, el lector debe ser capaz de construir y representar mentalmente las relaciones transitivas entre los cinco elementos. Por ejemplo: “A María le gusta comer fruta. Lo que más le gusta comer son nacas. Una naca es como una naranja. Pero una naca es más grande que una naranja”. Después de cada uno de los textos,

el lector debe responder (sí/no/no sé) a 16 preguntas formuladas para evaluar cuatro procesos centrales de la comprensión (Hannon y Daneman, 2001): (a) *acceso y recuperación del conocimiento previo* relevante desde la MLP (p. ej., “¿Tiene piel una naranja?”); (b) *memoria* o recuerdo de la información nueva que se presenta en el texto (p. ej., “¿Le gusta a María la fruta?”); (c) *inferencias textuales*, es decir, inferencias realizadas a partir de la información que explícitamente proporciona el texto (p. ej., “¿Una naca es más pequeña que una naranja?”); y (d) *integración* del conocimiento previo activado en la MLP y la información nueva que proporciona el texto (p. ej., “¿Se pelan las nacas para comerlas?”). Los participantes leyeron los textos en silencio, a su propio ritmo de lectura, y respondieron a las cuestiones sin poder releer el texto. Las medidas de la comprensión se obtuvieron a partir del número de respuestas correctas a las preguntas de cada una de las categorías señaladas y en el total de la prueba. El análisis de consistencia interna con los 44 ítems, de los que consta el test, indicó un coeficiente alfa de Cronbach de .87 (EDICOLE; García-Madruga y cols., 2010).

**Pruebas de Memoria Operativa.** Para evaluar la capacidad de la MO y los procesos ejecutivos utilizamos dos pruebas que requieren almacenamiento y procesamiento verbal, ambas adaptadas a escolares de Educación Primaria:

1. **Prueba de MO de Analogías (Analogías)** adaptada para niños (Orjales y García-Madruga, 2010) a partir de la prueba desarrollada por Gutiérrez, García-Madruga, Carriedo, Vila y Luzón (2005). La estructura de esta prueba es muy similar a la clásica Tarea de Amplitud Lectora (PAL; Daneman y Carpenter, 1980), una tarea compleja que mide la capacidad de MO<sup>1</sup> a partir de una doble demanda: almacenar información mientras, simultáneamente, se procesa la misma u otra información concurrente (Miyake y cols., 2001). En esta prueba, los participantes deben leer en voz alta y resolver una serie de analogías verbales y, simultáneamente, mantener en la MO las palabras que las resuelven; al final de cada serie, deben recordar y decir las palabras-solución en el mismo orden serial de presentación de las analogías en la pantalla de un ordenador. Las analogías verbales son simples y fáciles de resolver; por ejemplo: “Profesor es a colegio como médico es a: a) medicina; b) hospital”. En esta prueba se ven implicados los procesos ejecutivos, ya que los lectores deben centrar e intercambiar la atención entre dos actividades diferentes, aunque directamente relacionadas: la primera requiere leer y conectar la información del enunciado de la analogía con el conocimiento previo almacenado en la MLP (resolver la analogía); la segunda, mantener en la MO la palabra-solución seleccionada hasta que, finalmente, se recuerden todas las de la serie. La tarea tiene varios niveles de dificultad, de manera que ésta aumenta a medida que se incrementa el número de analogías (entre 2 y 6) que componen una serie; cada nivel se compone de tres series de analogías. El número máximo de palabras recordadas de la serie puede considerarse una medida apropiada de la capacidad de la MO.

2. **Prueba de Actualización Semántica (PASE).** Basada en la tarea de Palladino y cols. (2001), desarrollamos una nueva prueba de Actualización Semántica, para escolares de Educación Primaria. Se presenta un listado de palabras que incluye ocho nombres concretos de objetos o de seres vivos muy familiares para los

niños. La tarea requiere seleccionar y recordar un número previamente determinado de elementos de mayor tamaño en cada lista. La prueba consta de nueve listas que se agrupan en tres series organizadas en orden creciente de dificultad, desde 2 hasta 4 elementos a recordar. Las palabras que se incluyen en cada lista se presentan escritas en el centro de la pantalla de un ordenador, a un ritmo de 2 segundos por palabra, mientras son leídas en voz alta por el experimentador (p. ej., elefante, guisante, bombilla, teléfono, gafas, tren, diente, lápiz). El final de cada listado se indica mediante una señal visual, momento en el que el participante debe decir los nombres de los elementos más grandes (p. ej., elefante, tren), en el mismo orden serial en el que fueron presentados. La medida dependiente es el nivel máximo de precisión con el que se recuerdan las palabras de las listas de una serie. Dado que no se indica previamente en qué posición aparecerán las palabras a recordar, los participantes deben ir cambiando continuamente el contenido de su MO durante la presentación de la lista, mediante procesos que suprimen los elementos irrelevantes y los sustituyen por los nuevos nombres que cumplan el criterio semántico señalado. Las operaciones que requiere una tarea de actualización se pueden descomponer en tres procesos esenciales: recuperación, transformación y sustitución (Ecker, Lewandowsky, Oberauer y Chee, 2010). Es decir, además de centrar la atención en cada nuevo elemento y de conectar con el conocimiento previo almacenado en la MLP, la tarea requiere aplicar simultáneamente procesos de inhibición y actualización.

Como sugieren Ecker y cols. (2010), las tareas de actualización y las tareas que miden la capacidad de MO (p. ej. la Prueba de MO de Analogías) comparten ciertos procesos ejecutivos, si bien las habilidades de sustitución son independientes y contribuyen de manera propia e independiente en la predicción de las habilidades mentales de alto nivel. Por tanto, consideramos que ambas tareas, Analogías y PASE, proporcionan medidas complementarias y diferentes de la MO. De este modo, se miden dos aspectos de la MO implicados en la comprensión lectora: mantener la información relevante en la MO y actualizarla con nuevos contenidos.

**Test de Inteligencia fluida.** Utilizamos la subprueba de Matrices del Test Breve de Inteligencia de Kaufman (K-BIT; Kaufman y Kaufman, 2000) para evaluar la inteligencia fluida (no verbal). Esta prueba mide la habilidad de los niños para percibir relaciones espaciales y resolver analogías abstractas. La medida obtenida se puede considerar el resultado de aplicar los procesos ejecutivos de la MO a la resolución de problemas nuevos. Dado que los ítems contienen figuras abstractas, no palabras, permite obtener una medida de la habilidad no verbal, incluso en escolares con habilidades lingüísticas limitadas. Para la versión española, el coeficiente de fiabilidad de la escala de Matrices es .80, para niños de ocho años.

#### Procedimiento

Las pruebas de Ortografía y de comprensión lectora (EDICOLE) se realizaron en una sesión grupal, en el aula de los participantes, mientras que las restantes (Analogías, PASE y K-BIT Matrices) se realizaron individualmente (50 minutos, aproximadamente) en una sala del centro educativo seleccionada al efecto, aleatorizando el orden de presentación de las mismas.

#### Resultados

En la Tabla 1 se muestran los estadísticos descriptivos para las medidas de comprensión lectora, MO e inteligencia fluida, así como los índices de correlación (Pearson) entre las variables estudiadas. La puntuación media en las medidas de las habilidades básicas y complejas implicadas en la comprensión lectora (Ortografía y EDICOLE)

<sup>1</sup> La capacidad de MO se suele medir mediante tareas complejas que requieren almacenar información durante un periodo breve de tiempo mientras, simultáneamente, se procesa otra información adicional, incluso en ocasiones no relacionada. Un ejemplo de estas tareas es la clásica Tarea de Amplitud Lectora (Reading Span Task; Daneman y Carpenter, 1980), en la que los participantes realizan juicios semánticos acerca de cada oración que leen de una serie, al mismo tiempo que deben recordar la última palabra de cada una de las oraciones que componen la serie. Como argumentan Baddeley y Hitch (1974), el componente de procesamiento que forma parte de la tarea está controlado por el EC, mientras que el almacenamiento se lleva a cabo por el componente específico de dominio —fonológico o visoespacial— acorde con la naturaleza —verbal o visoespacial, respectivamente— de la información.



**Tabla 1**

Estadísticos descriptivos (Media, Desviación Típica) e índices de correlación (Pearson) entre las diferentes medidas de lectura, memoria operativa e inteligencia fluida

| Medidas (n=77)             | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <i>Lectura</i>             |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 1. Ortografía              |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2. EDICOLE-Memoria         | .23* |      |      |      |      |      |      |      |
| 3. EDICOLE-Inferencias     | .15  | .54* |      |      |      |      |      |      |
| 4. EDICOLE-Integración     | .13  | .47* | .67* |      |      |      |      |      |
| 5. EDICOLE-Total           | .18  | .71* | .86* | .91* |      |      |      |      |
| <i>Memoria Operativa</i>   |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 6. Analogías               | .01  | .40* | .35* | .19* | .33* |      |      |      |
| 7. Actualización Semántica | .20* | .27* | .48* | .35* | .44* | .26* |      |      |
| <i>Inteligencia fluida</i> |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 8. K-BIT-Matrices          | .01  | .34* | .35* | .37* | .44* | .31* | .30* |      |
| Media                      | 15,9 | 9,58 | 6,21 | 8,18 | 23,9 | 5,31 | 8,81 | 28,1 |
| Desviación Típica          | 2,47 | 1,83 | 2,72 | 3,97 | 7,41 | 3,54 | 5,47 | 4,23 |

\* $p < .05$ 

son similares a las obtenidas en estudios previos con estas mismas pruebas (15.08 y 21.09, respectivamente; López-Escribano, Elosúa, Gómez-Veiga y García-Madruga, 2013). Asimismo, la media obtenida en la subprueba de matrices de K-BIT se sitúa dentro del rango de normalidad para esta edad. Cabe señalar que el 96 % de los participantes respondieron correctamente al 100% de las preguntas de EDICOLE cuya respuesta requería acceder y utilizar conocimiento previo del lector, por lo que en los siguientes análisis nos centraremos en las medidas de memoria, inferencias e integración.

Como se predijo, se puede observar un patrón de correlaciones significativas y positivas entre las medidas de comprensión lectora, MO e inteligencia fluida. En particular, las correlaciones entre las medidas de comprensión (EDICOLE: memoria, inferencias e integración) son elevadas, con un rango de coeficientes de correlación entre  $r = .47$  y  $r = .91$ ,  $p < .05$ , y moderadas entre éstas y las medidas de MO e inteligencia fluida (K-BIT Matrices), con un rango de coeficientes de correlación entre  $r = .19$  y  $r = .48$ ,  $p < .05$ . Cabe decir que la medida de Ortografía solo correlaciona significativamente con la medida de EDICOLE-memoria, pero no con las medidas de inferencia e integración, lo que se explica por las propias características con las que se ha diseñado la prueba tratando de minimizar el efecto de los procesos más básicos de la lectura. Asimismo, como se esperaba, las medidas de MO e inteligencia fluida correlacionan significativa y positivamente, con coeficientes entre  $r = .26$  y  $r = .31$ ,  $p < .05$ . Por tanto, comprobamos que se establece un patrón de correlaciones significativas y positivas entre las variables cognitivas estudiadas: comprensión lectora (memoria, inferencias, integración, EDICOLE-total), MO (Analogías y Actualización Semántica) e inteligencia fluida, mostrando en esta edad asociaciones tan próximas entre comprensión y procesos ejecutivos de la MO como entre comprensión e inteligencia fluida, medidas dichas variables a través de las pruebas que hemos descrito.

A continuación, se realizaron análisis de regresión lineal múltiple para comprobar qué variables predicen significativamente el rendimiento en la prueba de comprensión lectora en la muestra estudiada ( $n = 77$ ). En primer lugar, se introdujeron las cuatro variables predictoras simultáneamente —ortografía, Analogías, Actualización Semántica (PASE), inteligencia fluida (K-BIT Matrices)— a fin de explorar la importancia o peso relativo de cada una de ellas en la comprensión (EDICOLE-Total). Como se muestra en la Tabla 2, las variables que contribuyen de manera significativa a explicar el rendimiento en comprensión lectora son inteligencia fluida (K-BIT Matrices) y MO (concretamente, PASE), explicando casi en igual medida la mayor proporción de la varianza en EDICOLE-total (30 y 28 %, respec-

**Tabla 2**

Resultados del análisis de regresión lineal múltiple, tomando como variable dependiente EDICOLE-Total y variables predictoras MO (PASE y Analogías), K-BIT Matrices y Ortografía

| Variable EDICOLE-total            | B   | R <sup>2</sup> | Beta estandarizado | t     | Correlación semiparcial |
|-----------------------------------|-----|----------------|--------------------|-------|-------------------------|
| <b>VARIABLES predictoras</b>      |     |                |                    |       |                         |
|                                   | .33 |                |                    |       |                         |
| K-BIT Matrices                    | .52 | .30            |                    | 2,86* | .27                     |
| MO Actualización Semántica (PASE) | .38 | .28            |                    | 2,71* | .26                     |
| MO Analogías                      | .34 | .16            |                    | 1,64  | .15                     |
| Ortografía                        | .33 | .11            |                    | 1,14  | .11                     |

\* $p < .05$ 

tivamente). En conjunto, las variables predictoras explican el 33 % de la varianza en comprensión lectora (EDICOLE-total;  $R^2 = .33$ ;  $R^2$  corregida = .29;  $F(4, 72) = 12.03$ ;  $p < .001$ ).

Posteriormente, basándonos en los resultados del anterior análisis de regresión en el que se muestra que las medidas de inteligencia fluida y de MO (con PASE y Analogías como covariables) explican la mayor proporción de la varianza en comprensión lectora, se introdujeron esas dos variables como predictoras en los respectivos análisis de regresión lineal jerárquica, siendo las medidas criterio: EDICOLE-memoria, EDICOLE-inferencias y EDICOLE-integración. Los resultados se muestran en la Tabla 3. Las variables predictoras se introdujeron en un orden (primero inteligencia fluida, seguida luego de MO) y en el inverso (primero MO, seguida luego de inteligencia fluida) para examinar la varianza explicada por cada variable, más allá de la aportación efectuada por la otra. Como se puede observar, en el Modelo 1, la inteligencia fluida explica una proporción significativa (10%) de la varianza en EDICOLE-memoria, mientras que la MO explica una varianza adicional del 12%; en el segundo modelo, introduciendo las medidas de MO en primer lugar, éstas explican el 18% de la varianza —siendo significativa la contribución de Analogías—, mientras que K-BIT Matrices explica un 4% adicional de la varianza. En los siguientes dos modelos, la variable dependiente es EDICOLE-inferencias. Los resultados nos indican que K-BIT Matrices, introducido en primer lugar, explica el 12% de la varianza, mientras que las dos covariables de MO contribuyen significativamente a explicar un 19% adicional; en cambio, cuando se introduce en primer lugar la MO como variable predictor, ésta explica el 26% de la varianza en inferencias y K-BIT

Matrices solo explica un 5% adicional. Con respecto a la variable EDICOLE-integración, al introducir K-BIT Matrices como primera variable predictora, ésta explica el 14% de la varianza y un 6% adicional lo explica la MO introducida en segundo lugar (Modelo 5), siendo significativa la aportación de PASE. Por otra parte, el Modelo 6 muestra que, si se introducen ambas variables en el orden inverso, entonces la MO explica el 13% de la varianza y K-BIT Matrices aporta un 7% adicional. Finalmente, los modelos 7 y 8 indican qué porcentaje de la varianza de EDICOLE-Total explican significativamente K-BIT Matrices y MO cuando se introducen en primer lugar (19 y 12%, respectivamente) y qué porcentaje adicional explican cuando se introducen en segundo lugar (24 y 7%, respectivamente), siendo significativa la contribución de PASE pero no de Analogías.

Por tanto, aunque inteligencia y MO son variables estrechamente relacionadas que explican una parte significativa del rendimiento en la prueba de comprensión lectora, sin embargo, ambas habilidades cognitivas contribuyen de manera propia y significativa a explicar una parte sustancial de la varianza en las medidas de los procesos de memoria, inferencias e integración que intervienen en la comprensión lectora. De las dos medidas de MO, el rendimiento en la prueba de actualización semántica es la que contribuye significativamente a predecir las medidas de inferencias, de integración y la puntuación global de comprensión lectora, lo que corrobora los resultados de

estudios previos (p. ej., Carretti y cols., 2005; Palladino y cols., 2001) que indican que la función de actualización en la MO está directamente relacionada con los procesos de actualización durante la comprensión lectora.

## Discusión

El principal objetivo de este estudio fue explorar la capacidad predictiva de los procesos ejecutivos de la MO con respecto al nivel de comprensión lectora, analizándolo junto a la contribución que pueden realizar las habilidades más básicas de la lectura y la inteligencia fluida en escolares de Educación Primaria. Nos planteamos esta meta guiados por dos motivos, fundamentalmente. En primer lugar, tratamos de aportar nuevos datos al debate en torno a las asociaciones que, teórica y empíricamente, se han establecido entre MO e inteligencia, y entre ellas y la comprensión lectora. En segundo lugar, dado que las tres son variables cognitivas relevantes en la educación, nos parece importante determinar su peso o importancia relativa para poder diseñar y trasladar al ámbito educativo propuestas de mejora de las funciones cognitivas que subyacen al desarrollo de la comprensión lectora.

Con respecto a la primera cuestión, los resultados de este estudio proporcionan nuevos datos con respecto a la estrecha relación entre

**Tabla 3**  
Resultados de los análisis de regresión lineal jerárquica, tomando como variables dependientes EDICOLE (memoria, inferencias, integración) y como variables predictoras K-BIT Matrices (K-BIT M) y MO (PASE y Analogías)

| Variable dependiente       | Variables predictoras | B   | R <sup>2</sup> | Cambio en R <sup>2</sup> | Cambio en F | β   | t      | Correlación semiparcial |
|----------------------------|-----------------------|-----|----------------|--------------------------|-------------|-----|--------|-------------------------|
| <b>EDICOLE-memoria</b>     |                       |     |                |                          |             |     |        |                         |
| Modelo 1:                  | 1. K-BIT M            | .90 | .10            | .11                      | 9.72*       | .20 | 1.87   | .19                     |
|                            | 2. MO                 |     | .22            | .10                      | 5.08*       |     |        |                         |
|                            | PASE                  | .42 |                |                          |             | .12 | 1.14   | .11                     |
|                            | Analogías             | .15 |                |                          |             | .30 | 2.73*  | .28                     |
| Modelo 2:                  | 1. MO                 |     | .18            | .18                      | 8.44*       |     |        |                         |
|                            | PASE                  | .11 |                |                          |             | .12 | 1.14   | .11                     |
|                            | Analogías             | .28 |                |                          |             | .30 | 2.72*  | .28                     |
|                            | 2. K-BIT M            | .19 | .22            | .03                      | 3.40        | .20 | 1.87   | .19                     |
| <b>EDICOLE-inferencias</b> |                       |     |                |                          |             |     |        |                         |
| Modelo 3:                  | 1. K-BIT M            | .11 | .12            | .12                      | 10.77*      | .18 | 1.71   | .16                     |
|                            | 2. MO                 |     | .31            | .18                      | 9.99**      |     |        |                         |
|                            | PASE                  | .18 |                |                          |             | .37 | 3.62*  | .35                     |
|                            | Analogías             | .15 |                |                          |             | .20 | 1.92*  | .18                     |
| Modelo 4:                  | 1. MO                 |     | .26            | .28                      | 14.80**     |     |        |                         |
|                            | PASE                  |     |                |                          |             | .37 | 3.62** | .35                     |
|                            | Analogías             | .18 |                |                          |             | .20 | 1.92*  | .18                     |
|                            | 2. K-BIT M            | .15 | .31            | .02                      | 2.94        | .18 | 1.71   | .16                     |
|                            |                       | .11 |                |                          |             |     |        |                         |
| <b>EDICOLE-integración</b> |                       |     |                |                          |             |     |        |                         |
| Modelo 5:                  | 1. K-BIT M            | .26 | .14            | .14                      | 12.25**     | .28 | 2.52*  | .26                     |
|                            | 2. MO                 |     | .20            | .06                      | 2.97*       |     |        |                         |
|                            | PASE                  | .18 |                |                          |             | .25 | 2.31*  | .24                     |
|                            | Analogías             | .04 |                |                          |             | .03 | 0.33   | .03                     |
| Modelo 6:                  | 1. MO                 |     | .13            | .13                      | 5.80*       |     |        |                         |
|                            | PASE                  | .18 |                |                          |             | .25 | 2.31*  | .24                     |
|                            | Analogías             | .04 |                |                          |             | .03 | 0.33   | .03                     |
|                            | 2. K-BIT M            | .26 | .20            | .07                      | 6.39*       | .28 | 2.52*  | .26                     |
| <b>EDICOLE-total</b>       |                       |     |                |                          |             |     |        |                         |
| Modelo 7:                  | 1. K-BIT M            |     | .19            | .19                      | 17.73**     | .29 | 2.81*  |                         |
|                            | 2. MO                 |     | .31            | .12                      | 6.85*       |     |        |                         |
|                            | PASE                  |     |                |                          |             | .31 | 3.00*  |                         |
|                            | Analogías             |     |                |                          |             | .16 | 1.58   |                         |
| Modelo 8:                  | 1. MO                 |     | .24            | .24                      | 12.03**     |     |        |                         |
|                            | PASE                  | .42 |                |                          |             | .31 | 3.00*  | .29                     |
|                            | Analogías             | .34 |                |                          |             | .16 | 1.58   | .15                     |
|                            | 2. K-BIT M            | .51 | .31            | .07                      | 7.90*       | .29 | 2.81*  | .27                     |

las habilidades de comprensión lectora y la MO (p. ej., Daneman y Merickle, 1996; Hannon y Daneman, 2001, 2004; Just y Carpenter, 1992). Al igual que en estudios previos, verificamos que el rendimiento en las tareas de MO constituye un buen predictor del nivel de comprensión lectora en niños (véase, p. ej., Cain y cols., 2004; Seigneuric y cols., 2000), en particular, el rendimiento en la prueba de actualización semántica (PASE), como así también demostraron Carretti y cols. (2005). Esta tarea requiere seleccionar información relevante y suprimir la irrelevante y, como mostraron los análisis de regresión, la MO tiene un papel tan relevante como la inteligencia fluida para explicar la variabilidad en los procesos centrales de la comprensión lectora (inferencias e integración). Además de recordar información textual, los procesos de integración e inferencia requieren construir y manipular en la MO un modelo de situación que represente las relaciones entre los cinco elementos que se describen en cada texto de EDICOLE, lo que exige, a su vez, conectar ideas textuales con el conocimiento previo que aporte el lector a partir de su MLP. Los resultados confirman los hallados por diversos autores en cuyos estudios se encuentran relaciones significativas entre la comprensión lectora y los procesos de actualización en la MO (Carretti y cols., 2005; Palladino y cols., 2001), inhibición (Carretti y cols., 2009; De Beni y Palladino, 2000; Savage y cols., 2006) e integración de información textual y conocimiento almacenado en la MLP (Swanson y cols., 2006). Asimismo, nuestros datos apuntan en la misma dirección que los trabajos que muestran que los lectores con dificultades de comprensión suelen mostrar también dificultades en tareas de MO (Swanson y Ashbaker, 2000), aunque no se pueda sostener una relación causal a partir de un estudio correlacional.

Los análisis de regresión confirman que las variables que predicen EDICOLE-inferencias son PASE y Analogías, mientras que las que predicen EDICOLE-integración son PASE y K-BIT Matrices. Así, la capacidad de K-BIT para predecir procesos complejos de la comprensión, en particular, los procesos de integración, respalda nuestra idea de que la inteligencia fluida constituye una medida del resultado de aplicar los procesos ejecutivos a la solución de problemas nuevos.

Ahora bien, los resultados también indican que, si bien MO e inteligencia fluida son dos variables directamente relacionadas (Ackerman y cols., 2005; Conway, Cowan, Bunting, Theriault y Minkoff, 2002; Engle y cols., 1999; Colom y cols., 2008), sin embargo, representan habilidades cognitivas disociables en los primeros cursos de la educación formal, lo que no obsta para apoyar la idea de que la relación entre MO e inteligencia atañe a una base común que explica su capacidad predictiva de la comprensión. Esta idea es consistente con los trabajos de Engle (2010) que subrayan la importancia de los mecanismos de control atencional y los identifican como la base común entre la inteligencia fluida y el papel del EC en la MO.

Por el contrario, las habilidades ortográficas no contribuyeron significativamente a explicar la varianza en los procesos de inferencia e integración por lectores de tercer curso de Educación Primaria. Este resultado no es inesperado, dado que las habilidades básicas de reconocimiento visual de las palabras escritas ya han alcanzado un nivel de desarrollo suficiente en este ciclo educativo y pasan a ocupar un uso preferente con respecto a la vía fonológica de descodificación (véase, Defior y cols., 1998). Además, la prueba EDICOLE minimiza el efecto de tales habilidades en los procesos centrales de la comprensión (August y cols., 2006). En cambio, las correlaciones son significativas en Ortografía y EDICOLE-memoria y PASE, resultado que se puede explicar a partir de la práctica habitual en las aulas de tareas escolares que implican aprender y reconocer las características ortográficas de las palabras.

Por tanto, los resultados de este estudio apoyan las hipótesis planteadas inicialmente y proporcionan nueva evidencia sobre la importancia de los procesos ejecutivos de la MO en la comprensión lectora. Las implicaciones educativas que pudieran derivarse de nuestro trabajo sugieren que la detección temprana para prevenir dificultades en el funcionamiento ejecutivo de los lectores podría constituir una

estrategia adecuada para evitar, a su vez, dificultades específicas de aprendizaje de la lectura, entre otras. Adquirir la competencia lectora constituye, indudablemente, un requisito para el aprendizaje significativo y la consiguiente adquisición de conocimientos. Sabemos que las diferencias individuales en la MO pueden tener repercusiones importantes en la adquisición de nuevos conocimientos y habilidades durante la infancia, entre ellas, la comprensión lectora (Cowan y Alloway, 2009). El desarrollo de la CL no solo conlleva adquirir y dominar las habilidades más básicas de descodificación del texto y acceso al léxico —requisito para el desarrollo de la comprensión profunda y objetivo en el que suele centrarse la instrucción formal durante los primeros años de alfabetización—, sino también la adquisición de habilidades de búsqueda y construcción del significado, lo que requiere una actividad más estratégica y un adecuado control metacognitivo por parte del lector (García Madruga, 2006). En este sentido, los métodos de instrucción deberían promover tanto las habilidades básicas y complejas de construcción de significado como las habilidades ejecutivas de la MO. En este sentido, recientemente, algunos autores sugieren que el funcionamiento de la MO se puede mejorar a través de la instrucción en entornos educativos (e.g., Gathercole, Lamont y Alloway, 2006; Meltzer, Pollica, y Barzillai, 2007), aunque la eficacia de este planteamiento es cuestionada por otros autores (e.g., Melby-Lervag y Hulme, 2012). Ahora bien, se han propuesto diferentes programas de instrucción eficaces en estrategias que promueven diversas funciones relacionadas con la comprensión lectora y otras tareas de aprendizaje, entre ellas, las funciones de planificación y el establecimiento de objetivos, la organización y actualización de la información, el control y la comprobación de los propios resultados (p. ej., Gathercole y cols., 2006; Meltzer y cols., 2007). Es más, hay datos que indican que el entrenamiento en MO puede mejorar la inteligencia (Jaeggi, Buschkuhl, Jonides, y Perrig, 2008). Otros autores mostraron que los estudiantes de diferentes edades y adultos jóvenes pueden mejorar en diversas medidas de MO y de inteligencia después de seguir una programa intensivo de entrenamiento de la MO, incluso los que presentaban TDAH (p. ej., Jaeggi y cols., 2008). En particular, nos interesa destacar que en nuestro contexto se han encontrado efectos beneficiosos de un programa de entrenamiento de los procesos ejecutivos de la MO para la mejora de la CL (García-Madruga y cols., 2013), corroborando los resultados obtenidos por Dahlin (2011) con estudiantes de Educación Primaria con necesidades educativas especiales.

En suma, podemos concluir que, en términos generales, hemos confirmado la relación entre la comprensión lectora y los procesos ejecutivos de la MO, mostrando resultados que verifican el papel esencial de éstos en aquélla. Asimismo, destacamos la presentación de diversas tareas que permiten, más allá de los propósitos de la investigación, detectar signos que alerten de posibles dificultades en el funcionamiento de estas habilidades cognitivas con repercusiones en el aprendizaje de los estudiantes.

Por último, cabe señalar que este estudio presenta ciertas limitaciones que habría que solventar en futuros trabajos. En primer lugar, se trata de un estudio inicial sobre la relación entre variables cognitivas mencionadas, por lo que sería necesario analizarlas en una muestra más amplia y diversa de estudiantes a lo largo de la Educación Primaria y Secundaria. Además, sería conveniente utilizar otras pruebas de comprensión lectora que aporten medidas complementarias a las obtenidas con EDICOLE, así como diseñar y utilizar tareas específicas que evalúen diferentes procesos ejecutivos de la MO mientras participan en actividades —directa o indirectamente— relacionadas con la comprensión.

### Extended summary

The aim of this paper is focused on the executive functions of WM, their relationship with fluid intelligence and reading comprehension in primary school. Reading comprehension is a

complex cognitive task that involves the simultaneous process of extracting and constructing meaning. It is well established that working memory (WM) is involved in reading comprehension. The comprehension of difficult texts such as those read by students at school requires readers to apply the WM's executive processes (WM's EP), such as focusing on complex reading tasks, switching attention between diverse cognitive tasks involved in text processing, activating knowledge from long-term memory and updating an integrated representation of the meaning of the text, as well as inhibiting possible representations and discarding irrelevant information. Further, diverse authors have confirmed that executive functions predict fluid intelligence in children and young adults, and they have also underscored the special role of the WM updating processes. The main purposes of the study were (1) to examine the relationships between measures of children's reading abilities, WM's EP and fluid intelligence, and (2) to assess the contribution of WM's EP and fluid intelligence measures to predict reading comprehension. The sample included 77 children attending to third grade. All participants completed two WM executive processing tasks (Analogy Test of WM, and Semantic Updating test), two reading tests (Orthography, and EDICOLE: Spanish Diagnostic Assessment of Reading Comprehension), and a fluid intelligence test (K-BIT Matrices). As predicted, results showed a pattern of positive correlations between reading comprehension, WM and fluid intelligence measures. More precisely, the Orthography measure correlated significantly with EDICOLE-memory, and the correlation was also positive with Semantic Updating. The Semantic Updating test correlated significantly with EDICOLE-memory, inferences and integration. K-BIT Matrices reliably correlated with the three component measures of EDICOLE (memory, inferences and integration). Likewise, fluid intelligence correlated significantly with Semantic Updating and Analogy WM measures. In order to assess the capacity of WM's EP and fluid intelligence to predict reading comprehension, we carried out four hierarchical regression analyses on the main variables: EDICOLE-total, memory, inferences, integration. The independent variables were Semantic Updating and Analogy WM tests, and KBIT Matrices. Regression analyses showed that the highest cognitive variables –particularly Semantic Updating, and fluid intelligence– predicted reading comprehension. Both kinds of variables, executive processes and fluid intelligence, explained more than 33% of the variance in reading comprehension (EDICOLE-total).

#### Fuente de financiación

Esta investigación ha sido financiada mediante el proyecto DGI-CYT PSI2008-00754 del Ministerio de Ciencia e Innovación (España).

#### Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a los alumnos y profesores de los colegios públicos "Emilio Casado" y "Valdepalitos", de la localidad de Alcobendas (Madrid), que participaron en este estudio.

#### Referencias

- Ackerman, P. L., Beier, M. E. y Boyle, M. O. (2005). Working memory and intelligence: The same or different constructs? *Psychological Bulletin*, 131(1), 30–60.
- Alloway, T. P. (2011). *Improving working memory. Supporting student's learning*. London: Sage.
- Alloway, T. P. y Alloway, R. G. (2010). Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment. *Journal of Experimental Child Psychology*, 106(1), 20–29.
- August, D., Francis, D.J., Hsu, H.A. y Snow, C.E. (2006). Assessing reading comprehension in bilinguals. *The Elementary School Journal*, 107(2), 221–238.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (2007). *Working memory, thought, and action*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Baddely, A. D. (2012). Working Memory: Theories, Models and Controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, 1–29.
- Baddeley, A. D. y Hitch, G. (1974). Working memory. En G. A. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 8, pp. 47–89). New York: Academic.
- Baddeley, A. D. y Logie, R. H. (1999). Working memory: The multiple component model. En A. Miyake y P. Shah (Eds.), *Models of working memory: mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 28–61). Cambridge: Cambridge University Press.
- Bull, R. y Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology*, 19(3), 273–293.
- Cain, K y Oakhill, J. V. (2007). *Children's comprehension problems in oral and written language*. New York: Guilford.
- Cain, K., Oakhill, J. y Bryant, P. (2004). Children's reading comprehension ability: Concurrent prediction by working memory, verbal ability, and component skills. *Journal of Educational Psychology*, 96(1), 31–42.
- Carretti, B., Borella, E., Cornoldi, C. y De Beni, R. (2009). Role of working memory in explaining the performance of individuals with specific reading comprehension difficulties: A meta-analysis. *Learning and Individual Differences*, 19(2), 246–251.
- Carretti, B., Cornoldi, C., De Beni, R. y Romanò, M. (2005). Updating in working memory: A comparison of poor and good comprehenders. *Journal of Experimental Child Psychology*, 91(1), 45–66.
- Colom, R., Abad, F. J., Quiroga, M. A., Shih, P. C. y Flores-Mendoza, C. (2008). Working memory and intelligence are highly related constructs, but why? *Intelligence*, 36, 584–606.
- Conway, A. R. A., Cowan, N., Bunting, M. F., Theriault, D. J. y Minkoff, S. R. B. (2002). A latent variable analysis of working memory capacity, short-term memory capacity, processing speed, and general fluid intelligence. *Intelligence*, 30, 163–183.
- Conway, A. R. A., Jarrold, C. E., Kane, M. J., Miyake, A. y Towse, J. N. (2007). *Variation in working memory*. Oxford University Press.
- Cornoldi, C. (2006). The contribution of cognitive psychology to the study of human intelligence. *European Journal of Cognitive Psychology*, 18(1), 1–17.
- Cowan, N., y Alloway, T. (2009). The Development of working memory. En M. Courage & N. Cowan (Eds.), *The development of memory in infancy and childhood* (pp. 303–342). Hove, East Sussex, UK: Psychology Press.
- Dahlin, K. I. E. (2011). Effects of working memory training on reading in children with special needs. *Reading and writing*, 24, 479–491.
- 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 Merickle, P. M. (1996). Working memory and comprehension: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 3, 422–433.
- De Beni, R. y Palladino, P. (2000). Intrusion errors in working memory tasks: Are they related with reading comprehension ability? *Learning and Individual Differences*, 12(2), 131–143.
- de Beni, R., Palladino, P., Pazzaglia, F. y Cornoldi, C. (1998). Increases in intrusion errors and working memory deficit of poor comprehenders. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 51, 305–320.
- Defior, S., Justicia, F. y Martos, F. (1998). Desarrollo del reconocimiento de palabras en lectores normales y retrasados en función de diferentes variables lingüísticas. *Infancia y Aprendizaje*, 83, 59–74.
- Ecker, U. K., Lewandowsky, S., Oberauer, K. y Chee, A. E. (2010). The components of working memory updating: An experimental decomposition and individual differences. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 36(1), 170.
- Engle, R. W. (2010). Role of working memory capacity in cognitive control. *Current Anthropology*, 51, 51.
- Engle, R. W., Kane, M. J. y Tuholsky, 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: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 102–134). Cambridge: Cambridge University Press.
- Engle, R. W., Tuholski, S. W., Laughlin, J. E. y Conway, A. R. A. (1999). Working memory, short-term memory and general fluid intelligence. A latent-variable approach. *Journal of Experimental Psychology: General*, 128, 309–331.
- Francis, D. J., Snow, C. E., August, D., Carlson, C. D., Miller, J. y Iglesias, A. (2006). Measures of reading comprehension: A latent variable analysis of the diagnostic assessment of reading comprehension. *Scientific Studies of Reading*, 10, 301–322.
- Friedman, N. P., Miyake, A., Corley, R. P. young, S. E., DeFries, J. C. y Hewitt, J. K., (2006). Not all executive functions are related to intelligence. *Psychological Science*, 17, 172–179.
- García-Madruga, J. A. (2006). *Lectura y conocimiento*. Barcelona: Paidós.
- García-Madruga, J. A., Elosúa, M. R., Gil, L., Gómez-veiga, I., Vila, J. Ó., Orjales, I. y Duque, G. (2013). Reading Comprehension and Working Memory's Executive Processes: An Intervention Study in Primary School Students. *Reading Research Quarterly*, 48(2), 155–174.
- García-Madruga, J. A. y Fernández Corte, T. (2008). Memoria operativa, comprensión lectora y razonamiento en la educación secundaria. *Anuario de Psicología*, 39(1), 133–157.
- García Madruga, J. A., Pérez, E., Gómez-veiga, I., Orjales, I., Gil, L., Elosúa, R. y López-Escribano, C. (2010). Prueba de comprensión lectora para enseñanza primaria: EDICOLE (evaluación diagnóstica de la comprensión lectora). Unpublished work.
- Gathercole, S. E., Lamont, E. y Alloway, T. P. (2006). Working memory in the classroom. En S. Pickering (Ed.), *Working memory and education* (pp. 219–240). San Diego, CA: Academic.
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Knight, C. y Stegmann, Z. (2004). Working memory skills and educational attainment: Evidence from national curriculum assessments at 7 and 14 years of age. *Applied Cognitive Psychology*, 18(1), 1–16.
- Gutiérrez, F., García-Madruga, J. A., Carriedo, N., Vila, J. O. y Luzón, J. M. (2005). Dos pruebas de amplitud de memoria operativa para el razonamiento. *Cognitiva*, 17 (2), 183–207.



- Hannon, B. y Daneman, M. (2001). A new tool for measuring and understanding individual differences in the component process of reading comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 93(1), 103-128.
- Hannon, B. y Daneman, M. (2004). Shallow semantic processing of text: An individual-differences account. *Discourse Processes*, 37(3), 187-204.
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J. y Perrig, W. J. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(19), 6829-6833.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness* (Vol. 6). Harvard University Press.
- Just, M. A. y Carpenter, P. A. (1992). A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review*, 99(1), 122-149.
- Kane, M. J. y Engle, R. W. (2002). The role of prefrontal cortex in working-memory capacity, executive attention, and general fluid intelligence: An individual-differences perspective. *Psychonomic Bulletin y Review*, 9, 637-671.
- Kaufman, A. S. y Kaufman, N. L. (2000). *K-BIT, test breve de inteligencia de Kaufman* [K-BIT, the brief test of intelligence by Kaufman]. New York: PsychCorp.
- Kintsch, W. (1998). *Comprehension: A paradigm for cognition*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- López-Escribano, C., Elosúa de Juan, M. R., Gómez-Veiga, I., y García-Madruga, J. A. (2013). A predictive study of Reading comprehension in third-grade Spanish students. *Psicothema*, 25, 199-205.
- López-Higes, R., Mayoral, J. A. y Villoria, C. (2002). *Batería de Evaluación de la Lectura-BEL*. Madrid: Psymtec.
- Melby-Lervag, M. y Hulme, C. (2012). Is working memory training effective? A meta-analytic review. *Developmental Psychology*. Advance online publication.
- Meltzer, L., Pollica, L. y Barzillai, M. (2007). Executive function in the classroom: Embedding strategy instruction into daily teaching practices. En L. Meltzer (Ed.), *Executive function in education: From theory to practice* (165-193). New York: Guilford.
- Miyake, A. y Friedman, N. P. (2012). The Nature and Organization of individual differences in Executive Functions: Four General Conclusions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(1), 8-14.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H. y Howerter, A. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49-100.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Rettinger, D. A., Shah, P. y Hegarty, M. (2001). How are visuospatial working memory, executive functioning, and spatial abilities related? A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(4), 621.
- 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* (pp. 442-481). New York: Cambridge University Press.
- Nation, K., Adams, J. W., Bowyer-Crane, C. A. y Snowling, M. J. (1999). Working memory deficits in poor comprehenders reflect underlying language impairments. *Journal of Experimental Child Psychology*, 73, 139-158.
- Norman, D. A. y Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behavior. En R. J. Davidson, G. E. Schwartz y D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and self-regulation: Advances in research and theory* (vol. 4, 1-18). New York: Plenum.
- Oberauer, K., Schulze, R., Wilhelm, O. y Süß, H.-M. (2005). Working memory and intelligence—their correlation and their relation: Comment on Ackerman, Beier, and Boyle (2005). *Psychological Bulletin*, 131(1), 61-65.
- Orjales, I. y García-Madruga, J.A. (2010). *Prueba de analogías para primaria* (Analogies span test for primary school). Unpublished manuscript.
- Palladino, P., Cornoldi, C., De Beni, R. y Pazzaglia, F. (2001). Working memory and updating processes in reading comprehension. *Memory y Cognition*, 29, 344-354.
- Rose, S. A., Feldman, J. F. y Jankowski, J. J. (2011). Modeling a cascade of effects: the role of speed and executive functioning in preterm/full-term differences in academic achievement. *Developmental science*, 14, 1161-1175.
- Savage, R., Cornish, K., Manly, T. y Hollis, C. (2006). Cognitive processes in children's reading and attention: The role of working memory, divided attention, and response inhibition. *British Journal of Psychology*, 97, 365-385.
- Seigneuric, A., Ehrlich, M.-F., Oakhill, J. y Yuill, N. (2000). Working memory resources and children's reading comprehension. *Reading and Writing*, 13(1/2), 81-103.
- Senn, T. E., Espy, K. A. y Kaufmann, P. M. (2004). Using path analysis to understand executive function organization in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 26, 445-464.
- Sesma, H. W., Mahone, E. M., Levine, T., Eason, S. H. y Cutting, L. E. (2009). The contribution of executive skills to reading comprehension. *Child Neuropsychology*, 15, 232-246.
- St. Claire-Thompson, H. L. y Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49, 745-759.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643.
- Swanson, H. L. (1994). Short-term memory and working memory do both contribute to our understanding of academic achievement in children and adults with learning disabilities? *Journal of Learning Disabilities*, 27(1), 34-50.
- Swanson, H. L. y Ashbaker, M. H. (2000). Working memory, short-term memory, speech rate, word recognition and reading comprehension in learning disabled readers: Does the executive system have a role?. *Intelligence*, 28(1), 1-30.
- Swanson, H. L., Howard, C. y Saez, L. (2006). Components of working memory that are related to poor reading comprehension and word recognition performance in less skilled readers. *Journal of Learning Disabilities*, 39, 252-269.
- Unsworth, N. y Engle, R.W. (2005). Working memory capacity and fluid abilities: Examining the correlation between Operation Span and Raven. *Intelligence*, 33(1), 67-81.
- Vaughan, L. y Giovanello, K. (2010). Executive function in daily life: age-related influences of executive processes on instrumental activities of daily living. *Psychology and aging*, 25, 343.
- Wiebe, S. A., Espy, K. A. y Charak, D. (2008). Using confirmatory factor analysis to understand executive control in preschool-children: Latent structure. *Developmental Psychology*, 44, 573-587.