

Memória de trabalho e desenvolvimento psicológico

Aristides I. Ferreira*

Leandro S. Almeida**

Resumo: Este artigo apresenta uma série de investigações que analisam aspectos evolutivos relacionados com o constructo memória de trabalho e desenvolvimento psicológico. Esta relação terá como base o modelo dos Múltiplos Componentes (Badeley & Hitch, 1974) e a teoria dos Operadores Constructivos. Serão apresentados trabalhos que comprovam aspectos de desenvolvimento psicológico da memória de trabalho com conteúdos fonológicos e visuo-espaciais. Os estudos apresentados, bem como algumas evidências empíricas sugerem que os dois modelos teóricos não se excluem mutuamente, mas que se complementam. Por último, os autores propõem algumas estratégias que otimizem o desempenho da memória de trabalho e conseqüente desenvolvimento psicológico.

Palavras chave: memória de trabalho, desenvolvimento, fonológico, visuo-espacial.

Working Memory and Psychological Development

Abstract: The aim of this study is to present empirical studies, which emphasize the relation between working the memory construct and psychological development. Those studies are based in the Multiple Components Theory (Baddeley & Hitch, 1974) and the constructive operators theoretical framework. Studies will be presented that prove working memory development and their role concerning visual-spatial and phonological contents. Empirical results show that those different theoretical models do not exclude, but complement each other. Lastly, authors suggest strategies to enhance working memory and psychological development.

Keywords: working memory, development, phonological, visual-spatial.

Introdução

A memória de trabalho aparece inicialmente conceptualizada por Baddeley e Hitch (1974) no sentido da capacidade dos indivíduos para guardarem informação visual e verbal na memória a curto prazo, para a transformar e proceder à resolução dos problemas. O seu estudo tem ocorrido em vários campos, desde a compreensão linguística (Daneman & Carpenter, 1980;

Just & Carpenter, 1992), leitura e matemática (Hitch, Towse & Hutton, 2001), raciocínio (Kyllonen & Christal, 1990) até à inteligência fluida e inteligência geral (Colom, Abad, Rebollo, & Sihih, 2005; Collom, Rebollo, Palácios, Juan-Espinosa, & Kyllomen, 2004; Embretson, 1995; Primi, 2002; Unsworth & Engle, 2005). A memória de trabalho, estando relacionada com várias aptidões cognitivas superiores, encontra-se associada ao desenvolvimento psicológico e aos processos de aprendizagem. Neste sentido, foram encontradas diferenças no funcionamento da memória de trabalho entre indivíduos de

* Fundação para Ciência e Tecnologia (Portugal), Universidade Lusíada de Lisboa (Portugal).

** Universidade do Minho (Portugal). E-mail: leandro@iep.um.pt

vários estratos etários (Oberauer, 2005). Em contexto escolar, por exemplo, encontram-se correlações relevantes entre a memória de trabalho e o desempenho na leitura e no cálculo (Sluis, Leij, & Jong, 2005). Por outro lado, é possível encontrar uma elevada capacidade predictiva entre o desempenho em provas de memória de trabalho de cariz fonológico e a realização escolar em crianças do pré-escolar (Alloway, Gathercole, Adams, Willis, Eaglen, & Lamont *et al.*, 2005).

Este estudo propõe-se a apresentar os contributos da memória de trabalho de acordo com as perspectivas de Baddeley e Hitch (1974) e teorias neo-Piagetianas (e.g., teoria dos Operadores Constructivos) ao nível dos aspectos de desenvolvimento da criança e adultos. Numa primeira fase será apresentada e desenvolvida a teoria dos múltiplos componentes da memória de trabalho e sua relação com as perspectivas do desenvolvimento. De seguida, um novo modelo, tomando como referencia as perspectivas neo-Piagetianas da memória de trabalho procura explicar a relação entre os constructos memória de trabalho e desenvolvimento psicológico. Por último, pretende-se apresentar alguns pontos de concórdia e discórdia nos contributos de ambas as teorias para a explicação dos fenómenos de desenvolvimento psicológico.

Modelo de Baddeley

O modelo dos Múltiplos Componentes da memória de trabalho concebido por Baddeley e Hitch (1974) é constituído por três estruturas: executivo central, componente fonológica e componente visuo-espacial. A função do executivo central inclui o “processamento e armazenamento de informação, regulação do fluxo de infor-

mação ao longo do sistema da memória de trabalho e recuperação da informação de outros sistemas da memória” (Gathercole, 1997; p.19). Um estudo desenvolvido por Brandimonte, Hitch e Bishop (1992) demonstrou que a memória de trabalho contém componentes independentes que lidam com informação verbal (componente fonológico) e não verbal (componente visuo-espacial). O componente fonológico é, então, um sistema especializado no armazenamento de material verbal e contém dois sub-sistemas: o armazém fonológico que tende a codificar a informação fonológica (decaindo com o tempo) e o sistema responsável pelo processo de articulação e ensaios sub-vocais que reactiva as informações que vão entrando no armazém do componente fonológico. Por último, o componente visuo-espacial é especializado no armazenamento de informação visuo-espacial e material verbal que é posteriormente armazenado sob a forma de imagens.

A conceptualização inicial do modelo de Baddeley e Hitch (1974) apresenta algumas limitações face às perspectivas actuais do desenvolvimento psicológico (Baddeley & Hitch, 2000), contudo, tem alimentado vários estudos sobre o desenvolvimento da memória de trabalho desde a infância até á idade adulta. Neste propósito, Gathercole e Baddeley (1993) referem que existe uma evolução na capacidade para reter material verbal com listas de palavras ou números. Os autores demonstram que aos 4 anos de idade, as crianças conseguem processar uma média de 2/3 dígitos, valores que tendem a evoluir de forma crescente até aos 14 anos, com registos médios de memorização a rondar os 7 dígitos

A evolução patente nestes dados suscita naturalmente algumas questões relacionadas com o desenvolvimento da memória

de trabalho: i) os sistemas estruturais da memória de trabalho estão ausentes e emergem num determinado período de vida da criança?; ii) estão presentes as estruturas, mas desenvolvem-se somente numa fase específica da maturação individual?; ou iii) a eficiência de cada estrutura ou componente vai evoluindo com a idade? A investigação e os dados empíricos resultantes vão no sentido da terceira assumption, suportando a tese de que os três componentes da memória de trabalho estão presentes em crianças muito pequenas (Gathercole & Baddeley, 1993), verificando-se mudanças desenvolvimentais associadas a uma maior eficiência operativa e a um aumento das estratégias de optimização dos recursos da memória de trabalho.

Na apresentação de listas de palavras monossilábicas e trissilábicas (Baddeley, Thomson e Buchanan, 1975), foi possível constatar que a frequência dos ensaios sub-vocais e da actividade da componente fonológica é muito mais intensa em crianças com 4 anos do que em grupos de crianças mais velhas. Este estudo, bem como outros mais recentes (Kemps, Rammelaere & Desmet, 2000), revelam ainda um aumento do desempenho com a idade e que essa *performance* está associada à capacidade de articulação das palavras. Neste sentido, explica-se um maior sucesso na recordação de palavras monossilábicas do que trissilábicas em todos os grupos testados.

Num outro estudo (Halliday, Hitch, Lennon, & Pettifer, 1990) para testar o efeito da similaridade fonológica (palavras com sons parecidos) foram encontrados piores desempenhos em crianças com 11 anos do que em crianças com 5 anos de idade (nas quais não foram encontradas diferenças face à lista de palavras com sons diferentes). Estes resultados revelam, mais

uma vez, uma maior intensidade nos ensaios sub-vocais em crianças no pré-escolar. Estes resultados podem ser explicados com base no modelo teórico de Case, Kurland e Goldberg (1992), que concebe dois campos para a memória de trabalho: o espaço de armazenamento como o espaço disponível para armazenar informação, e o espaço operativo referente aos recursos operativos que permitem desenvolver as operações cognitivas. Desta forma, as crianças mais velhas precisam de menos espaço para processar operações intelectuais (pois possuem uma maior capacidade para codificar e recuperar a informação) que, conjuntamente com uma maior eficiência operacional, deixam mais espaço disponível para o armazenamento. O espaço do armazenamento aumenta, assim, com a diminuição da quantidade de recursos requeridos para processar a informação (Case *et al.*, 1992). Hitch, Halliday e Littler (1989) consideram, ainda, que a eficiência operacional aumenta o espaço disponível, o que vem depois a reflectir-se mais ao nível do executivo central e dos processos da atenção, do que propriamente no componente fonológico. No que concerne ao componente visuo-espacial sugere-se que as crianças com 5 anos de idade consigam guardar 2/3 imagens mas que não conseguem atribuir a essa imagem uma codificação verbal (Gathercole & Baddeley, 1993). Quando são apresentadas figuras (cujo nome associado possui 1, 2 ou 3 sílabas) a crianças com 6, 8 e 10 anos de idade, verificaram-se diferenças ao nível da recordação segundo os vários grupos etários (Hitch & Halliday, 1983). Contrariamente às crianças com 10 anos, não foram verificadas diferenças ao nível da recordação do nome das figuras independentemente do nome possuir uma, duas ou mesmo três sílabas. Na realidade, as cri-

anças bastante mais novas não associam o nome à figura, isto é, conseguem reter o *input* do componente fonológico, mas não usam esse *input* para atribuir nomes às figuras dos estímulos apresentados (Hitch & Halliday, 1983). De acordo com Halliday e colaboradores (1990), as crianças em idades precoces não articulam ensaios com recurso a sub-vocalizações para recordar as imagens associando os nomes às imagens. A supressão articulatória dos ensaios sub-vocais elimina o efeito do tamanho das palavras (Halliday *et al.*, 1990), não se encontrando interferência do efeito de supressão articulatória em crianças com 5 anos (Henry, 1991; Kemps *et al.*, 2000). O efeito da similaridade fonológica para estímulos visuais (objectos com nomes parecidos) apenas se estabelece por volta dos 7 anos de idade (Hitch & Halliday, 1983; Hitch, Halliday, Schaafstal, & Heffernan, 1991). Por sua vez, quando a lista não é apresentada visualmente, mas oralmente, o efeito surge pelos 5 anos (Hitch *et al.*, 1991; Hulme & Tordoff, 1989).

Num outro estudo realizado com crianças de idades compreendidas entre os 5 e os 10 anos, foi-lhes pedido que recordassem oralmente o nome de figuras apresentadas em sequências (Hitch, Halliday, Schaafstal, & Schraagen, 1988). Houve situações em que as imagens tinham em comum o facto de serem parecidas e possuírem uma denominação monossilábica (similaridade de imagens). Numa outra tarefa as listas continham objectos cujo nome possuía uma, três e um conjunto indiferente de sílabas. Constatou-se que as crianças mais velhas (contrariamente às de 5 anos) mostraram piores desempenhos na recordação de objectos com nomes de três sílabas. Os mais jovens denotaram maiores dificuldades na recordação de estímulos semelhantes do ponto de vista das

imagens. Constando-se que nos participantes mais velhos existe uma influência notável do componente fonológico ao nível da recodificação que se faz indiferentemente da forma. Pelo contrário, as crianças mais novas atendem essencialmente às configurações dos objectos e não ao nome que lhes está associado.

Por recurso a imagens que não podem ser recodificadas verbalmente (por exemplo, matrizes), Wilson, Scott e Power (1987) demonstraram um desenvolvimento equivalente entre a memória visual e a memória verbal entre a infância e a adolescência. No entanto, o desenvolvimento da memória visual parece estar mais determinado pelo aumento da contribuição do executivo central (Wilson *et al.*, 1987). A aprendizagem de novas palavras e o enriquecimento do léxico na criança encontra-se fortemente associado ao componente fonológico da memória de trabalho, uma vez que existe um maior desempenho na recordação de palavras familiares do que não familiares, devido à associação da especificação fonológica encontrada na memória de longo prazo (Hulme, Maughan & Brown, 1991). Quando as palavras não são familiares aos indivíduos, existe uma clara tendência para associar essas novas palavras com representações e esquemas fonológicos existentes na memória de longo prazo (Gathercole, Willis, Emslie & Baddeley, 1991). Todavia, a relação entre a repetição de palavras não familiares e o aumento do vocabulário vai diminuindo com a idade (Gathercole, Willis, & Baddeley, 1991). Durante os primeiros anos de vida, as articulações e os ensaios sub-vocais da componente fonológica produzem traços mnésicos que, através dos ensaios, vão ficando persistentes e associados a campos semânticos na memória de longo prazo, assegurando a aquisição de novo vocabulário (Service, 1992).

A partir dos 5 anos de idade as competências fonológicas deixam de ser tão importantes para o desenvolvimento e aquisição de novas palavras (Cunningham & Stanovich (1991), o que poderá dever-se a um aumento de analogias face ao vocabulário já existente (i) maior tendência para privilegiar a aquisição de significados, (ii) aquisição de palavras mais abstractas, (iii) menor correspondência a objectos físicos e concretos, e (iv) aumento dos hábitos de leitura que reduzem a influência do componente fonológico. Daneman e Green (1986) demonstram também que as pessoas desenvolvem capacidades para inferir novas palavras através do contexto e recorrendo à capacidade da memória de trabalho para explorar os recursos existentes no que concerne a pistas e a estratégias existentes.

Emergência de um modelo desenvolvimental

Apesar destes estudos demonstrarem algum poder explicativo do modelo de Baddeley e Hitch (1974) para questões relacionadas com o desenvolvimento, sabe-se que a matriz inicial foi concebida para explicar o funcionamento cognitivo dos adultos. Os próprios autores (Baddeley & Hitch, 2000) consideram que o modelo consegue explicar melhor tarefas simples do que actividades cognitivas demasiado complexas. Neste sentido, surgiu em alternativa um modelo baseado na teoria do desenvolvimento de Piaget e que procura explicar melhor o fenómeno do desenvolvimento e do funcionamento da memória de trabalho em funções cognitivas mais complexas. Referimo-nos à Teoria dos Operadores Constructivos de Pascoal-Leone que concebe vários componentes que incluem uma série de operadores e esquemas

específicos que vão variando consoante o nível de sobre-activação (conjunto de operadores que se articulam matematicamente para sobre-activar os esquemas existentes na mente humana). Os operadores são regras de “hardware” inato que vão actuar directamente nos esquemas e, conseqüentemente, na construção do espaço para as actividades. Por exemplo, o operador de estrutura temporal (operador T) é utilizado para relacionar dimensões tendo em conta “onde” algo está localizado na preparação para a acção e “como” é que pode ser desempenhado. Num trabalho de sistematização teórica desenvolvido por Ribaupierre e Bailleux (2000), os autores consideram que na teoria dos Operadores Constructivos a atenção mental da memória de trabalho é constituída por três mecanismos: (i) operador M que serve para estimular os esquemas relevantes que não estão activos); (ii) operador I que é responsável por inibir ou interromper os esquemas irrelevantes; e (iii) operador F que selecciona a atenção no processo atencional, procurando integrar todas os esquemas numa unidade complexa e adaptativa. Importante neste modelo é ainda o operador M que explica a limitação de processamento da memória de trabalho e que está em consonância com os estádios de desenvolvimento preconizados por Piaget. A capacidade do operador M corresponde ao número máximo de *chunks* de informação ou esquemas mentais que podem ser simultaneamente activados numa única operação mental. Alguma evidência empírica tem sido encontrada para este modelo (Johnson, Fabian, & Pascual-Leone, 1989; Morra, Moizo, & Scopesi, 1988; Kemps *et al.*, 2000), demonstrando-se uma evolução gradual no aumento da capacidade do operador M com a idade. De acordo com tais estimativas, o operador M, a partir dos

3 anos, vai aumentando uma unidade por cada dois anos que são acrescidos à idade precedente, ficando-se com uma capacidade limite de sete *chunks* por volta dos 15 anos de idade. A maturação na capacidade do operador reflecte-se em mudanças ao nível de melhorias no desempenho da linguagem, actividade motora e tomada de decisão (Stewart & Pascual-Leone, 1992).

Conclusão

Como se pode constatar, na sua essência, não existem grandes diferenças entre os dois modelos teóricos apresentados. Para Pascoal-Leone (2000, p.151) a memória de trabalho corresponde a um “conjunto de todos os esquemas existentes no reportório individual e cujo esquema (ou esquemas) se torna hiper-activo num determinado momento e assume o controlo no desempenho, processamento ou aprendizagem conceptual”. Por seu turno, para Baddeley e Hitch (1974), a memória de trabalho é constituída por um sistema de controlo da atenção ao nível do executivo central que é assessorado por componentes que lidam com a informação verbal ou não verbal. As proximidades entre estas duas concepções são evidentes.

De qualquer modo, a teoria dos operadores constructivos parece-nos poder ser entendida como complementar à teoria de Baddeley e Hitch (1974), na medida em que explica aspectos do desenvolvimento e das diferenças individuais que a outra teoria tem dificuldade em explicar (Pascoal-Leone, 2000). Kemps e colaboradores (2000) também estão de acordo que o modelo de Pascoal-Leone explica melhor o aumento do desempenho cognitivo das crianças em função da respectiva idade, bem como alguns outros aspectos centrais do funcionamento da memória de trabalho. Em contrapartida, os autores consi-

deram que o modelo de Baddeley e Hitch (1974) consegue explicar melhor, através do componente visuo-espacial e fonológico, questões relacionadas com o efeito da articulação sub-vocal e da supressão espacial.

Este tema parece-nos demasiado importante na análise do desenvolvimento cognitivo e da aprendizagem. As capacidades da memória fonológica, por exemplo, encontram-se associadas com a aptidão das crianças para a aprendizagem de novas palavras e para aprender a ler. Uma criança com dificuldade em manter material fonológico pode vir a ter problemas no desenvolvimento da linguagem ou atrasos na aquisição de aptidões linguísticas associadas à aprendizagem da leitura. O ensaio sub-vocal está presente desde os 4 anos de idade e aumenta com a capacidade da criança para ler e, neste sentido poder-se-á justificar um maior estímulo para a leitura e para a aprendizagem de uma segunda língua. Johnston, Johnson e Gray (1987) treinaram crianças com 5 anos de idade ao nível da articulação de ensaios sub-vocais (através da repetição de palavras) tendo verificado melhorias significativas no grupo experimental. Outros estudos referem melhorias significativas através da indução de mnemónicas de imagens ou através da associação de conteúdos da memória de longo prazo e do componente visual (Baddeley & Lieberman, 1980; Ericsson, Chase, & Falloon, 1980) ou através da reprodução e repetição de palavras não familiares (Lindblom, 1989; Gathercole, & Baddeley, 1993).

Referências bibliográficas

Alloway, T.P., Gathercole, S.E., 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 Development Psychology*, 23, 417-426.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working Memory. In G.H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 8pp. 47-89). New York: Academic Press.
- Baddeley, A.D., & Hitch, G.J. (2000). Development of working memory: Should the Pascual-Leone and the Baddeley and Hitch models be emerged? *Journal of Experimental Child Psychology*, 77, 128-137.
- Baddeley, A.D., & Lieberman, K. (1980). Spatial working memory. In R. Nickerson (Ed.), *Attention and Performance, VIII* (pp. 521-539). Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Baddeley, A.D., Thomson, N., & Buchanan, M. (1975). Word length and the structure of short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14, 575-589.
- Brandimonte, M.A., Hitch, G.J., & Bishop, D.V. (1992). Influence of short-term memory codes on visual image processing: Evidence from image transformation tasks. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 18, 157-165.
- Case, R., Kurland, D.M., & Goldberg, J. (1982). Operational efficiency and the growth of short-term memory span. *Journal of Experimental Child Psychology*, 33, 386-404.
- Colom, R., Abad, F.J., Rebollo, I., Shih, P.C. (2005). Memory span and general intelligence: A latent variable approach. *Intelligence*, 33, 623-642.
- Colom, R., Rebollo, I., Palácios, A., Juan-Espinosa, M., & Kyllonen, P. (2004). Working memory is (almost) perfectly predicted by g. *Intelligence*, 32, 277-296.
- Cunningham, A.E., & Stanovich, K.E. (1991). Tracking the unique effects of print exposure in children: Associations with vocabulary, general knowledge and spelling. *Journal of Educational Psychology*, 83, 264-274.
- Daneman, M., & Carpenter, P.A. (1983). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 9, 561-584.
- Daneman, M., & Green, I. (1986). Individual differences in comprehending and producing words in context. *Journal of Memory and Language*, 25, 1-8.
- de Ribaupierre, A., & Bailleux, C. (2000). The development of working memory: Further notes on the comparability of two models of working memory. *Journal of Experimental Child Psychology*, 77, 110-127.
- Embretson, S. E. (1995). The role of working memory capacity and general control process in intelligence. *Intelligence*, 20, 169-189.
- Ericsson, K.A., Chase, W.G., & Fallon, S. (1980). Acquisition of a memory skill. *Science*, 208, 1181-1182.
- Gathercole, S.E. (1997). Models of verbal short-term memory. In M.A. Conway (Ed.), *Cognitive Models of Memory* (pp.13-46). Hove: Psychology Press.
- Gathercole, S.E., & Baddeley, A.D. (1993). *Working memory and language*. Hove: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Gathercole, S.E., Willis, C., Emslie, H., & Baddeley, A. (1991). The influences of number of syllables and word-likeness on children's repetition of nonwords. *Applied Psycholinguistics*, 12, 349-367.
- Gathercole, S.E., Willis, C., & Baddeley, A. (1991). Differentiating phonological memory and awareness of rhyme:

- Reading and vocabulary development in children. *British Journal of Psychology*, 82, 387-406.
- Halliday, M.S., Hitch, G.J., Lennon, B., & Pettifer, C. (1990). Verbal short-term memory in children: The role of the articulatory loop. *European Journal of Cognitive Psychology*, 2, 23-38.
- Henry, L.A. (1991). The effects of word length and phonemic similarity in young children's short-term memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 43A, 35-52.
- Hitch, G.J., & Halliday, M.S. (1983). Working memory in children. *Philosophical Transactions of the Royal Society, Series B*, 302, 324-340.
- Hitch, G.J., Halliday, M.S., & Littler, J.E. (1989). Item identification time and rehearsal rate as predictors of memory span in children. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 41A, 321-328.
- Hitch, G.J., Halliday, M.S., Schaafstal, A.M., & Heffernan, T.M. (1991). Speech, "inner speech", and the development of short-term memory: Effects of pictures-labeling on recall. *Journal of Experimental Child Psychology*, 51, 220-234.
- Hitch, G. J., Towse, J. N., & Hutton, U. (2001). What limits children's working memory span? Theoretical accounts and applications for scholastic development. *Journal of Experimental Psychology General*, 130(2), 184-198.
- Hulme, C., Maughan, S., & Brown, G.D. (1991). Memory for familiar and unfamiliar words: Evidence for a long-term memory contribution to short-term memory span. *Journal of Memory and Language*, 30, 685-701.
- Hulme, C., Thomson, N., Muir, C., & Lawrence, A. (1984). Speech rate and the development of short-term memory span. *Journal of Experimental Child Psychology*, 38, 241-253.
- Hulme, C., & Thordoff, V. (1989). Working memory development: The effects of speech rate, word length, and acoustic similarity on serial recall. *Journal of Experimental Child Psychology*, 47, 72-87.
- Johnston, R.S., Johnson, C., & Gray, C. (1987). The emergence of the word-length effect in young children: the effects of overt and covert rehearsal. *British Journal of Developmental Psychology*, 5, 243-248.
- Just, M., & Carpenter, P. (1992). A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review*, 99, 122-149.
- Kemps, E., de Rammelaere, S., & Desmet, T. (2000). The development of working memory: Exploring the complementarity of two models. *Journal of Experimental Child Psychology*, 77, 89-109.
- Kyllonen, P. C., & Christal, R. E. (1990). Reasoning ability is (little more than) working-memory capacity?! *Intelligence*, 14, 389-433.
- Oberauer, K. (2005). Control of the contents of working memory – a comparison of two groups and two age groups. *Journal of Experimental Psychology: Learning, memory and Cognition*, 31 (4), 714-728.
- Pascoal-Leone, J. (2000). Reflections on working memory: Are the two models complementary? *Journal of Experimental Child Psychology*, 77, 138-154.
- Primi, R. (2002). Complexity of geometric inductive reasoning tasks. Contribution to the understanding of fluid intelligence. *Intelligence*, 30, 41-70.
- Service, C. (1992). Phonology, working memory and foreign-language learning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 45A, 21-50.

- Sluis, S., Leij, A., & Jong, P.F. (2005). Working memory in Dutch children with reading-and arithmetic-related LD. *Journal of Learning Disabilities, 38* (3), 207-221.
- Stewart, L., & Pascual-Leone, J. (1992). Mental capacity constraints and the development of moral reasoning. *Journal of Experimental Child Psychology, 54*, 251-287.
- Unsworth, N., & Engle, R.N. (2005). Working memory capacity and fluid abilities: Examining the correlations between operation span and Raven. *Intelligence, 33*, 67-81.
- Wilson, J.T., Scott, J.H., & Power, K.G. (1987). Developmental differences in the span of visual memory for pattern. *British Journal of Developmental Psychology, 5*, 249-255.

