

EL PAPEL DE LA MEMORIA OPERATIVA EN LAS DIFICULTADES DE APRENDIZAJE. UNA REVISIÓN DE ESTUDIOS

Begoña Martínez-Cocó
Jesús-Nicasio García
Universidad de León

RESUMEN

En la presente comunicación se expone una revisión de estudios en los que se relaciona el papel de la memoria operativa en el campo de las dificultades de aprendizaje y, concretamente, el rol que juega en las dificultades de aprendizaje de la escritura. Este estudio se basa en el modelo de memoria operativa desarrollado originalmente por Baddeley y Hitch (1974) y ampliado posteriormente por Baddeley (2000). Se enmarca asimismo dentro de una línea de investigación desarrollada en la Universidad de León sobre el estudio de la escritura en alumnos con y sin dificultades de aprendizaje que viene realizando importantes aportaciones, desde perspectivas psicológicas e instruccionales, a este campo de investigación: la planificación (García & Marbán, 2003), la motivación (García & de Caso, 2004), autoconocimiento y autorregulación (Torrance, Fidalgo & García, 2006), revisión del mensaje escrito (García & Arias, 2004), memoria operativa y composición escrita (García & Martínez-Cocó, 2005). Durante el desarrollo de esta investigación se recibieron ayudas del proyecto de investigación competitivo financiado por DGI-MCyT, BSO 2003-03106, para 2004-2006, al IP (J. N. García).

Palabras clave: memoria operativa, escritura, dificultades de aprendizaje.

INTRODUCCIÓN

Durante años se consideró a la memoria como una facultad propia de la especie humana que permitía almacenar los conocimientos durante periodos más o menos largos de tiempo. Hasta la década de los setenta se mantuvo una consideración unitaria y simple; fue a partir de los setenta cuando surgieron enfoques más funcionales.

Actualmente, la visión que se tiene no es tan elemental, se considera a la memoria como un proceso cognitivo con funciones específicas como la de reducir información, actuar sobre los ítems informativos interiorizados, codificar la información, organizarla, registrarla, mantenerla y recuperarla cuando se decide hacer uso de ella. La memoria operativa no es un simple almacén donde se deposita la información. Se considera como el procesador central del sistema cognitivo. Se trata de una memoria activa que ejerce dos tipos de funciones diferenciadas; por un lado controla procesos como la comprensión del lenguaje, la codificación, el razonamiento o la resolución de problemas; y por otro, al disponer de un sistema de repetición verbal de la información, evita su decaimiento. Es una memoria altamente implicada en el aprendizaje. Con frecuencia los niños con problemas para el aprendizaje suelen tener problemas para recordar tanto estímulos auditivos como visuales (González-Pienda & Núñez, 1998). Estos déficits de memoria tienen una gran influencia en los aprendizajes instrumentales (lectura, escritura, matemáticas).

El estudio de las relaciones entre memoria y escritura constituye un campo de investigación aplicado relativamente reciente dentro de la psicología de la memoria. Los estudios que abordan de forma clara el papel de la memoria en la escritura se centran básicamente en el modelo de memoria operativa de Baddeley y Hitch (1974), que ha sido desarrollado posteriormente por Baddeley (1986, 1999, 2000). Este modelo comprende un ejecutivo central que controla dos sistemas subsidiarios de almacenamiento: i) el bucle fonológico, responsable del almacenamiento temporal de información verbal; los diferentes ítems se mantienen durante un tiempo limitado dentro del almacén fonológico, pero estos ítems se mantienen durante un periodo mayor de tiempo si se produce el proceso de repaso articulatorio subvocal; ii) la agenda viso-espacial, es responsable del almacenamiento de la información visoespacial durante breves periodos de tiempo y juega un papel clave en la generación y manipulación de imágenes mentales. Según Baddeley & Logie (1999), el ejecutivo central coordina los dos sistemas subordinados, enfocando y cambiando la atención y activando las representaciones dentro del sistema de memoria. La combinación de procesamiento y almacenamiento está dirigida por el sistema ejecutivo central que puede operar indistintamente sobre los dos subsistemas subordinados.

APORTACIONES DE LOS ESTUDIOS EMPÍRICOS

Seguidamente, se presentará de forma sintética una revisión de estudios empíricos internacionales sobre el papel de la memoria operativa y su relación con la composición escrita en alumnos con y sin dificultades de aprendizaje.

Dentro de los estudios neuropsicológicos se apoya el modelo de la estructura tripartita de la memoria operativa, sugiriendo que existe cierta independencia funcional entre los sistemas (Jonides, 2000; Parkin, Yeomans & Bindschaedler, 1994; Ruchkin, Berndt, Jonson, Grafman, Rotter & Canoune, 1999; Smith & Jonides, 1999).

Swanson y Sachse-Lee (2001) exponen que las dificultades de aprendizaje reflejan un déficit fundamental de la memoria operativa. Argumentan que esos déficits, dependiendo de las tareas demandadas, se manifiestan como una limitación de dominio específico (acceso ineficaz a las representaciones fonológicas) o como una limitación del dominio general (limitación de la capacidad de procesamiento del control atencional). Muestran evidencias que sugieren que los déficits en memoria operativa están íntimamente relacionados con la pobre realización de un gran número de tareas académicas, como son la lectura, las matemáticas o la escritura.

La memoria operativa hace referencia al uso de mecanismos de almacenamiento temporal en la ejecución de tareas complejas: por ejemplo, para escribir un texto coherente hemos de ser capaces de retener la información nueva en la memoria para poder establecer relaciones sintácticas y semánticas entre frases y palabras sucesivas, y construir así una representación coherente y válida del significado del texto. Es, por tanto, el sistema responsable del almacenamiento temporal de la información durante la ejecución de tareas cognitivas. Algunos de los trabajos que han investigado los déficits de memoria operativa en alumnos con dificultades de aprendizaje han hallado evidencias de problemas tanto a nivel de amplitud como de habilidad para utilizar estrategias de procesamiento u otros aspectos vinculados con la memoria operativa (Hulme et al., 2002).

La memoria es uno de los procesos psicológicos básicos que interviene de forma importante en el aprendizaje de la escritura, por lo que el estudio de su intervención en dicho aprendizaje puede ofrecer datos relevantes que permitan mejorar la comprensión actual de este aspecto, así como subsanar algunos problemas o dificultades en el proceso de adquisición de este aprendizaje instrumental. Un número considerable de trabajos de psicología de la memoria que han utilizado la escritura como material de investigación, con el fin de contribuir al esclarecimiento de las relaciones que se establecen entre ambas tareas cognitivas, se han efectuado desde el sistema de memoria operativa.

Hace veinte años, Flower y Hayes (1980) ilustraron la naturaleza multitarea de la escritura y la coordinación del conocimiento y el procesamiento de la información

durante la composición escrita. Recientemente, Hayes (1996) ofreció una revisión del modelo que difiere de la versión de 1980 en varios aspectos, especialmente en proporcionar más fuentes sobre el origen del conocimiento de la memoria y más explícitamente sobre el papel de la memoria operativa.

La memoria operativa ha recibido recientemente una atención considerable por parte de investigadores sobre la escritura (Butterfield, Hacker & Albertson, 1996; Kellogg, 1996; Levy & Ransdell, 1995; McCutchen, 1996; Ransdell & Levy, 1996). La investigación en escritura está repleta de ejemplos de las interacciones de proceso y recursos utilizados, los cuales deben ser orquestados dentro de algún sistema ejecutivo. Diversos autores (Flower & Hayes, 1980; Hayes & Flower, 1980; McCutchen, 1984, 1988; Levy & Ransdell, 1995), indican que los escritores hábiles deben barajar continuamente conocimiento y procesos. Dada la complejidad de todos los procesos implicados en la escritura, la elaboración de un texto requiere un proceso de supervisión que permita orquestar las distintas habilidades dentro del espacio reducido y limitado de la memoria operativa. Así, en un momento dado, será necesario volcar toda la energía en la ejecución de un determinado componente (buscar un orden a las ideas, imaginar el impacto sobre el lector o atender a los procesos de producción).

Es importante señalar que la escritura no es un proceso lineal sino interactivo, en el que las distintas operaciones pueden influirse mutuamente. Se trata de un proceso que por su complejidad tiende a saturar la capacidad de la memoria operativa; de ahí que muchas veces el escritor deba proceder por partes. Aunque el sistema permite compensar la deficiencia en un proceso con la aportación de otros procesos, es indudable que si un escritor tiene que pensar para escribir difícilmente podrá pensar en lo que quiere producir.

Nuestra labor en este estudio va a consistir en analizar los trabajos de memoria operativa aplicados en el ámbito de la composición escrita. Al emprender este trabajo partimos de la base que la escritura es una actividad habitual que realizan los sujetos, por lo que la memoria operativa interviene de una forma importante en la realización y en la habilidad de esta tarea cognitiva.

En un estudio realizado usando el modelado por ordenador en la escritura de niños, McCutchen y Perfetti (1982) encontraron relaciones entre el desarrollo de la memoria operativa de los niños y la generación textual de los mismos

En la investigación realizada por McCutchen (1996), se realiza una revisión empírica documentando los efectos de la limitación de capacidad de la memoria operativa en los tres componentes del proceso de la escritura: planificación, edición y revisión; llegando a la conclusión que el aspecto más estudiado es la relación entre la memoria operativa y el proceso de edición durante la adquisición de la escritura.

Swanson y Berninger (1996), llevaron a cabo un estudio con 300 alumnos de 4º, 5º y 6º grado, con el objetivo de comprobar: i) si las diferencias individuales en memoria operativa y en escritura correspondían a un sistema de procesamiento general o específico; ii) qué tareas de memoria operativa operaban independientemente de la memoria fonológica en medidas de escritura y lectura; iii) qué variables de memoria operativa predecían escritura más allá de las que predicen lectura. Encontraron que las medidas de memoria operativa reflejaban un procesamiento ejecutivo que predecía significativamente el nivel de escritura. Sus resultados sugieren que las diferencias individuales en escritura de estos niños reflejan la capacidad de un sistema específico, mientras que la comprensión lectora es sustentada por la capacidad de un sistema múltiple.

Kellogg (1996) realizó investigaciones de las demandas de memoria operativa en escritura. Comparó las demandas de procesamiento de varios subprocesos de la escritura, distinguiendo los procesos de planificación, edición y revisión, encontrando que la edición demandaba más recursos que la planificación y la revisión. La presente más notable que supone el presente modelo teórico consiste en la integración en su formulación de un sistema de procesamiento de la información junto al proceso de composición escrita (Alamargot & Chanquoy, 2001), representado por el modelo de memoria operativa como fue desarrollado por Baddeley (1986).

McCutchen (2000), realizó una nueva revisión para explorar las implicaciones de una teoría de la memoria operativa dentro del desarrollo de la escritura hábil o experta. Mostrando que la memoria operativa puede contribuir ampliamente en el desarrollo de una escritura experta. Pone también de manifiesto que las investigaciones revisadas se centran en procesos de alto nivel como la planificación y la revisión, dejando un tanto descuidado el papel de la memoria operativa en procesos de bajo nivel.

En la investigación llevada a cabo por Hooper et al., (2002), examinan el funcionamiento ejecutivo de 55 niños de 4º y 5º grado con y sin problemas en expresión escrita. Estos hallazgos indican la importancia de la función del ejecutivo central en los procesos de composición escrita, en la que los niños con problemas de escritura tenían un menor dominio de iniciación, mantenimiento, introducción de cambios e inhibición o cambio de tarea. Pero destacan la necesidad de examinar otras variables.

Otro estudio de interés es el realizado por Bourdin y Fayol (2002), con 16 estudiantes universitarios con el propósito de mostrar cómo las demandas mecánicas de la escritura continúan afectando a las características de los textos que producen los adultos bajo ciertas situaciones de sobrecarga cognitiva. Esta investigación demostró que la calidad del texto producido por adultos con buen nivel educativo, disminuye cuando la producción se realiza en forma escrita. Cuando éstos deben producir, en forma escrita, textos basados en elementos dados que sólo se asocian débilmente entre sí, la capacidad residual necesaria, ya sea para mantener y organizar la información en la memoria ope-

rativa, o para adoptar un enfoque estratégico en la composición de textos es insuficiente, porque el esfuerzo que conlleva esta elaboración debe añadirse al del manejo de la producción escrita.

Los procesos de codificación y decodificación necesarios en la escritura ocurren en algún módulo de la memoria operativa. Es en la memoria donde se produce la transformación de la información fonológica en grafémica, y viceversa; de aquí que se incluyan las habilidades de memoria entre las causas del buen o mal funcionamiento de la adquisición del conocimiento ortográfico (Adams & Hitch, 1997).

Manso y Ballesteros (2003), realizaron un estudio con 178 sujetos de 2º de Educación Primaria y de 5º de Educación Primaria, con el objetivo de averiguar la implicación de la agenda viso-espacial en el lenguaje escrito, especialmente en la formación del lexicón ortográfico y en el traspaso de la información a la memoria a largo plazo. Sus resultados sugieren que el aprendizaje de las palabras sometidas a norma ortográfica depende de factores viso-espaciales. Ratifican también que los recursos de la memoria operativa son escasos y que los automatismos en el aprendizaje liberan buena parte de los mismos, poniendo de manifiesto que conforme avanza la escolaridad se va consolidando el lexicón ortográfico.

En la investigación realizada por Abu-Rabia (2003) con 47 estudiantes universitarios, trataba de comprobar la influencia de la memoria operativa en la escritura creativa, hallando evidencias de la limitación de la memoria operativa y la participación del ejecutivo central en este tipo de tareas.

Es necesario destacar la investigación realizada por Alloway et al., (2005), con 194 niños de 6-7 años, en la que demostraron que las habilidades de escritura están estrechamente relacionadas con medidas del ejecutivo central.

En una reciente investigación (Gathercole, Lamont & Alloway, en prensa) basada en la observación en clase de jóvenes estudiantes, se encontró que la escritura era una de las áreas más significativas en la que, niños con déficits en memoria operativa, tenían dificultades.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

A pesar de la proliferación de investigaciones en estos últimos años, todavía se carece de descripciones detalladas de cómo se consigue el acceso a la información almacenada en la memoria a largo plazo y cómo es usada dentro de una memoria operativa de capacidad limitada.

El papel de la memoria operativa en el aprendizaje y procesamiento de la información es de capital importancia y nos puede ofrecer datos muy valiosos para comprender cómo se producen estos procesos y habilidades en alumnos con dificultades de aprendizaje. La memoria operativa es necesaria para retener, relacionar y manipular los elementos de las palabras y, sobre todo, es imprescindible para llevar a cabo procesos cognitivos de alto nivel implicados en la escritura (Swanson & Howell, 2001).

Como síntesis global de las investigaciones sobre procesos de memoria operativa en alumnos con dificultades de aprendizaje y sus principales hallazgos encontramos que los aspectos más específicos que se resaltan son: i) la complejidad y diversidad que subyace a los procesos de memoria; ii) la relación causal entre déficits de memoria operativa y los problemas en los aprendizajes instrumentales de los alumnos con dificultades de aprendizaje.

Son numerosos los procesos cognitivos que están directamente implicados y relacionados con una buena ejecución y funcionamiento de la memoria operativa. Tratar de explicar el funcionamiento de la memoria operativa es una tarea difícil y compleja (Swanson & Berninger, 1996), porque sus niveles de funcionamiento dependen de la eficacia de numerosas estrategias cognitivas, así como del grado de disponibilidad de los conocimientos relevantes.

A raíz de la revisión realizada en este estudio observamos que no existen suficientes estudios sobre el papel que desempeñan los diferentes subsistemas de la memoria operativa sobre la escritura. Son diversos los estudios que argumentan que el ejecutivo central es el que predice significativamente el nivel de escritura (Abu-Rabia, 2003; Alloway et al., 2005; Hooper et al., 2002; Swanson & Berninger, 1996); sin embargo, apenas existen referencias que expliquen el papel de los otros dos subsistemas de la memoria operativa sobre la escritura (Manso & Ballesteros, 2003). Por otro lado, observamos que existen escasas investigaciones sobre el tema, por lo que sería necesario relacionar el dominio de la escritura con la memoria operativa, lo que aportaría datos relevantes sobre el papel de dicha variable en la dinámica de los procesos cognitivos desplegados en la composición escrita. La razón de la escasez de trabajos sobre el papel de la memoria operativa en la escritura puede deberse a que tradicionalmente se consideraba que la lectura y la escritura eran las dos caras de la misma moneda y que la escritura incluía buena parte de las habilidades implicadas en la lectura.

REFERENCIAS

- Abu-Rabia, S. (2003). The influence of working memory on reading and creative writing processes in a second language. *Educational Psychology*, 23(2), 209-222.
- Adams, J. W. & Hitch, G. J. (1997). Working memory and children's mental addition. *Journal of Experimental Child Psychology*, 67, 21-38.

- Alamargot, D. y Chanquoy, L. (2001). *Through the models of writing*. Norwell. Kluwer Academic Publishers.
- Alloway, T., Gathercole, S., Adams, A., Willis, C., Eaglen, R. & Lamont, E. (2005). Working memory and phonological awareness as predictors of progress towards early learning goals at school entry. *British Journal of Developmental Psychology*, 23, 417-426.
- Baddeley, A. D. & Logie, R. H. (1999). Working memory: the multiple component model. In A. Miyake & P. Shah (Eds), *Models of working memory: mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 28-61). New York: Cambridge University Press.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford: Clarendon Press/Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (1999). *Memoria humana: teoría y práctica*. Madrid: McGraw Hill.
- Baddeley, A. D. (2000). Short term and working memory. En E. Tulving & F. I. M. Craik (Eds). *The Oxford Handbook of Memory* (pp. 77-92). New York: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. & Hitch, G. J. (1974). Memoria en funcionamiento. En M. V. Sebastián (Ed), *Lecturas de Psicología de la memoria* (pp. 471-485) Madrid: Alianza Editorial, 1991.
- Bourdin, B. & Fayol, M. (2002). Even in adults, written production is still more costly than oral production. *International Journal of Psychology*, 37(4), 219-227.
- Butterfield, E. C., Hacker, D. J. & Albertson, L. (1996). Environmental, cognitive and metacognitive processes underlying text revision. *Educational Psychology Review*, 8, 259- 297.
- Daneman, M. & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in Working Memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-466.
- Flower, L. & Hayes, J. R. (1980). Identifying the organization of writing processes. En L.W. Gregg & E.R. Steinberg (Eds), *Cognitive processes in Writing* (pp. 3-30). Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- García, J. N. & Arias-Gundín, O. (2004). Intervención en estrategias de revisión del mensaje escrito. *Psicothema*, 16 (2), 194-202.
- García, J. N. & De Caso, A. (2004). Effects of a motivational intervention for improving the writing of children with learning disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 27 (3), 141-159.
- García, J. N. & Martínez-Cocó, B. (2005): The role of the working memory in the writing composition, as a function of the educational levels. *Publicación del 9th European Congress of Psychology*. July 3-8, Granada.
- García, J. N. & Marbán, J. (2003). El proceso de composición escrita en alumnos con DA y/o BR: estudio instruccional con énfasis en la planificación. *Infancia y Aprendizaje: Journal for the study of Education and Development*. 26(1), 97-113
- Gathercole, S., Lamont, E. & Alloway, T. (en prensa). Working memory in the classroom. In S. Pickering (Ed). *Working memory and education*. Oxford, UK: Elsevier Press.

- González-Pienda, J. A. & Núñez, J. C. (1998). *Dificultades de aprendizaje escolar*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Hayes, J. R., (1996). A new framework for understanding cognition and affect in writing. In C.M. Levy & S. Ransdell (Eds), *The science of writing: theories, methods, individual differences and applications* (pp. 1-27) Mahwah, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hooper, S., Swartz, C., Wakely, M., Kruif, R. & Montgomery, J. (2002). Executive functions in elementary school children with and without problems in written expression. *Journal of Learning Disabilities*, 35(1), 57-68.
- Hulme, C., Hatcher, P., Nation, K., Brown, A., Adams, J. & Stuart, G. (2002). Phoneme awareness is a better predictor of early reading skill than onset-rime awareness. *Journal of Experimental Child Psychology*, 82, 2-28.
- Jonides, J. (2000). Mechanism of verbal working memory revealed by neuroimaging studies. In B. Landau & J. Sabini (Eds). *Perception, cognition and language* (pp. 87-104). Cambridge, MA: US, The MIT Press.
- Kellogg, R. T. (1996). A model of working memory in writing. In C. M Levy & S. Ransdell (Eds) *The science of writing: Theories, methods, individual differences and applications* (pp. 57-71). Mahwah, N.J: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Levy, M. & Ransdell, S. (Eds.) (1996). *The science of writing: theories, methods, individual differences and applications*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Manso, J. A. & Ballesteros, S. (2003). El papel de la agenda viso-espacial en la adquisición del vocabulario ortográfico. *Psicothema*, vol. 15, 3, pp.388-394.
- McCutchen, D. & Perfetti, C .A. (1982). Coherence and connectedness in the development of discourse production. *Text* 2, 113-139.
- McCutchen, D. (1996). A capacity theory of writing: working memory in composition. *Educational Psychology Review*, 8, 299-325.
- McCutchen, D. (1996). A capacity theory of writing: working memory in composition. *Educational Psychology Review*, 8, 299-325.
- McCutchen, D. (2000). Knowledge, processing and working memory: implication for a theory of writing. *Educational Psychologist*, 35, 13-23.
- Parkin, A. J., Yeomans, J. & Bindschaedler, C. (1994). Fhurter characterization of the executive memory impairment following frontal lobe lesions. *Brain & Cognition*, 26, 23-42.
- Ransdell, S. & Levy, M (1996). Working Memory constraints on writing quality and fluency. In C. M. Levy & S. Ransdell (Eds.), *The Science of Writing: theories, methods, individual differences and applications* (pp. 93-105). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ruchkin, D. S., Berndt, R. S., Johnson Jr., R., Grafman, J., Rotter, W. & Canoune, H. L. (1999). Lexical contributions to retention of verbal information in working memory: Event-related brain potential evidence. *Journal of memory and language*, 41, 345-364.

- Scardamalia, M. & Bereiter, C. (1987). Research on written composition. In M. C. Wittrock (Ed), *Handbook of research on teaching*, 778-803. New York: Macmillan.
- Smith, E. E. & Jonides, J. (1997). Working memory: a view from neuroimaging. *Cognitive Psychology*, 33, 5- 42.
- Swanson, H. L. & Berninger, V. (1996). Individual differences in children's working memory and writing skill. *Journal of Experimental Child Psychology*, 63, 358-385.
- Swanson, H. L. & Berninger, V. (1996). Working memory as a source of individual differences in children's writing. En E. Butterfield (Ed). *Children's writing: toward a process theory of skilled writing* (pp.31-56). Greenwich, CT: JAI Press.
- Swanson, H. L. & Howell, M. (2001). Working memory, short term memory and speech rate as predictors of children's reading performance at different ages. *Journal of Educational Psychology*, 93, 720-734.
- Swanson, H. L. & Sachse-Lee C, (2001). Mathematical problem solving and working memory in children with learning disabilities: Both executive and phonological processes are important. *Journal of experimental Child Psychology*, 79, 294-321.
- Torrance, M.; Fidalgo, R. & García, J. N. (2006). The teachability and effectiveness of strategies for cognitive self-regulation in sixth grade writers. *Journal of Educational Psychology*.