



## Memoria operativa, comprensión lectora, inteligencia y rendimiento escolar. Predominio del componente “fluido” en las medidas de memoria operativa

Francisco Gutiérrez-Martínez, Melchor Ramos & J. Oscar Vila

To cite this article: Francisco Gutiérrez-Martínez, Melchor Ramos & J. Oscar Vila (2011) Memoria operativa, comprensión lectora, inteligencia y rendimiento escolar. Predominio del componente “fluido” en las medidas de memoria operativa, *Infancia y Aprendizaje*, 34:4, 465-479, DOI: [10.1174/021037011797898403](https://doi.org/10.1174/021037011797898403)

To link to this article: <https://doi.org/10.1174/021037011797898403>



Published online: 23 Jan 2014.



Submit your article to this journal [↗](#)



Article views: 175



View related articles [↗](#)



Citing articles: 1 View citing articles [↗](#)

# Memoria operativa, comprensión lectora, inteligencia y rendimiento escolar. Predominio del componente “fluido” en las medidas de memoria operativa

FRANCISCO GUTIÉRREZ-MARTÍNEZ<sup>1</sup>, MELCHOR RAMOS<sup>2</sup>  
Y J. ÓSCAR VILA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Educación a Distancia;

<sup>2</sup>Consejería de Educación de la Junta de Andalucía



## Resumen

Las medidas de “Memoria Operativa” (MO) constituyen buenos predictores del rendimiento escolar, hasta el punto de haberse equiparado a este respecto con las medidas de inteligencia. Sin embargo, aún no está claro si las relaciones existentes entre ambos constructos y su común capacidad predictiva del rendimiento, se apoyan o no en los mismos procesos de base. Con el fin de explorar la fuente de estas relaciones, en este trabajo examinamos la capacidad predictiva de dos medidas de MO respecto a tres diferentes criterios (comprensión lectora, inteligencia general y rendimiento académico) en una muestra de escolares de la ESO. Los resultados apoyan la idea de que las medidas de MO inciden predominantemente en capacidades relativas al control ejecutivo-atencional de las tareas y que este tipo de componente “fluido”, es la base de la relación existente entre inteligencia y MO como predictores del rendimiento. Al mismo tiempo, sin embargo, los resultados sugieren la intervención de otro tipo de capacidades—de base representacional y ligadas al acceso y manejo del conocimiento previo—, que son mejor reflejadas por la medida de comprensión lectora.

**Palabras clave:** Memoria operativa, comprensión lectora, inteligencia fluida, control ejecutivo, rendimiento escolar.

## Working memory, reading comprehension, intelligence and school achievement. Prevalence of the “fluid” component in working memory measures

### Abstract

Working Memory (WM) measures are good predictors of academic achievement, to the extent that it has been compared in this regard with measures of intelligence. However, it remains unclear whether the existing relationship between both constructs and their common predictive power of academic performance rest or not on the same basic processes. To explore the source of these relationships, this study examined the predictive power of two WM measures on three different criteria (reading comprehension, general intelligence and academic performance) in a sample of secondary school students. The results support the idea that WM measures predominantly reflect executive-attentional control abilities, and that this type of “fluid” component is the basis of the existing relationship between intelligence and WM as predictors of school achievement. At the same time, however, the results suggest the involvement of other capacities—representational in nature and linked to the access and use of prior knowledge—which are better reflected by the reading comprehension measure.

**Keywords:** Working memory, reading comprehension, fluid intelligence, executive control, school achievement.

**Agradecimientos:** Agradecemos a los alumnos, docentes y directivos del Instituto “La Atalaya” de Conil (Cádiz) su colaboración y participación en el estudio. Esta investigación ha sido financiada mediante un proyecto de investigación del Ministerio de Educación y Ciencia (SEJ2004-07398).

**Correspondencia con los autores:** Francisco Gutiérrez Martínez. Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación. Facultad de Psicología. U.N.E.D. C/ Juan del Rosal, 10. 28040 Madrid. Tfno.: 913 98 79 48. Fax.: 913 98 79 51. E-mail: fgutierrez@psi.uned.es

## Introducción

La “memoria operativa” (MO, en adelante) es un constructo complejo con el que vienen a designarse las capacidades involucradas en el procesamiento y mantenimiento temporal de la información mientras se realiza una tarea cognitiva, así como los mecanismos que regulan y coordinan ambas funciones (Miyake y Shah, 1999). Desde que Baddeley y Hitch (1974) mostraran el papel que puede desempeñar en las tareas complejas –como el razonamiento, la comprensión o el aprendizaje–, la MO ha sido ampliamente investigada como posible eje central de las diferencias individuales encontradas en la ejecución cognitiva. En esta línea, tanto desde la tradición diferencialista como desde la perspectiva más experimental, se ha venido a sugerir que la MO podría estar relacionada con las capacidades intelectuales que subyacen a las medidas de Inteligencia fluida (o Factor *g*) (Kyllonen, 1996); e incluso que podría ser la base de su reconocido poder predictivo de distintos criterios de logro, especialmente el rendimiento académico. Sin embargo, sigue discutiéndose sobre los procesos y mecanismos concretos en que pueden fundarse estas relaciones (Alloway y Alloway, 2010; Colom, Abad, Quiroga, Shih y Flores-Mendoza, 2008).

Gran parte del problema estriba en la propia estimación de la MO, como capacidad variable entre los individuos. Aunque durante las últimas décadas se han venido utilizando pruebas complejas de amplitud de memoria –principalmente variantes del *Reading Span Test* de Daneman y Carpenter (1980)–, realmente no está claro qué es exactamente lo que miden estas pruebas, habiéndose planteado problemas tanto teóricos como metodológicos en torno a su interpretación. De ahí que se haya subrayado la necesidad de investigar las tareas y procedimientos estableciendo su validez en relación con los criterios externos teóricamente relevantes y los posibles factores latentes a las relaciones encontradas (Conway, Kane *et al.*, 2005).

En esta dirección, el presente trabajo ha tenido como objetivo estudiar la fuente de las relaciones entre memoria operativa y una serie de criterios, a partir de dos medidas de MO que suponemos inciden de modo distinto en el aspecto que asumimos teóricamente como principal responsable del índice que proporcionan: las demandas de *control ejecutivo-atencional*. Para ello, hemos llevado a cabo un estudio correlacional sobre una muestra de adolescentes en la que hemos evaluado la capacidad predictiva de ambas medidas respecto al rendimiento académico. Pero asimismo, a fin de explorar su consistencia desde el punto de vista teórico, se han analizado también las relaciones mantenidas con una medida de comprensión lectora (habilidad cognitiva lingüística) y una medida de Factor *g* (capacidad intelectual general).

A continuación, pues, pasamos a ampliar y precisar los aspectos teóricos relevantes, antes de presentar los detalles del estudio realizado desde el punto de vista empírico.

### *La medida de la MO: ¿índice de capacidad general o específica?*

Las medidas de MO se obtienen usualmente a partir de tareas complejas en las que se debe *retener* cierta información mientras se realiza simultáneamente otra tarea que implica un *procesamiento* activo (Cowan, Elliott *et al.*, 2005). A este respecto, la principal referencia sigue estando en la propuesta original de Daneman y Carpenter (1980), el *Reading Span Test* o “Prueba de Amplitud Lectora” (en adelante PAL), en la que almacenamiento y procesamiento se asocian a dos tareas distintas (doble-tarea), una primaria de “recuerdo” y otra secundaria de “lectura comprensiva”. En concreto, los participantes han de leer series crecientes de frases no relacionadas (de 2 a 6) mientras tratan de retener la última palabra de cada

frase para recordarlas al final de la serie. Así, la amplitud de la mayor serie en que se recuerdan correctamente todas las palabras se toma como índice de MO.

Inicialmente, Daneman y Carpenter propusieron esta prueba como una medida de la MO específicamente involucrada en la comprensión, asumiendo que entre almacenamiento y procesamiento debía existir una dinámica de transacción o balance (*trade-off*) en el consumo de unos recursos limitados compartidos: los buenos lectores –razonaron– detraerían menos recursos en el procesamiento –por su mayor eficacia lectora–, de manera que dispondrían de mayor resto (capacidad residual) para el almacenamiento; y este balance es el que se reflejaría en el mayor o menor nivel alcanzado en el recuerdo.

Ciertamente, a partir de múltiples estudios con este tipo de medida se ha acumulado gran cantidad de evidencia sobre su valor predictivo de las diferencias en comprensión lectora (véanse revisiones en Daneman y Merikle, 1996; Savage, Lavers y Pillay, 2007), incluso en sus aspectos concretos más relevantes, como la elaboración de inferencias (Estévez y Gutiérrez-Calvo, 2000). Pero, curiosamente, estas correlaciones han tendido a mantenerse con múltiples versiones de la tarea, en las que cambiaba el material o incluso el procesamiento requerido; y, además, este tipo de medida también se ha mostrado predictiva de otras múltiples manifestaciones de la cognición compleja, incluyendo el razonamiento abstracto (Kyllonen y Christal, 1990) y el aprendizaje (Swanson, 2005).

Ante este tipo de evidencia, ha quedado patente la insuficiencia de la explicación relativa simplemente a la distribución de recursos compartidos (*trade-off*) entre procesamiento y almacenamiento (Friedman y Miyake, 2004), enfatizándose el posible papel de alguna capacidad central ligada al control atencional de las tareas (Bunting, Cowan y Saults, 2006; Engle, 2002). De hecho, este control es necesario para la coordinación e integración de ambas funciones (Jarrold y Towse, 2006), con lo que se ha hecho plausible la idea de que la PAL y tareas similares reflejan más bien el funcionamiento de un *ejecutivo central* (EC) en relación con alguna de sus funciones: la actualización (*updating*) de la información relevante, la inhibición de interferencias (*inhibition*) y el cambio atencional flexible (*shifting* o *switching*) entre tareas o estrategias (Baddeley, 1996; Miyake et al., 2000; Oberauer, Stüb, Wilhelm y Wittman, 2003).

En esta línea y ante la falta de una teoría precisa sobre los requerimientos de las tareas de MO, se han dado varias explicaciones alternativas sobre la ejecución (Daneman y Hannon, 2007; Lépine, Barrouillet y Camos, 2005), que destacan dos aspectos: 1) en la PAL y pruebas similares las actividades de procesamiento y almacenamiento operan independientemente; y, por consiguiente, 2), la ejecución supone realizar las dos tareas de forma secuencial y no simultánea; lo que implica no tanto un reparto de recursos, como un cambio recurrente (*switching*) de la atención dedicada a una y otra tareas. De acuerdo con este planteamiento, el aspecto determinante de la medida obtenida no estaría tanto en la eficacia del procesamiento en sí mismo (componente específico), como en las altas demandas de control que la división atencional supone y, por ende, de la capacidad del sujeto para manejar la situación eficazmente desde el punto de vista ejecutivo (componente general) (Barrett, Tugade y Engle, 2004; Camos, Lagner y Barrouillet, 2009).

Aunque a este respecto, se han enfatizado distintos aspectos, lo interesante es que ha sido a partir de este tipo de análisis como se ha considerado la posibilidad de que el clásico Factor *g* pueda estar relacionado con las capacidades más generales de la MO, de naturaleza ejecutiva y atencional (Conway, Kane y Engle, 2003; Heitz, Unsworth y Engle, 2005; Schweizer y Moosbrugger, 2004) y de que sea ésta la base que explique asimismo su común capacidad predictiva de distintos criterios de logro, como el rendimiento escolar (Steinmayr, Ziegler y Träuble, 2010).

*Predictores del rendimiento y funcionamiento ejecutivo*

El denominado *Factor g* de inteligencia, se han consolidado como uno de los mejores predictores del rendimiento escolar en las principales materias y del logro académico en general (p.ej., Deary, Strand, Smith y Fernandes, 2007), si bien se desconoce cuál es la fuente de esta relación. Desde el ámbito de estudio de las diferencias individuales en inteligencia, se ha sugerido que la “memoria operativa” podría ser la capacidad que aglutina los aspectos claves (Fry y Hale, 1996; Jensen, 1998). Pero también dentro de la investigación experimental de la propia MO, se ha producido una cierta convergencia al considerar, no sólo las fuertes correlaciones entre las medidas de MO y de inteligencia fluida (Ackerman, Beier, y Boyle, 2005; Colom, Abad, Rebollo y Shih, 2005), sino también la creciente evidencia de que las medidas de MO son asimismo predictivas del rendimiento académico (Dehn, 2008; Pickering, 2006).

Aunque con distintas conceptualizaciones concretas (véase Miyake y Shah, 1999), se asume de forma generalizada que el sistema de MO es de capacidad limitada y variable entre los individuos y que ello es lo que determina básicamente las diferencias individuales, especialmente en las actividades más complejas y demandantes, como el cálculo mental o la lectura comprensiva. Siendo éstas, precisamente, el tipo de tareas que reclama preferentemente el trabajo y el aprendizaje escolar, no resulta extraño que tanto las habilidades de base (ej. competencia lectora) como las propias medidas de MO constituyan buenos predictores del rendimiento (García-Madruga y Fernández-Corte, 2008). Así, la amplitud de MO se ha relacionado no sólo con el nivel de logro en las principales materias, sino también con particulares dificultades de aprendizaje (Alloway y Alloway, 2010; Gathercole y Alloway, 2008). Lo que por el momento no está claro son los procesos de base responsables de esta relación, ni si atañen a las mismas capacidades que pueden explicar la relación entre inteligencia y rendimiento. Al fin y al cabo, las correlaciones entre inteligencia y MO no son perfectas y, por tanto, podrían contribuir de distintos modos al logro escolar (véase Yuan, Steedle, Shavelson, Alonzo y Oppezzo, 2006, para una revisión).

Desde la definición que ya propusiera Cattell (1971), la *inteligencia fluida* se identifica con la capacidad para adaptar flexiblemente el pensamiento ante situaciones o problemas nuevos –en contraste con las ejecuciones que dependen más directamente de conocimientos o destrezas ya adquiridas y consolidadas a través de la experiencia (*inteligencia cristalizada*); y de ahí que se evalúe a través de tareas no verbales y abstractas –relativamente libres de influencias culturales–, que se supone pueden poner de manifiesto ese componente más general de la inteligencia (*Factor g*). Siendo así, resulta plausible asociar la cognición fluida con las funciones ejecutivas de la MO, en tanto se refieren asimismo a los aspectos generales de regulación y control de la actividad cognitiva, independientemente del contenido y dominio específico de la tarea. De hecho, el *control ejecutivo-atencional* es necesario no sólo en las tareas de MO –para mantener activas las representaciones relevantes frente a la interferencia–, sino que también se requiere en las pruebas de inteligencia para analizar los problemas, supervisar los resultados que se van obteniendo y reajustar convenientemente las estrategias seguidas. Por tanto, tal y como sugieren algunos autores (Engel de Abreu, Conway y Gathercole, 2010; Engle, 2010; Heitz *et al.*, 2005), este componente general podría ser la fuente de la varianza que comparten las medidas de MO y de *Factor g* como manifestaciones de la cognición “fluida” y sustentar, asimismo, sus relaciones con los niveles de desempeño cognitivo en general y con los rendimientos escolares en particular.

En apoyo de este planteamiento, puede señalarse la creciente evidencia de que el funcionamiento ejecutivo como tal también parece resultar clave en los proce-

sos de aprendizaje dentro del contexto escolar. En particular, distintos aspectos del funcionamiento ejecutivo ligado al control atencional de las actividades, se han relacionado con el rendimiento en distintas materias, como las matemáticas o la propia lectura (Lehto, 1995; St. Clair-Thompson y Gathercole, 2006). A este respecto, se ha señalado que el efecto del funcionamiento ejecutivo podría ser indirecto, a través de su papel en las habilidades que sustentan el trabajo escolar —como el razonamiento o las competencias lingüísticas (Best, Miller y Jones, 2009)—; pero, en todo caso, el hecho de que estas habilidades también se relacionen con las diferencias de MO y sean a su vez buenos predictores del rendimiento (Dehn, 2008), refuerzan la posibilidad de que las funciones ejecutivo-atencionales sean claves como base de la relaciones observadas.

### *Planteamiento y objetivos del presente estudio*

En este contexto, el objetivo de este trabajo ha sido el de recabar nueva evidencia sobre las relaciones entre las medidas de memoria operativa y otros índices de aptitud cognitiva como predictores del rendimiento. En concreto, hemos examinado las relaciones de dos medidas de MO con una de comprensión y otra de inteligencia, analizando asimismo la capacidad predictiva de todas ellas respecto a un índice de rendimiento escolar. Dentro de este objetivo general, desde el punto de vista teórico nuestro interés se ha centrado en analizar si cabe asociar las relaciones encontradas con algún aspecto del funcionamiento ejecutivo, entendido como parte sustantiva del componente “fluido” de la cognición que, supuestamente, ponen de manifiesto de modo más directo las medidas de inteligencia general; o, en todo caso, explorar cómo interviene este componente general frente al influjo de las capacidades que puedan estar más relacionadas con los aspectos específico de las tareas, en relación con el particular procesamiento requerido en las mismas. Este componente específico es también importante en tanto se reconoce que la experiencia y conocimiento previos (base “cristalizada”) también han de mediar el desempeño cognitivo (Hambrick y Engle, 2002); y no solo en relación con específicas áreas de contenido (p. ej. las distintas materias del currículo escolar), sino también respecto a habilidades con un particular sustrato procedimental. Este sería el caso, justamente, de la comprensión lectora en relación con el procesamiento específicamente verbal o lingüístico que supone, relativo a la construcción y manejo productivo de representaciones semánticas (extracción de significados) a partir de textos.

En relación con las medidas de MO de doble-tarea, éste es asimismo —como hemos visto— el contraste relevante en torno al debate sobre su carácter general o específico; pues si bien el componente general —los aspectos fluidos— cabe asociarlos con el necesario control ejecutivo-atencional de las tareas, el componente específico tendría que ver con la codificación de la información a corto plazo —en la tarea de almacenamiento— y con el modo en que se activan eficazmente desde la memoria a largo plazo, las representaciones y procedimientos relevantes a la tarea de procesamiento. Sin embargo, el manejo de estas activaciones también podría depender en última instancia de un adecuado control ejecutivo central; con lo que, de acuerdo con la literatura revisada, las amplias relaciones encontradas entre este tipo de medidas —tanto con índices de capacidad intelectual general como de competencias más específicas— habrían de explicarse sobre todo por el mayor peso del componente “fluido” (e inespecífico) de las mismas.

En todo caso, y en función del análisis teórico precedente, en este trabajo hemos partido de la idea de que, en efecto, el valor predictivo de las medidas de MO de doble-tarea —tanto en relación con criterios de desempeño cognitivo general (p.ej., medidas de Factor *g*) como más específicos (p.ej., la comprensión

lectora)— se basa principalmente en la capacidad de control ejecutivo-atencional que tales tareas ponen en juego; y que, a su vez, este factor es también el que explica en gran parte su común relación con los rendimientos escolares.

Para estudiar la consistencia de esta hipótesis general, hemos utilizado dos pruebas de memoria operativa —la clásica prueba de “amplitud lectora” (PAL) de Daneman y Carpenter en la versión castellana de Elosúa, Gutiérrez-Martínez, García-Madruga, Luque y Gárate (1996) y una prueba de “amplitud para el razonamiento” (PAR-anl), propuesta por Gutiérrez-Martínez, García-Madruga, Carriedo, Vila y Luzón (2005)—, que entendemos se diferencian esencialmente en las demandas de control ejecutivo-atencional que imponen en función de la tarea de procesamiento empleada. Como ya avanzamos, en PAL el participante ha de leer (procesamiento) series crecientes de frases no relacionadas, y al final de cada serie ha de recordar (almacenamiento) la última palabra de cada una de ellas. En PAR se mantiene esta estructura de doble-tarea, pero como base del componente de procesamiento se sustituye la tarea de lectura por una tarea de inferencia analógica, cuyo resultado es la palabra a almacenar; de esta manera, el material a recordar es necesariamente el producto directo de un proceso de razonamiento y no de la mera lectura al final de una frase<sup>1</sup>. Con ello se obliga a un procesamiento profundo y semántico que es lo suficientemente demandante como para generar interferencia con las demandas del almacenamiento; lo que supone, a su vez, una clara implicación de las capacidades ejecutivas y de control atencional del EC en orden a coordinar las dos tareas.

A este nivel, las demandas son claramente menores en PAL, puesto que el procesamiento lector no es necesariamente semántico. Ciertamente, el efecto disruptivo atencional puede lograrse a partir de tareas de procesamiento simples y poco demandantes, pero sólo si se añade una limitación temporal a la ejecución (Barrouillet, Bernardin y Camos, 2004). Dado que en PAL los sujetos leen las frases a su propio ritmo, la carga que supone este procesamiento puede resultar baja o inestable (Gutiérrez-Martínez *et al.*, 2005), incluso en aquellas versiones con controles de la comprensión (Friedman y Miyake, 2004). Así, los lectores podrían aprovechar su capacidad para tratar de hacer una lectura relativamente superficial que les permita activar estrategias (usualmente basadas en el repaso y/o el agrupamiento) para el mantenimiento a corto plazo de las palabras; lo que se ha denunciado, precisamente, como el aspecto que reduce drásticamente la validez de la medida y su capacidad predictiva (Cowan *et al.*, 2005; Lépine *et al.*, 2005), probablemente porque con ello se reducen las exigencias de control ejecutivo y atencional de la doble-tarea. De ahí que algunos autores sugieran que, dado que no son posibles tareas no contaminadas con algún procesamiento adicional al control ejecutivo, su adecuada intervención se facilitará en tanto el procedimiento impida la ejecución estratégica idiosincrática (Conway *et al.*, 2005).

Presumiblemente, PAR es más eficaz que PAL justamente en este aspecto, al asegurar a través de la inferencia una carga suficiente, estable y sistemática en el componente de procesamiento. Al ligar el almacenamiento a este procesamiento profundo, se dificultan las actuaciones meramente estratégicas, con lo que resulta mayor la demanda de control atencional en la coordinación de ambas tareas (*switching*). Esta sería la diferencia clave en que se traducen las diferencias en el tipo de procesamiento (solo comprensión frente a comprensión más razonamiento) y el tipo de almacenamiento (dependiente o no del procesamiento).

De acuerdo con todo ello, hemos realizado un estudio en el que: a) comparamos la capacidad predictiva de PAL y de PAR-anl respecto a dos criterios: el nivel de comprensión lectora y una medida de Factor *g*; y b) analizamos el conjunto de medidas como predictores de un índice objetivo del rendimiento escolar; y ello bajo la hipótesis de que la principal base de estas relaciones se encuen-

tra en el funcionamiento ejecutivo-atencional de los participantes, siendo mejor reflejado por PAR que por PAL. Más en concreto, las hipótesis fueron las siguientes:

1. En consonancia con los resultados de estudios previos, cabe esperar que tanto la medida de inteligencia como la medida de comprensión se muestren predictivas del rendimiento escolar.

2. Suponiendo que las puntuaciones en PAL y en PAR constituyen índices de un mismo constructo (la amplitud de la MO), mostraran una relación positiva; si bien, dada la mayor carga del procesamiento exigido en la PAR, su dificultad será mayor.

3. Considerando que este tipo de medidas de doble-tarea reflejan fundamentalmente capacidades generales a nivel ejecutivo-atencional, es esperable que se muestren predictivas en relación con todas las medidas criterio: de inteligencia, de comprensión y de rendimiento. Más en concreto:

- a. Ambas se mostrarán predictivas de la medida de inteligencia (por estar también asociada al componente “fluido” de la cognición), y de rendimiento escolar (por ser también ese componente base de los aprendizajes).

- b. Asumiendo que la ejecución en PAR refleja de manera más válida esa capacidad general, mostrará asimismo mayor capacidad predictiva que PAL respecto a los dos criterios (de inteligencia y de rendimiento).

- c. En relación con la medida de comprensión, también cabe esperar que los dos índices de MO se muestren predictivos (como en estudios precedentes), en virtud del mismo componente general; pero no cabe precisar cuál lo hará en mayor grado por la coincidencia en PAL del componente específico de procesamiento (la lectura comprensiva), que podría, por tanto, contribuir a la relación incluso en mayor proporción que el componente general.

## Método

### *Participantes*

En el estudio participaron 45 alumnos pertenecientes al tercer curso de la ESO (14-15 años), del Instituto “La Atalaya” de Conil (Cádiz), y provenientes de dos aulas de 21 y 24 alumnos respectivamente; pero 6 fueron descartados bien por haber alcanzado ya los 16 años de edad o por tratarse de alumnos con necesidades educativas especiales. Así el estudio se llevó a cabo finalmente con una muestra de 39 participantes (28 de 14 años y 11 de 15).

### *Materiales*

Como medidas de MO, tanto PAL como PAR-anl fueron elaboradas originalmente para sujetos adultos, por lo que en el presente estudio se utilizaron sendas adaptaciones para niños: la de Carriedo y Rucían (2009), respecto a la citada versión castellana de PAL (en adelante PAL-n); y la de Ramos y Gutiérrez-Martínez (2008), respecto a PAR-anl (en adelante PAR-a). Las dos se aplicaron mediante ordenador en una versión informática.

La estructura de ambas es semejante a la de la prueba original de amplitud lectora: cada frase (ej. *Ayer todo el pueblo escuchó el discurso del alcalde*) o analogía (ej. *Aire es a viento como agua es a... Lluvia-Baño*) se presenta en el centro de la pantalla del ordenador y el participante debe leerla en voz alta de inmediato. Al finalizar la tarea de procesamiento (en PAL tras la lectura de la última palabra y en PAR tras elegir entre dos opciones) se presenta una nueva frase/analogía. El número de frases/analogías en la serie va aumentando progresivamente —de dos a cinco—, presentándose tres ensayos por serie, lo que configura bloques o niveles de difi-



cultad creciente. A fin de prevenir estrategias suplementarias (como la “repetición” o el “agrupamiento”) se instruye a los participantes para que las frases/analogías, se “procesen” de forma sucesiva y sin pausas hasta el final de la serie. Para ello, se obliga el cambio inmediato a una nueva frase/analogía al concluir el proceso: en PAL, el experimentador pulsa una tecla al finalizar la lectura de cada frase; en PAR el cambio se produce automáticamente cuando el participante pulsa la tecla que corresponde a la opción elegida como respuesta –aunque bajo la vigilancia del experimentador. El final de la serie está marcado por una interrogación, que indica al participante que debe tratar de recordar las palabras/respuestas dadas previamente en el mismo orden. La prueba se da por concluida en el nivel en que se fracasa (recuerdo nulo o incompleto) de forma reiterada en los tres ensayos. Para puntuar la ejecución, se aplicó el criterio desarrollado por Elosúa *et al.* (1996): se asigna una puntuación entera correspondiente al nivel alcanzado (por tanto, entre 2 y 5), más una puntuación decimal (entre 0,1 y 0,9) que matiza la actuación manifestada dentro de ese nivel en los distintos ensayos.

Por lo que se refiere al resto de medidas, como índice de Comprensión se aplicó la subprueba de “Comprensión de Textos” del PROLEC-SE (Ramos y Cuetos, 1999) y que supone contestar una serie de preguntas tras la lectura de dos textos (puntuación máxima: 20). La Inteligencia fluida se estimó a partir del test de “matrices progresivas” de RAVEN (Raven, Court y Raven, 1996), que implica razonar sobre formas abstractas a fin de seleccionar la figura que completa una matriz de 3x3 (puntuación máxima: 60). Finalmente, como índice del Rendimiento escolar se tomó la *Nota Media* (N\_M) calculada a partir de la calificación obtenida en todas las asignaturas del curso (puntuación máxima: 10).

### *Diseño y procedimiento*

RAVEN y PROLEC se aplicaron colectivamente, mientras que las pruebas de amplitud de MO fueron individuales. El orden de aplicación de las colectivas se alternó en los dos grupos, realizándose cada una de ellas en una sesión de clase. Las pruebas individuales se contrabalancearon entre sí y también con respecto a las colectivas. En la mitad de los casos se aplicó en primer lugar PAL-n y después PAR-a; y en la otra mitad se realizó a la inversa. Cada participante, pues, pasó por dos sesiones individuales –alternadas entre las colectivas– con una duración de 10-20 minutos cada una de ellas.

### **Resultados**

En la tabla I pueden verse las correlaciones encontradas entre las distintas pruebas. Por lo que se refiere a los criterios externos, tanto la medida de inteligencia (RAVEN) como la de comprensión (PROLEC), mostraron correlaciones positivas y significativas con el rendimiento escolar (N\_M), de acuerdo con lo esperado (Hip.1).

TABLA I  
*Correlaciones Pearson entre las distintas medidas*

	PAR-a	PAL-n	RAVEN	PROLEC	N_M
PAR-a	1				
PAL-n	0,31*	1			
RAVEN	0,54**	0,30*	1		
PROLEC	0,18	0,17	0,40**	1	
N_M	0,47**	0,02	0,52**	0,54**	1

\*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ .

En cuanto a las medidas de MO, también confirmamos su validez de constructo (Hip.2), puesto que su correlación fue positiva y significativa ( $R = 0,31$ ;  $p < 0,05$ , unilateral); pero, asimismo, verificamos la mayor dificultad de PAR-a, con una media ( $M = 2,49$ ;  $DT = 0,34$ ) significativamente menor [ $t(39) = 6,25$ ;  $p < 0,001$ ] que la arrojada por PAL-n ( $M = 2,97$ ;  $DT = 0,47$ ).

Por lo que se refiere a la validez de criterio, PAR-a se comportó de manera más consistente que PAL-n como medida de capacidad general, en referencia a lo previsto en nuestra tercera hipótesis. Así, como esperábamos (Hip.3a), las correlaciones de PAR-a fueron positivas y significativas tanto con el índice de rendimiento escolar ( $R = 0,47$ ;  $p < 0,01$ ), como con la medida de inteligencia fluida ( $R = 0,54$ ;  $p < 0,01$ ); mientras que PAL-n sólo correlacionó con ésta última y con un índice menor ( $R = 0,30$ ;  $p < 0,05$ ); todo lo cual confirma la mayor capacidad predictiva de PAR-a para ambos criterios (Hip.3b). De hecho, existe más de un 29% de varianza compartida entre PAR-a y RAVEN (frente a un 0,09% por parte de PAL-n); y asimismo PAR-a podría pronosticar en torno al 22% de la calificación media obtenida en el curso. En contra de lo esperado (Hip.3c), sin embargo, ninguna de las dos medidas de MO mostró relación con la medida de comprensión (PROLEC).

A fin de comprobar si este patrón de correlaciones apoyaba nuestra principal hipótesis en torno a la mayor capacidad predictiva de PAR-a –frente a PAL-n– sobre la inteligencia y el rendimiento escolar, realizamos dos análisis de Regresión Múltiple, por pasos sucesivos, tomando como variables dependientes, en un caso, la Calificación Media y, en el otro, la puntuación en el RAVEN. El primer análisis arrojó un modelo en dos pasos incluyendo PROLEC y PAR-a como variables predictoras significativas, que explican en torno al 40% de la varianza en la Nota Media ( $N\_M$ ) de los participantes [ $R^2_{\text{corregida}} = 0,39$ ;  $F(2, 38) = 12,94$ ;  $p < 0,001$ ]. El segundo análisis arrojó un resultado semejante, pero con PAR-a, como primer factor. Así, el modelo en el segundo paso seleccionó PAR-a y PROLEC explicando el 35% de la varianza en la puntuación de inteligencia fluida [ $R^2_{\text{corregida}} = 0,35$ ;  $F(2, 38) = 11,18$ ;  $p < 0,001$ ] (véanse coeficientes de regresión en la Tabla II).

TABLA II  
Coeficientes de Regresión\* respecto a los criterios Nota\_Media y RAVEN

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		
		B	Error típ.	Beta	t	Sig.
VD: N_M	(Constante)	-1,485	1,637		-0,907	0,370
	PROLEC	0,269	0,072	0,482	3,726	0,001
	PAR-a	1,756	0,642	0,354	2,736	0,010
VD: RAVEN	(Constante)	32,042	3,492		9,176	0,000
	PAR-a	4,920	1,369	0,478	3,594	0,001
	PROLEC	0,366	0,154	0,316	2,377	0,023

\* Por pasos sucesivos.

Dadas las altas correlaciones iniciales y la posible colinealidad entre PAR-a y RAVEN en un caso, y PROLEC y N\_M en otro, se llevó a cabo un Análisis Factorial de componentes principales, obteniéndose un modelo de dos factores que explican el 70% de la varianza. Como puede observarse en la tabla III, todas las pruebas saturan positivamente en el primer factor (que explica el 48,58% de la

varianza), y en un rango que va desde el 0,42 del PAL-n hasta el máximo de 0,83 del RAVEN.

TABLA III  
*Análisis de componentes principales*

	Componente	
	1	2
PAL-n	,421	,771
PAR-a	,723	,303
RAVEN	,824	,090
PROLEC	,669	-,403
N_M	,776	-,449
% Varianza	48,58	21,1

  

Gráfico de componentes

Esta prueba no satura en el segundo Factor que, por el contrario, viene a contrastar por pares el resto de pruebas: mientras que la Nota Media y el PROLEC se sitúan en el polo negativo con un peso semejante –ambas en torno al 0,40–, PAR-a y PAL-n lo hacen en el polo positivo, destacando aquí la saturación de PAL-n con un 0,77. Al reproducir el análisis de Regresión anterior con estos nuevos factores como variables independientes, la puntuación en RAVEN es explicada exclusivamente por el primer Factor [ $R^2_{\text{corregida}} = 0,68$ ;  $F(1, 38) = 78,36$ ;  $p < 0,001$ ], mientras que respecto a la Calificación Media la recta de regresión incluyó ambos factores [ $R^2_{\text{corregida}} = 0,80$ ;  $F(2, 38) = 73,90$ ;  $p < 0,001$ ] (véanse coeficientes de regresión en la Tabla IV).

TABLA IV  
*Coefficientes de Regresión\* (con componentes del AF) respecto a los criterios Nota Media y RAVEN*

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		
		B	Error típ.	Beta	t	Sig.
VD: RAVEN	(Constante)	47,821	0,320		149,595	,000
	Comp. 1	2,867	0,324	0,824	8,852	,000
VD: N_M	(Constante)	5,484	0,122		44,873	,000
	Comp. 1	1,303	0,124	0,776	10,525	,000
	Comp. 2	-0,753	0,124	-0,449	-6,085	,000

\* Por pasos sucesivos.

## Discusión y conclusiones

Conviene destacar de entrada las relaciones encontradas entre la medida de comprensión e inteligencia con el rendimiento escolar, pues constituyen una de las bases de las que partimos. Pero, en lo que atañe al presente estudio, resultan de mayor interés los resultados relativos a las relaciones observadas entre estas medidas criterio y las dos medidas de MO, como manifestaciones más o menos válidas del aspecto al que hemos atribuido principalmente estas relaciones: alguna capacidad general a nivel ejecutivo-atencional. A este respecto, como hemos visto, los resultados encontrados con PAR-a parecen más consistentes que los obtenidos con PAL-n y en la dirección de nuestras hipótesis: PAR-a arroja una

medida de MO que resulta predictiva tanto del rendimiento escolar (Calificación Media), como de las puntuaciones en inteligencia fluida (RAVEN); mientras que PAL-n sólo se relaciona con estas últimas y en menor grado.

La significativa correlación encontrada entre ambas (0,30), sugiere que pueden constituir, en efecto, estimaciones de una misma capacidad (validez de constructo), al tiempo que apoya nuestro principal énfasis teórico: en mayor o menor grado, PAL-n y PAR-a deben incidir en algún componente del sistema de MO no relacionado específicamente con el tipo de procesamiento requerido. Considerando además que ambas medidas parecen compartir varianza con las puntuaciones en inteligencia proporcionadas por el RAVEN, resulta plausible que ese componente esté asociado a los aspectos “fluidos” de la cognición; todo lo cual está en consonancia con los modelos de MO que destacan la actuación de algún dispositivo central, de carácter general, encargado del control ejecutivo de los recursos (p.ej., Engle, 2002, 2010).

En este sentido y de acuerdo con nuestro planteamiento, las diferencias entre PAL-n y PAR-a serían reflejo de sus diferentes demandas a este nivel, particularmente, en lo que se refiere al control atencional de las tareas. Así, la mayor dificultad observada en PAR-a, derivaría de la mayor carga que supone la tarea de inferencia –ineludiblemente asociada a la tarea de almacenamiento–, al provocar una mayor interferencia entre ambas. Concretamente, entendemos que PAR-a dificulta en mayor medida las estrategias superficiales de almacenamiento, con lo que éste depende más de la adecuada actuación del EC en la división atencional que conlleva la doble-tarea. En tanto que este tipo de control ejecutivo se relacione –como suponemos– con los aspectos fluidos de la inteligencia, explicaría la mejor correlación de PAR-a con RAVEN; y asumiéndolo igualmente como importante base de los aprendizajes escolares, podría explicar asimismo que PAR-a sea en cierto grado predictiva del rendimiento.

Sin embargo, a partir de este planteamiento de capacidad general, resulta más difícil de explicar que PAL-n no prediga en absoluto el rendimiento (en virtud de ese mismo componente general); y sobre todo, que –también en contra de lo previsto–, ninguna de las dos pruebas se relacione con la medida de comprensión (PROLEC). En el caso de PAL-n, la ausencia de correlación es aún más inesperada, pues, teóricamente, era previsible alguna relación, al menos en virtud de la coincidencia del componente específico de procesamiento de ambas tareas (lingüístico); y, empíricamente, este dato va asimismo en contra de lo observado en múltiples estudios previos con niños (ej. Cain, Oakhill y Lemmon, 2004), incluido el reciente estudio de Carriedo y Rucian (2009).

Ciertamente, se trata de un resultado anómalo que, en principio, no es consistente con las conceptualizaciones de la MO y su medida que hemos considerado, por lo que posiblemente tenga que ver con la intervención de otros factores (p.ej., motivacionales<sup>2</sup>). Es obligado, por tanto, interpretar estos datos con cautela, pero no creemos que invaliden los resultados en su conjunto; sobre todo, teniendo en cuenta que, pese a la ausencia de relación con las medidas de MO, PROLEC sí mantiene –como también esperábamos– correlaciones significativas con la Calificación Media (0,54) y con el RAVEN (0,40). De hecho, en relación con ambos criterios parece comportarse de manera muy semejante a PAR-a, pero de forma independiente.

Los análisis de regresión realizados creemos que clarifican este patrón, pues ambas variables (PAR-a y PROLEC) son las que conjuntamente permiten explicar una significativa parte de la varianza, tanto en el índice de Rendimiento escolar (40%) como en la medida de Inteligencia fluida (35%); lo que, unido a la relación de pesos cambiante en cada caso, apoya una idea que también hemos destacado: probablemente la fuerte capacidad predictiva de las medidas de Fac-

tor  $g$  y de MO respecto al rendimiento, se basa en parte en algún mecanismo general común; pero también probablemente se añaden en cada caso contribuciones de procesos no compartidos. Es decir, la MO y el Factor  $g$  de inteligencia son constructos muy relacionados, pero también distintos, tal y como se ha señalado reiteradamente (p.ej., Colom *et al.*, 2005; Conway *et al.*, 2003). Además, de acuerdo con nuestro propio planteamiento acerca de PAR-a, estos resultados hacen plausible la idea de que la parte compartida por ambos constructos atañe a los procesos relacionados con el control ejecutivo y atencional de las tareas. En este sentido, PAL-n se habría mostrado menos consistente simplemente porque tiene una incidencia menor y más inestable en este factor general. Nótese que su correlación con PAR-a y con RAVEN es prácticamente idéntica (0,30 y 0,31), lo que también sugiere una varianza compartida sobre la misma base de carácter general.

Al mismo tiempo, sin embargo, también los resultados indican que este tipo de capacidad central no explica toda la ejecución respecto a ninguno de los criterios, sino que debe haber algún otro tipo de factor igualmente importante, que en nuestro estudio parece haberse manifestado particularmente a través de la medida de comprensión lectora (PROLEC). Los resultados del subsiguiente análisis de componentes (y nueva regresión), pueden interpretarse en esta dirección. Por un lado, el primer factor obtenido, con altas saturaciones en todas las medidas (Tabla III), podría estar reflejando el componente ejecutivo central, de carácter más general; y dado que su mejor expresión está claramente en el RAVEN—logra la más alta saturación (0,82) en ese primer factor, sin contribución alguna en el segundo (0,09)—, cabe pensar que esté en el centro de las capacidades ligadas a la inteligencia fluida; de hecho en la regresión la puntuación en RAVEN es explicada sólo por ese factor ( $R^2 = .68$ ).

Para explicar el rendimiento, sin embargo, la recta de regresión incluyó también el segundo Factor, reflejado contrastadamente por el resto de las medidas: NOTA\_MEDIA y PROLEC en uno de los polos, y en el otro las medidas de MO, especialmente PAL-n (0,77). Dada la naturaleza de las tareas de base (conocimientos específicos y comprensión lectora, frente a tareas de retención con procesamiento concurrente), ese segundo factor podría estar reflejando la diferencia en el tipo de representación y codificación que reclaman, junto al tipo de memoria que de forma predominante ponen en marcha. Así, las calificaciones escolares y la prueba de comprensión presumiblemente tienen que ver sobre todo con representaciones de carácter semántico, que activan sustancialmente procesos en la MLP. Por el contrario, cabe suponer que las pruebas de MO pueden implicar, en principio, representaciones menos elaboradas semánticamente dentro de procesos de codificación y registro más transitorios o a corto plazo (MCP). De hecho, asumiendo este contraste como una dimensión continua, permite conjugar algunos resultados y énfasis teóricos aparentemente opuestos, como simples manifestaciones más cercanas a uno u otro de los polos. En concreto, un extremo podría ser consistente con lo encontrado en algunos estudios que, en contra de nuestro planteamiento, sugieren que la relación entre inteligencia y memoria operativa está mediada más por la capacidad simple de almacenamiento a corto plazo que por el funcionamiento ejecutivo (Colom, Rubio, Shih y Santacreu, 2006; Colom *et al.*, 2008). Pero también, a la inversa, el otro polo del factor podría relacionarse con el reciente énfasis en la construcción de representaciones integradas y relacionales como el aspecto esencial de la MO (Oberauer, Süß, Wilhelm y Wittman, 2008).

En conjunto, pues, los resultados en torno a las relaciones de las diferentes medidas como predictores del rendimiento, sugieren la incidencia de un doble componente: uno más general, de naturaleza “fluida” y presumiblemente asocia-

do al funcionamiento ejecutivo; y otro probablemente ligado a las capacidades de representación e integración semántica de la información en relación con el conocimiento específico de base. Obviamente, es necesario concretar en qué sentido este último tipo de capacidades puede ser otro de los principales factores explicativos del rendimiento; pero, en todo caso, sí cabe contemplarlo explícitamente en relación con la también indudable participación de aspectos “cristalizados” en la cognición compleja y de alto nivel. Las actuales medidas de MO no están orientadas a este tipo de factor ni necesariamente inciden en el mismo, pero teóricamente puede relacionarse con aspectos claves de algunos modelos vigentes –p.ej., con el papel de un “retén episódico” (Baddeley, 2000), o con la posible intervención de un componente de MO a largo plazo (Ericsson y Kintsch, 1995, 2000). De hecho contamos ya con alguna evidencia en esta dirección (Gutiérrez-Martínez y Vila, en preparación).

En definitiva, los resultados del presente estudio sugieren que las complejas relaciones entre MO, comprensión, inteligencia y rendimiento, pueden analizarse en referencia a un doble componente que combina el control ejecutivo y atencional (componente fluido) con alguna capacidad representacional ligada al acceso y manejo eficaz de conocimiento previo relevante (componente cristalizado); algo que, por lo demás, está también en clara sintonía con muy recientes propuestas como la de Unsworth y Spillers (2010), que explícitamente apelan a un modelo dual de MO, centrado en el control atencional por un lado, y las habilidades de la memoria secundaria, por otro.

## Notas

<sup>1</sup> Se ha advertido en ocasiones de la posible “circularidad” de este planteamiento de doble-tarea; en este caso, que la relación con el razonamiento pueda deberse a que la propia medida de MO se basa en una tarea de inferencia que obviamente reclama esa misma competencia. Pero realmente no es así, dado el bajo nivel de dificultad de los problemas de analogías utilizados en PAR. De hecho, al construir la prueba se seleccionaron problemas suficientemente sencillos (95% de aciertos) como para no resultar discriminativos respecto a la habilidad de razonamiento de los participantes, cuando se presentan de forma aislada o independiente –fuera de la doble-tarea (Ramos y Gutiérrez-Martínez, 2008). Dicho de otro modo, el procesamiento de las inferencias solo sobrecarga el sistema de MO cuando de forma simultánea se pide también almacenarlas para su recuerdo posterior.

<sup>2</sup> Cabe apuntar a este respecto la observación de que la tarea de lectura y preguntas que presenta el PLOEC es la que más se asoció con las tareas escolares habituales, por lo que fue recibida –en general– con menor interés por parte de los sujetos evaluados.

## Referencias

- ACKERMAN, P., BEIER, M. E. & BOYLE, M. O. (2005). Working memory and intelligence: The same or different constructs? *Psychological Bulletin*, 131 (1), 30-60.
- ALLOWAY, T. P. & ALLOWAY, R. G. (2010). Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment. *Journal of Experimental Child Psychology*, 106 (1), 20-9.
- BADDELEY, A. (1996). Exploring the central executive. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology*, 49 (1), 5-28.
- BADDELEY, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in cognitive sciences*, 4, 417-423.
- BADDELEY, A. & HITCH, G. (1974). Working memory. En G. A. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (vol. 8, pp. 47-89). Nueva York: Academic Press.
- BARRETT, L. F., TUGADE, M. M. & ENGLE, R. W. (2004). Individual differences in working memory capacity and dual-process theories of the mind. *Psychological Bulletin*, 130 (4), 553-573.
- BARROUILLET, P., BERNARDIN, S. & CAMOS, C. (2004). Time constraints and resource sharing in adults' working memory spans. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133, 83-100.
- BEST, J. R., MILLER, P. H. & JONES, L. L. (2009). Executive functions after age 5: Changes and correlates. *Developmental Review*, 29 (3), 180-200.
- BUNTING, M., COWAN, N. & SAULTS, J. S. (2006). How does running memory span work? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59 (10), 1691-1700.
- CAIN, K., OAKHILL, J. & LEMMON, K. (2004). Individual differences in the inference of word meanings from context: The influence of reading comprehension, vocabulary knowledge, and memory capacity. *Journal of Educational Psychology*, 96 (4), 671-681.
- CAMOS, V., LAGNER, P. & BARROUILLET, P. (2009). Two maintenance mechanisms of verbal information in working memory. *Journal of Memory and Language*, 61 (3), 457-469.

- CARRIEDO, N. & RUCIAN, M. (2009). Adaptación para niños de la prueba de amplitud lectora de Daneman&Carpenter (PALN). *Infancia y Aprendizaje*, 32 (3), 449-485.
- CATTELL, R. B. (1971). *Abilities: Their structure, growth and action*. Boston: Houghton-Mifflin.
- COLOM, R., ABAD, F. J., QUIROGA, M. A., SHIH, P. C. & FLORES-MENDOZA, C. (2008). Working memory and intelligence are highly related constructs, but why? *Intelligence*, 36, 584-606.
- COLOM, R., ABAD, F. J., REBOLLO, I. & SHIH, P. C. (2005). Memory span and general intelligence: A latent-variable approach. *Intelligence*, 33 (6), 623-642.
- COLOM, R., RUBIO, V. J., SHIH, P. C. & SANTACREU, J. (2006). Fluid intelligence, working memory and executive functioning. *Psicobehma*, 18 (4), 816-821.
- CONWAY, A. R. A., KANE, M. J. & ENGLE, R. W. (2003). Working memory capacity and its relation to general intelligence. *Trends in Cognitive Sciences*, 7 (12), 547-552.
- CONWAY, A. R. A., KANE, M. J., BUNTING, M. F., HAMBRICK, D. Z., WILHELM, O. & ENGLE, R. W. (2005). Working memory span tasks: A methodological review and user's guide. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12 (5), 769-786.
- COWAN, N., ELLIOTT, E. M., SAULTS, J. S., MOREY, C. C., MATTOX, S., HISMJATULLINA, A. & CONWAY A. R. A. (2005). On the capacity of attention: its estimation and its role in working memory and cognitive aptitudes. *Cognitive Psychology*, 51, 42-100.
- DANEMAN, M. & CARPENTER, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 19 (4), 450-466.
- DANEMAN, M. & HANNON, B. (2007). What do working memory span task like reading span test really measure? En N. Osaka, R. H. Logie & M. D'Esposito (Eds.), *The Cognitive Neuroscience of Working Memory* (pp. 21-42). Nueva York: Oxford University Press.
- DANEMAN, M. & MERIKLE, P. M. (1996). Working memory and language comprehension: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin Review*, 3 (4), 422-433.
- DEARY, I. J., STRAND, S., SMITH, P. & FERNANDES, C. (2007). Intelligence and educational achievement. *Intelligence*, 35 (1), 13-21.
- DEHN, M. J. (2008). *Working memory and academic learning: Assessment and intervention*. Hoboken, NJ: Wiley.
- ELOSÚA, M. R., GUTIÉRREZ-MARTÍNEZ, F., GARCÍA-MADRUGA, J. A., LUQUE, J. L. & GÁRATE, M. (1996). Adaptación española del Reading Span Test de Daneman y Carpenter. *Psicobehma*, 8, 383-395.
- ENGEL DE ABREU, P. M. J., CONWAY, A. R. A. & GATHERCOLE, S. E. (2010). Working memory and fluid intelligence in young children. *Intelligence*, 38 (6), 552-561.
- ENGLE, R. W. (2002). Working memory capacity as executive attention. *Current Directions in Psychological Science*, 11 (1), 19-23.
- ENGLE R. W. (2010). Role of working-memory capacity in cognitive control. *Current Anthropology*, 51 (S1), 17-26.
- ERICSSON, L. A. & KINTSCH, W. (1995). Long-term working memory. *Psychological Review*, 102, 211-245.
- ERICSSON, L. A. & KINTSCH, W. (2000). Shortcomings of generic retrieval structures with slots of the type that Gobet (1993) proposed and modelled. *British Journal of Psychology*, 91, 571-590.
- ESTÉVEZ, A. & GUTIÉRREZ-CALVO, M. (2000). Working memory capacity and time course of predictive inferences. *Memory*, 8 (1), 51-61.
- FRIEDMAN, N. P. & MIYAKE, A. (2004). The reading span test and its predictive power for reading comprehension ability. *Journal of Memory and Language*, 51 (1), 136-158.
- FRY, A. F. & HALE, S. (1996). Processing speed, working memory, and fluid intelligence: Evidence for a developmental cascade. *Psychological Science*, 7 (4), 237-241.
- GARCÍA-MADRUGA, J. A. & FERNÁNDEZ-CORTE, T. (2008). Memoria, comprensión y razonamiento en la Enseñanza Secundaria. *Anuario de Psicología*, 39 (1), 133-158.
- GATHERCOLE, S. E. & ALLOWAY, T. P. (2008). *Working memory and learning: A practical guide*. Londres: Sage.
- GUTIÉRREZ-MARTÍNEZ, F., GARCÍA-MADRUGA, J. A., CARRIEDO, N., VILA, J. O. & LUZÓN, J. M. (2005). Dos pruebas de amplitud de memoria operativa para el razonamiento. *Cognitiva*, 17 (2), 183-207.
- HAMBRICK, D. Z. & ENGLE, R. W. (2002). Effects of domain knowledge, working memory capacity, and age on cognitive performance: An investigation of the knowledge-is-power hypothesis. *Cognitive Psychology*, 44 (4), 339-387.
- HEITZ, R. P., UNSWORTH, N. & ENGLE, R. W. (2005). Working memory capacity, attention control, and fluid intelligence. *Handbook of understanding and measuring intelligence* (pp. 61-77). Nueva York: Sage.
- JARROLD, C. & TOWSE, J. N. (2006). Individual differences in working memory. *Neuroscience*, 139 (1), 39-50.
- JENSEN, A. R. (1998). The g factor and the design of education. En R. J. Sternberg & W. M. Williams (Eds.), *Intelligence, instruction, and assessment: Theory into practice* (pp. 111-131). Mahwah, NJ: LEA.
- KYLONEN, P. C. (1996). Is working memory capacity Spearman's g? En I. Dennis & P. Tapsfield (Eds.), *Human abilities: Their nature and measurement* (pp. 49-75). Hillsdale, NJ: LEA.
- KYLONEN, P. C. & CHRISTAL, R. E. (1990). Reasoning ability is (little more than) working-memory capacity? *Intelligence*, 14 (4), 389-433.
- LEHTO, J. (1993). Working memory and school achievement in the ninth form. *Educational Psychology*, 15, 271-281.
- LÉPINE, R., BARROUILLET, P. & CAMOS, V. (2005). What makes working memory spans so predictive of high-level cognition? *Psychonomic Bulletin and Review*, 12, 165-170.
- MIYAKE, A., FRIEDMAN, N. P., EMERSON, M. J., WITZKI, A. H., HOWERTER A. & WAGER, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100.
- MIYAKE, A. & SHAH, P. (1999). *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control*. Nueva York: Cambridge University Press.
- OBERAUER, K., SÜB, H. M., WILHELM, O. & WITTMAN, W. W. (2003). The multiple faces of working memory: Storage, processing, supervision and coordination. *Intelligence*, 31, 167-193.
- OBERAUER, K., SÜB, H. M., WILHELM, O. & WITTMAN, W. W. (2008). Which working memory functions predict intelligence? *Intelligence*, 36, 641-652.
- PICKERING, S. J. (Ed.) (2006). *Working memory and education*. Londres: Academic Press.
- RAMOS, J. L. & CUETOS, F. (1999). *Evaluación de los procesos de lectura en alumnos del tercer ciclo de educación primaria y educación secundaria obligatoria (PROLEC-SE)*. Madrid: TEA.

- RAMOS, M. & GUTIÉRREZ-MARTÍNEZ, F. (2008). *La medida de la memoria operativa en niños. Adaptación de una prueba de amplitud MO para el razonamiento*. DEA no publicado. Madrid: UNED.
- RAVEN, J. C., COURT, J. H. & RAVEN J. (1996). *Matrices progresivas. Publicaciones de psicología aplicada*. Madrid: TEA.
- SAVAGE, R., LAVERS, N. & PILLAY V. (2007). Working memory and reading difficulties: What we know and what we don't know about the relationship. *Educational Psychology Review*, 19 (2), 185-221.
- SCHWEIZER, K. & MOOSBRUGGER, H. (2004). Attention and working memory as predictors of intelligence. *Intelligence*, 32 (4), 329-347.
- ST. CLAIR-THOMPSON, H. L. & GATHERCOLE, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59 (4), 745-59.
- STEINMAYR, R., ZIEGLER, M. & TRÄUBLE, B. (2010). Do intelligence and sustained attention interact in predicting academic achievement? *Learning and Individual Differences*, 20 (1), 14-18.
- SWANSON, H. L. (2005). Working memory, intelligence, and learning disabilities. En O. Wilhelm & R. W. Engle (Eds.), *Handbook of understanding and measuring intelligence* (pp. 409-429). Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.
- UNSWORTH, N. & SPILLERS, G. J. (2010). Working memory capacity: Attention control, secondary memory or both? A direct test of the dual-component model. *Journal of Memory and Language*, 62, 392-406.
- YUAN, K., STEEDLE, J., SHAVELSON, R., ALONZO, A. & OPPEZZO, M. (2006). Working, memory, fluid intelligence, and science learning. *Educational Research Review*, 14, 183-189.