

Memória de trabalho fonológica, atenção visual e leitura em crianças de 5^a e 6^a séries do ensino fundamental

Fabiana Bernardes Rangel Barboza. Universidade de Ribeirão Preto.
Ricardo Basso Garcia. Universidade Federal de Uberlândia.
Cesar Galera. Universidade de São Paulo - Ribeirão Preto.

Resumo

Neste estudo avaliamos a memória de trabalho fonológica, a atenção visual e a habilidade de leitura em 37 escolares (16 meninas e 21 meninos) de 5^a série (média de 11,3 anos) e de 6^a série (média de 12,2 anos). Os participantes passaram pelo subteste de leitura do Teste de Desempenho Escolar, por um teste de atenção visual (paradigma de Posner) e por três testes de memória de trabalho fonológica (palavras, pseudopalavras e dígitos). Crianças de ambas as séries apresentaram desempenho semelhante nas tarefas de leitura e memorização de dígitos. As crianças de 6^a série foram mais rápidas no teste de atenção visual e recordaram mais palavras e pseudopalavras que as crianças de 5^a série. Os resultados indicam o aumento na velocidade de processamento e maturação da memória de trabalho dos 11 aos 13 anos, mas o teste de memória para dígitos não detectou essa diferença.

Palavras-chave: memória operacional; memória de curto prazo; memória verbal; atenção visual; leitura.

Abstract

Phonological working memory, visual attention, and reading in children in 5th and 6th grades of fundamental school. In this study we investigated phonological working memory, visual attention, and reading in 37 scholars (16 girls and 21 boys), fifth (mean age of 11.3 years) and sixth graders (mean age of 12.2 years). The participants were administered a reading subtest from an academic achievement test, a visual attention task (Posner paradigm), and three phonological working memory tests (words, pseudowords, and digits). Children from both grades had similar performances in reading and working memory for digits. Sixth graders had faster reaction times in the visual attention task, and they recalled more words and pseudowords than fifth graders. The results indicate the increase of processing speed and the development of working memory from 11 to 13 years, but the digit span test did not detect this change.

Keywords: working memory; short-term memory; verbal memory; visual attention; reading.

Resumen

Memoria de trabajo fonológica, atención visual y lectura en los niños de 5^o e 6^o grado de la escuela primaria. Este estudio evaluó la memoria de trabajo fonológica, atención visual y capacidad de lectura en 37 niños (16 niñas y 21 niños) de quinto grado (media 11,3 años) y sexto grado (media 12,2 años). Los participantes respondieron al test de lectura del Teste de Desempenho Escolar, a una tarea de atención visual (paradigma de Posner) y a tres tareas de memoria de trabajo fonológica (palabras, pseudopalabras y dígitos). Los niños de ambas series presentan el mismo rendimiento en las tareas de lectura y memorización de dígitos. Los niños de sexto grado fueron más rápidos en la tarea de atención visual y recordaron más palabras y pseudopalabras. Los resultados indican un aumento en la velocidad de procesamiento y la maduración de la memoria de trabajo de 11 a 13 años, pero la tarea de memoria para los dígitos no detectó esta diferencia.

Palabras clave: memoria operacional; memoria de corto plazo; memoria verbal; atención visual; lectura.

Memória de trabalho fonológica, atenção visual e leitura em crianças de 5ª e 6ª séries do ensino fundamental

A memória de trabalho é o sistema cognitivo responsável pelo armazenamento temporário e processamento ativo de informações durante a realização de tarefas e a interação com o ambiente. Esse sistema de memória é complexo e fragmentado - estruturas específicas são responsáveis pelo armazenamento de informações fonológicas, visuais e espaciais (Wager & Smith, 2003). Além de armazenadores, os modelos teóricos distinguem processos automáticos dos controlados, como o uso de estratégias de codificação, manutenção e recuperação de informações (Baddeley, 2012; Cornoldi & Vecchi, 2003; Cowan, 2005). De acordo com o modelo de múltiplos componentes, a memória de trabalho é formada por um sistema de controle de processamento e recursos de atenção, o executivo central, e por três subsistemas de armazenamento: a alça fonológica, o esboço visuoespacial e o buffer episódico (Baddeley, 2003, 2012).

A memória de trabalho fonológica foi objeto de numerosos estudos ao longo das últimas décadas e diversos fenômenos foram bem documentados. A memorização temporária de itens com sonoridades semelhantes é mais difícil que a de itens discrepantes, o chamado *efeito de similaridade fonológica* (Baddeley, 1966; Conrad & Hull, 1964; Schweickert, Guentert, & Hersberger, 1990). Além disso, é mais fácil recordar listas de palavras curtas do que de palavras longas, o *efeito de tamanho de palavra* (Baddeley, Chincotta, Staford, & Turk, 2002; Baddeley, Thomson, & Buchanan, 1975; Schweickert et al., 1990). A memória fonológica também é prejudicada se, durante o período de memorização, tivermos que verbalizar continuamente sílabas ou números - o *efeito de supressão articulatória* (Murray, 1968; Richardson & Baddeley, 1975) - ou escutar vozes de fundo - o *efeito de fala irrelevante* (Colle & Welsh, 1976; Salamé & Baddeley, 1982).

Para explicar esses fenômenos, o modelo de múltiplos componentes é o mais utilizado. Nesse modelo, a *alça fonológica* é um sistema duplo composto por um *armazenador* passivo capaz de manter traços de memória em códigos fonológicos durante aproximadamente 2 segundos e por um processo ativo análogo à fala subvocal, a *recitação articulatória*, cuja função é rearticular as informações contidas no armazenador e reativar os traços de memória (Baddeley, 2003, 2012). Dado que a

recitação é um processo que ocorre no tempo, a capacidade da alça fonológica é uma função do número de itens contidos no armazenador, da taxa de deterioração dos traços de memória e da taxa de recitação (Baddeley, 2003, 2012).

De acordo com esse modelo, os efeitos de similaridade fonológica e fala irrelevante de fundo têm origem no armazenador. Dado que este opera com códigos fonológicos, ocorre maior sobreposição de traços de memória em listas de itens fonologicamente similares. Além disso, as informações do ambiente adentram o armazenador, interferindo nas informações ali contidas. Por outro lado, os efeitos de tamanho de palavra e supressão articulatória têm origem no recitador. A deterioração dos traços de memória decorre, no primeiro caso, da duração mais longa da recitação e da verbalização de itens polissilábicos e, no segundo caso, da verbalização que impede o processo de recitação subvocal dos itens.

Além de ser um importante fator de diferenças individuais, a memória de trabalho passa por processos maturacionais ao longo do desenvolvimento. No caso da memória fonológica, ocorre um aumento progressivo da capacidade de memória dos 4 aos 15 anos de idade (Gathercole, 1999; Gathercole, Pickering, Ambridge, & Wearing, 2004; Santos & Bueno, 2003). Esse aumento decorre não somente da capacidade do armazenador, como também do funcionamento da recitação articulatória (Gathercole, 1999). Evidências apontam que crianças mais novas não fazem recitação (Gathercole, Adams, & Hitch, 1994) e que esta estratégia se consolida em torno dos 7 anos de idade e melhora em velocidade e eficiência até a adolescência (Hulme, Thomson, Muir, & Lawrence, 1984). De maneira geral, a velocidade de processamento aumenta da infância à vida adulta (Kail, 1991), o que contribui para diminuir o tempo de articulação verbal (e por consequência da recitação subvocal) e aumentar o número de itens armazenados na memória de trabalho (Case, Kurland, & Goldberg, 1982; Henry & Millar, 1993; Hitch, Towse, & Hutton, 2001; Kail & Park, 1994).

Avaliar a memória de trabalho fonológica, portanto, exige o controle de variáveis como o número de sílabas e a similaridade dos itens de uma lista, assim como da idade dos indivíduos da amostra no caso de estudos com crianças. Existem diversas maneiras de avaliação, as mais comuns consistem na apresentação oral de listas de itens que devem ser repetidas em voz alta pelo participante, e os protocolos variam conforme os tipos de item e de recordação. Dentre os itens utilizados estão os dígitos, as palavras e pseudopalavras, isto é, composições silábicas

que respeitam a estrutura fonológica da língua, mas que não têm sentido (por exemplo, fulina). Quanto aos tipos de recordação, alguns testes são de *recordação livre*, em que os itens são evocados livremente sem necessidade de reproduzir o ordenamento da lista, e outros são de *recordação serial*, em que os itens são evocados do primeiro ao último (ordem direta) ou do último ao primeiro (ordem inversa).

Protocolos de recordação livre geralmente utilizam listas de palavras ou pseudopalavras, e de recordação serial (direta e inversa) utilizam listas de dígitos. Esses protocolos fornecem diferentes informações sobre a memória de trabalho fonológica. Na recordação livre, a variável de interesse é o número total de itens (de uma lista de 10 ou 15 itens) que um indivíduo consegue evocar. Já na recordação direta de dígitos, também chamada de *Digit Span* ou extensão de dígitos, a quantidade de itens das listas aumenta progressivamente, fornecendo um índice de capacidade (ou *span*) de memória dado pelo número da extensão mais longa de dígitos que um indivíduo consegue reproduzir corretamente (por exemplo, um *span* de 6 indica a capacidade de reproduzir uma sequência de seis dígitos).

Essas formas de avaliação contemplam apenas o armazenamento de informações através do mecanismo de recitação subvocal, sem a necessidade de operações ou transformações. Por outro lado, o *Digit Span* em ordem inversa requer a operação de inversão da lista, impondo maior demanda de processamento da memória de trabalho (Wilde, Strauss, & Tulsy, 2004). Em vista disso, esse teste fornece um índice influenciado por recursos executivos, principalmente em crianças, cuja estratégia reside na codificação dos itens na ordem apresentada e na inversão durante a resposta; já os adultos podem adotar outra estratégia, como a inversão dos dígitos durante a codificação (St. Clair-Thompson, 2010). Um achado comum em amostras de crianças ou mesmo de adultos é um *span* inverso inferior ao *span* direto. Dadas as diferentes informações fornecidas pelo teste de *Digit Span* direto e inverso, aconselha-se a não combinar os índices, conforme recomendado por alguns manuais de aplicação, sobretudo para análises clínicas (Reynolds, 1997).

Outras medidas que envolvem armazenamento e processamento ativo são os testes *Alpha Span*, em que o participante deve repetir uma lista de palavras evocando-as em ordem alfabética (Craik, 1986), o *Reading Span*, em que o participante lê um conjunto de frases e posteriormente evoca a última palavra de

cada uma (Daneman & Carpenter, 1980), e o *Operation Span*, que requer a evocação de palavras após a realização de operações matemáticas (Turner & Engle, 1989), mas estes não estão no escopo de nosso estudo (para uma apresentação detalhada desses testes, ver Conway et al., 2005).

Aqui, nossa proposta foi investigar a recordação livre e serial de palavras, pseudopalavras e dígitos em crianças de 11 a 13 anos, com o objetivo de verificar como esses testes detectam o padrão de desenvolvimento da memória de trabalho fonológica nessa etapa de transição entre a infância e a adolescência. Nessa faixa etária, as crianças fazem uso consistente da recitação articulatória e tanto a capacidade da memória quanto a velocidade de processamento estão em desenvolvimento.

Selecionamos três testes de memória: recordação livre de palavras e pseudopalavras, e recordação serial direta e inversa de dígitos. No teste com palavras, listas de itens de 1 a 4 sílabas foram apresentadas, fornecendo uma pontuação geral de itens recordados, além de pontuações para cada tamanho de palavra, de monossílabos a polissílabos. No teste de pseudopalavras as listas foram controladas para conter em média três sílabas por item. Os participantes também fizeram um teste de leitura de palavras isoladas para avaliar a consciência fonológica e um teste de atenção visual para medir o tempo de detecção de estímulos, fornecendo uma medida de velocidade de processamento. Em geral, nossa hipótese previa efeitos do desenvolvimento na velocidade de processamento e memória de trabalho.

Método

Aspectos éticos

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição (Processo 323/2007 - 2007.1.1108.59.8). Os pais/responsáveis pelos alunos foram informados sobre o projeto e assinaram um termo de consentimento autorizando a avaliação das crianças que quiseram participar. Os dados foram coletados no primeiro semestre do ano letivo.

Participantes

Participaram da pesquisa um total de 37 alunos pertencentes a uma escola da rede privada, sendo 21 de 5ª série (11 meninas) com média de idade de 11,3 anos e 16 alunos de 6ª série (5 meninas), com média de idade de 12,2 anos. Os grupos diferiram com relação

à idade, $F(1, 35) = 51,36$, $p < 0,001$, mas não quanto à distribuição de gênero, $\chi^2 = 1,65$, $p = 0,31$. Nessa amostra não constavam crianças diagnosticadas com quaisquer tipos de síndrome, problemas sensoriais severos (visão ou audição), problemas neurológicos ou transtornos de aprendizagem.

Materiais e procedimento

Cada participante foi testado individualmente em uma sala silenciosa cedida pela escola e todos passaram por três sessões em dias diferentes: avaliação de leitura, atenção visual e memória de trabalho.

Leitura. A habilidade de leitura foi avaliada pelo subteste de leitura do Teste de Desempenho Escolar (TDE) (Stein, 1994), um instrumento usado na avaliação de habilidades de leitura, escrita e aritmética em escolares de 1ª a 6ª série do ensino fundamental. O subteste de leitura avalia a capacidade de decodificação de palavras isoladas e é composto por uma lista contendo 70 palavras em ordem crescente de dificuldade. As palavras iniciais são simples e de alta frequência na língua Portuguesa, mas ao longo da lista as palavras se tornam mais irregulares e diminuem em frequência, assemelhando-se ao processo de leitura de pseudopalavras, que exige capacidade de conversão grafema-fonema e uma consciência fonológica desenvolvida. Considerou-se para análise o número total de palavras lidas corretamente.

Atenção visual. A atenção visual foi avaliada por uma adaptação do procedimento de Posner (1980), em que a atenção deve se deslocar de um ponto a outro do campo visual sem que haja movimento ocular. Nesse procedimento, o estímulo alvo a ser detectado é precedido pela presença de uma dica, que pode indicar ao participante a localização correta do alvo (dica válida), a localização incorreta (dica inválida) ou não fornecer informações a respeito de sua localização (dica neutra). O resultado clássico aponta que o tempo de reação é mais rápido para dicas válidas e mais lento para as inválidas (Posner, 1980).

No procedimento utilizado havia um círculo em cada lado da tela e o estímulo-alvo (um ponto) poderia aparecer no interior de um desses círculos, e a instrução dada ao participante era a de pressionar a tecla de resposta o mais rápido possível assim que detectasse o alvo. O alvo era precedido da apresentação de uma dica - uma seta acima do círculo em que o ponto poderia aparecer. Essa dica poderia ser válida (indicar o círculo exato do alvo), inválida (indicar o círculo oposto ao alvo) ou neutra (indicar ambos os círculos). Este teste foi computadorizado

e aplicado com uso do aplicativo E-Prime (Schneider, Eschman, & Zuccolotto, 2002). O participante era posicionado em frente ao monitor do computador, com a cabeça sobre um apoiador de queixo e testa a uma distância de 40 cm da tela. Sobre a mesa havia um apoio para o antebraço, proporcionando maior conforto e posição estável com relação à tecla de resposta.

Uma prova consistia na apresentação de um ponto de fixação central '+' (2º de ângulo visual) acompanhado de um aviso sonoro com frequência de 1000 Hz. Após 504 ms, dois círculos (1,5º de raio) apareciam a 8º de excentricidade em ambos os lados do ponto central e, após 504 ms, havia a apresentação da dica por 99 ms, uma seta vertical com 1,5º apontando para baixo. Após um intervalo dica-estímulo (IDE) que poderia ser de 149 ms ou 249 ms, o estímulo alvo (um ponto de 0,5º) era apresentado por 99 ms no interior de um dos círculos. Os participantes foram instruídos a manter o olhar sobre o ponto de fixação e a responder tão depressa quanto possível ao detectarem o alvo. O tempo máximo permitido para a resposta foi de 1000 ms.

Houve um total de 144 provas divididas em dois blocos de 72, distribuídos da seguinte maneira: 32 dicas válidas (16 para cada IDE, oito para cada lateral); 20 dicas neutras (10 para cada IDE, cinco para cada lateral); oito dicas inválidas (quatro para cada IDE, duas para cada lateral), além de 12 provas sem apresentação de alvo. Considerou-se para análise estatística a média do tempo de reação em cada condição de dica.

Memória de trabalho. A memória de trabalho fonológica foi avaliada em três testes - recordação de palavras, pseudopalavras e dígitos na ordem direta e inversa (Luiz, 2003). Uma lista de itens era lida em voz alta pelo examinador com um intervalo de 2 s entre cada item, e após seu término o participante deveria recordá-los verbalmente. Um gravador foi utilizado para registrar a sessão para posterior transcrição e análise.

A recordação de palavras foi avaliada por um protocolo contendo quatro listas de 15 palavras cada, havendo controle de tamanho de palavra por lista, ou seja, listas de monossílabos, dissílabos, trissílabos e polissílabos (maioria quadrissílabos). A recordação de pseudopalavras foi avaliada em três listas com 12 itens cada, variando de duas a quatro sílabas, mas sempre havendo o mesmo total de 36 sílabas por lista (i.e., em média três sílabas por item). Em ambos os testes, considerou-se para análise estatística o número total de itens corretamente recordados. A recordação de dígitos foi avaliada nas versões de recordação em ordem direta

e inversa. Havia sete sequências por versão, de dois a oito dígitos, sendo considerado para análise o número de itens da maior sequência corretamente evocada.

Análises estatísticas. Os tempos de reação no teste de atenção visual foram analisados por uma ANOVA mista 2 x 3, com o fator grupo entre sujeitos (5ª e 6ª série) e medidas repetidas para o fator dica (inválida, neutra e válida). Utilizamos o nível de significância $\alpha = 0,05$ e o η^2 (eta quadrado) como medida de tamanho de efeito, que indica a proporção da variabilidade explicada pelo fator (Levine & Hullett, 2002).

As pontuações totais referentes à avaliação de leitura e de memória de trabalho foram analisadas por meio do teste não-paramétrico Mann-Whitney para amostras independentes. A hipótese nula de que as amostras provêm de uma mesma população foi testada com o nível de significância $\alpha = 0,05$. Calculamos o coeficiente de correlação r como medida de tamanho de efeito e os valores de referência para efeitos fraco, médio e forte são, respectivamente, 0,10, 0,30 e 0,50 (Cohen, 1988). Ambas as medidas de efeito (r e η^2) são do tipo associativa e podem ser interpretadas como uma correlação entre variáveis independente e dependente (Cohen, 1988).

Para analisar o efeito de tamanho de palavra no teste de recordação de palavras, segregamos as pontuações em cada uma das quatro listas. As pontuações dos grupos em cada lista foram comparadas pelo teste Mann-Whitney conforme descrito no parágrafo anterior. As pontuações entre listas, por outro lado, foram analisadas separadamente para cada grupo de crianças da seguinte maneira: as médias foram comparadas entre si aos pares (um total de seis comparações) por meio do teste não-paramétrico de Wilcoxon para dados de uma mesma amostra. Aplicamos a correção de Bonferroni multiplicando cada p-valor obtido por 6 (i.e., o número de comparações), considerando portanto o nível de significância corrigido $\alpha = 0,05$.

Por fim, também calculamos o coeficiente r de correlação entre os resultados dos diferentes testes, considerando o desempenho global nos testes de atenção visual (média do tempo de reação nas três condições de dica), leitura e memória fonológica.

Resultados

A Tabela 1 sumariza a estatística descritiva dos tempos de reação dos alunos de 5ª e 6ª série na tarefa de atenção visual. A ANOVA apontou um efeito de grupo, $F(1, 35) = 6,98$, $p = 0,012$, $\eta^2 = 0,17$, visto que as crianças de 6ª série foram mais rápidas (média = 367,8 ms) do

que as crianças de 5ª série (média = 440,8 ms). Houve também um efeito da dica, $F(2, 70) = 19,88$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,36$, pois em geral os participantes foram mais rápidos nas condições de dica válida e neutra (em ambos os casos, média = 399,5 ms) do que na dica inválida (média = 428,6 ms). A interação entre os fatores grupo e dica não foi significativa ($\eta^2 = 0,03$, $p = 0,19$).

Tabela 1. Média (M) e Erro Padrão da Média (EP) dos Tempos de Reação nas Condições de Dica Inválida, Neutra e Válida do Teste de Atenção Visual

	5ª série (N = 21)	6ª série (N = 16)
Dica	M (EP)	M (EP)
Inválida	463,1 (21,9)	383,3 (21,7)
Neutra	426,4 (18,8)	364,3 (16,9)
Válida	432,9 (19,5)	355,7 (17,5)
Média	440,8 (18,2)	367,8 (20,8) *

* $p = 0,012$ comparado com o grupo 5ª série (ANOVA).

A Tabela 2 sumariza as estatísticas descritivas e inferenciais do desempenho dos alunos de 5ª e 6ª série nos testes de leitura e memória de trabalho. Ambos os grupos obtiveram desempenho médio em torno de 67 pontos no teste de leitura do TDE, próximo à pontuação máxima de 70 pontos, não havendo diferença entre os grupos. Na avaliação da memória de trabalho fonológica, os grupos apresentaram diferenças de desempenho conforme o tipo do material memorizado. As crianças de 6ª série recordaram mais palavras e pseudopalavras que as crianças de 5ª série, mas não houve diferenças entre os grupos na recordação de dígitos, seja em ordem direta ou inversa.

No teste de recordação de palavras, analisamos o desempenho nas listas de monossílabos, dissílabos, trissílabos e polissílabos. A Tabela 3 sumariza as estatísticas descritivas e inferenciais comparando o desempenho dos grupos em cada lista. As crianças de 6ª série recordaram mais dissílabos e quadrissílabos do que as de 5ª série. Por outro lado, não houve diferença significativa entre grupos na recordação de monossílabos e trissílabos, mas neste último caso nota-se que o valor de r indica um efeito de tamanho médio. Para os trissílabos, há uma diferença de 1 ponto entre as medianas dos grupos e de 2 pontos no número máximo de itens recordados. Em conjunto, tais dados permitem interpretar que houve uma tendência das crianças de 6ª série recordarem mais trissílabos que as de 5ª série, embora tal tendência não tenha sido consistente a ponto de ser significativa. Pode-se dizer que o desempenho dos grupos foi bastante similar apenas na recordação de monossílabos.

Tabela 2. Média (M) e Erro Padrão da Média (EP) dos Tempos de Reação nas Condições de Dica Inválida, Neutra e Válida do Teste de Atenção Visual

Teste	5ª série (N = 21)			6ª série (N = 16)			Mann-Whitney		
	M (DP)	Mediana	Mín-Máx	M (DP)	Mediana	Mín-Máx	r	valor de p	
Leitura	67,2 (2,7)	68	61-70	67,0 (2,4)	67	61-70	0,08	0,62	
Recordação de palavras	18,1 (2,6)	18	13-24	21,2 (3,8)	21,5	14-31	0,46	0,005*	
Recordação de pseudopalavras	22,0 (1,3)	22	20-24	23,0 (1,4)	23	21-25	0,35	0,04*	
Recordação de Dígitos	Ordem direta	6,4 (1,2)	6	3-8	6,4 (1,0)	6	4-8	0,04	0,82
	Ordem inversa	3,9 (0,7)	4	3-5	3,7 (0,7)	4	3-5	0,11	0,55

* Valores da 6ª série significativamente superiores às da 5ª série ($p < 0,05$).

Tabela 3. Pontuação Média (M), Desvio Padrão (DP), Mediana e Valores Mínimo e Máximo (Mín-Máx) em Cada Lista do Teste de Recordação de Palavras

Lista	5ª série (N = 21)			6ª série (N = 16)			Mann-Whitney	
	M (DP)	Mediana	Mín-Máx	M (DP)	Mediana	Mín-Máx	r	valor de p
Monossílabos	5,81 (1,08)	6	4-8	6,13 (1,2)	6	4-9	0,12	0,51
Dissílabos	4,52 (1,08)	5	2-6	5,81 (1,9)	6	4-12	0,39	0,02*
Trissílabos	4,19 (0,7)	4	3-6	4,88 (1,3)	5	3-8	0,28	0,11
Polissílabos	3,62	3	1-7	4,38 (0,9)	4	3-6	0,38	0,03*

* Valores da 6ª série significativamente superiores às da 5ª série ($p < 0,05$).

Na Tabela 3, pode-se observar ainda um efeito de tamanho de palavra, caracterizado pela diminuição de itens recordados conforme o aumento do número de sílabas dos itens. Analisamos esse efeito para cada grupo separadamente, realizando comparações aos pares entre as pontuações em cada lista. Para as crianças de 5ª série, a recordação de monossílabos foi maior que a de dissílabos ($p = 0,007$), trissílabos ($p = 0,002$) e polissílabos ($p = 0,001$), e a recordação de dissílabos foi maior que a de polissílabos ($p = 0,048$). As outras comparações não foram significativas. Para as crianças de 6ª série, a única diferença significativa foi observada entre a recordação de monossílabos e polissílabos ($p = 0,006$). Portanto, observa-se que o efeito de tamanho de palavra foi mais acentuado para as crianças mais novas, de 5ª série.

Realizamos também uma análise da correlação do desempenho geral observado nas diferentes tarefas, sem levar em conta as diferenças de idade ou de sexo. Essa análise revelou correlações significativas entre o desempenho na tarefa de atenção seletiva e a recordação direta de dígitos ($r = -0,42$, $p = 0,10$), e entre a recordação de pseudopalavras e a recordação de dígitos na ordem inversa ($r = -0,36$, $p = 0,03$). Uma análise realizada separadamente com meninos e meninas das duas séries escolares mostrou que a correlação entre o desempenho na tarefa de atenção e a capacidade de recordação de dígitos na ordem direta foi significativa apenas para meninas da sexta série ($r = -0,82$, $p = 0,007$). Para as meninas da 5ª série, houve uma correlação significativa entre a recordação de palavras e a recordação de dígitos

na ordem direta ($r = 0,69$, $p = 0,013$). O desempenho na tarefa de leitura dos meninos da sexta série está positivamente correlacionado à capacidade de recordação de dígitos na ordem inversa ($r = 0,87$, $p = 0,012$), e esta correlação aparece como tendência no desempenho dos meninos da quinta série ($r = 0,59$, $p = 0,097$).

Discussão

Neste estudo, avaliamos as habilidades de leitura, atenção visual e memória de trabalho em crianças de 5ª e 6ª série. Em particular, nosso objetivo foi comparar a memória de trabalho fonológica para três tipos de itens - palavras, pseudopalavras e dígitos - em crianças de 5ª série (11 a 12 anos) e de 6ª série (12 a 13 anos). Considerando o desenvolvimento das funções cognitivas até a adolescência, esperávamos observar melhores desempenhos em crianças mais velhas, ou seja, maior rapidez na detecção de estímulos (teste de atenção visual) e capacidade de armazenar mais itens na memória. Também esperávamos diferenças nas informações fornecidas pelos testes de memória fonológica.

Em primeiro lugar, cumpre notar que ambos os grupos apresentaram bom desempenho no teste de leitura, indicando que os participantes são hábeis na decodificação grafema-fonema de palavras regulares e irregulares. Trata-se de um bom controle sobre a consciência fonológica dos participantes selecionados, pois nos permite descartar a hipótese de que as diferenças observadas

na memória de trabalho resultassem de discrepâncias nas habilidades fonológicas dos grupos investigados.

Em segundo lugar, a avaliação da atenção visual mostrou que o efeito de dica ocorre para ambos os grupos: os tempos de reação foram mais rápidos para dicas válidas e neutras. Nas dicas inválidas, a reação é mais lenta, pois a atenção deve sair da posição para a qual foi direcionada e se deslocar para a posição na qual o estímulo-alvo apareceu. De acordo com esse raciocínio, e dada a rapidez de detecção com dicas neutras, pode-se dizer que as crianças foram capazes de dividir a atenção para as duas posições definidas para apresentação de estímulos. A atenção visual está plenamente estabelecida nessas crianças, replicando os dados obtidos com adultos (Posner, 1980). Os dados mais interessantes se referem ao tempo de reação dos participantes, pois se observa que dos 11 aos 13 anos ocorre um aumento significativo na velocidade de processamento - as crianças de 6ª série foram em média 73 ms mais rápidas que as crianças de 5ª série. Esse achado corrobora diversas descrições do aumento de velocidade de processamento da infância à adolescência (Kail, 1991), inclusive em termos da magnitude do aumento observada (Williams, Hulstsch, Strauss, Hunter, & Tannock, 2005).

A ausência de uma melhora do processo de orientação espacial da atenção em função da idade poderia, à primeira vista, ser explicada pela pequena diferença na idade dos dois grupos de participantes. Entretanto, a literatura mostra que algumas funções da atenção, em particular a orientação espacial, parecem se estabilizar em torno dos 6 anos. Por exemplo, Rueda et al. (2004) investigaram os sistemas responsáveis pela orientação da atenção, pelo alerta e pelo controle executivo em crianças de 6 a 10 anos e em adultos jovens. Seus resultados mostram, assim como os nossos, uma melhora no tempo reação em função da idade, mas não mostram desenvolvimento significativo das três funções ativas estudadas. Akhtar e Enns (1989) sugerem que a habilidade para orientar a atenção pode se tornar plenamente funcional em torno dos 5 anos. A partir dessa idade, os ganhos relacionados ao tempo de reação se devem, segundo esses autores, ao processo de desengajamento do foco atencional de um ponto do espaço e sua focalização em outro ponto, mas não ao processo de orientação em si. Estudos mais recentes confirmam esta tendência de estabilidade da função de orientação espacial da atenção e dão mais relevância ao estudo das funções executivas relacionadas ao autocontrole (Posner, Rothbart, Sheese, & Voelker, 2014).

Também devemos observar que os processos envolvidos na orientação e a focalização da atenção visual são importantes para a aquisição da leitura e podem estar envolvidos tanto na dislexia (Facoetti, Paganoni, Turatto, Marzola, & Mascetti, 2000) como no déficit de atenção e hiperatividade (Vaurio, Simmonds, & Mostofsky, 2009). Em nossa amostra, a eficácia na orientação da atenção baseada na dica especial, estimada pelo tempo de resposta, está associada a um melhor desempenho na tarefa de recordação de dígito na ordem direta, conforme observado na correlação negativa ($r = -0,42$) entre o tempo de resposta e a recordação direta de dígitos. Essa correlação evidencia uma associação entre velocidade de processamento e memória. Ou seja, conforme o tempo de resposta aumentou, a pontuação na recordação direta de dígitos diminuiu; por outro lado, conforme o tempo de resposta diminuiu, a pontuação na recordação direta de dígitos aumentou, indicando que a maior velocidade de processamento está associada ao melhor desempenho nessa tarefa específica de memória. Isso é consistente com diversos dados da literatura, os quais apontam que o aumento na capacidade da memória de trabalho fonológica ao longo do desenvolvimento está associado não somente ao aumento de velocidade na articulação de palavras, como também ao aumento da velocidade e eficiência do processamento cognitivo de maneira geral (Case et al., 1982; Hulme et al., 1984; Kail & Park, 1994). Em conjunto, tais dados são consistentes com o modelo de alça fonológica, pois este especifica que existe uma taxa de deterioração dos traços de memória (em torno de 2 segundos) e que a velocidade de recitação e de processamento é um importante fator no desempenho (Baddeley, 2003, 2012; ver também Baddeley et al., 1975).

No contexto de nosso estudo, é interessante notar que os dígitos, por serem palavras altamente familiares e curtas (uma ou duas sílabas), são particularmente sensíveis para detectar a associação entre velocidade de processamento e capacidade de memória. Ao explorarmos a origem dessa associação dividindo as crianças por série escolar e sexo, observamos que a correlação foi significativa e mais forte para as meninas de 6ª série ($r = -0,82$, $p = 0,007$). Esse resultado aponta para a emergência de diferenças maturacionais de sexo na velocidade de processamento e seus impactos na memória fonológica. De fato, evidências robustas apontam para diferenças de sexo em medidas de velocidade de processamento cognitivo, tal como aferidas em subtestes de avaliação de inteligência. Camarata e Woodcock (2006) analisaram

dados de três amostras normativas (cerca de 10.500 participantes) e observaram que as mulheres são mais rápidas do que os homens ao executar tarefas cognitivas como nomear figuras e combinar padrões visuais. Essa discrepância entre sexos mostrou-se consistente para as diversas faixas etárias, da infância à vida adulta. Contudo, cumpre notar que diferenças de sexo podem variar conforme as tarefas e medidas utilizadas (Sheppard & Vernon, 2008).

Por fim, a avaliação da memória de trabalho fonológica forneceu informações importantes sobre o padrão de desenvolvimento dos 11 aos 13 anos. As crianças mais velhas, alunos da 6ª série, recordaram mais palavras e pseudopalavras que as crianças mais novas. Em particular, as análises da pontuação segregada de acordo com o número de sílabas ajudam a compreender isso. O desempenho das crianças de 6ª série foi superior para palavras com duas ou mais sílabas, além disso, o efeito de tamanho de palavra surgiu apenas para itens polissilábicos. Esse efeito foi mais acentuado para crianças de 5ª série, pois os resultados mostraram que o incremento de sílabas foi acompanhado pela queda no desempenho.

De acordo com o modelo da alça fonológica, pode-se interpretar que o mecanismo de recitação articulatória funciona melhor nas crianças de 6ª série, pois os traços de memória (códigos fonológicos) são codificados, recitados e recuperados com maior eficiência e rapidez, havendo menor decaimento de informações. Essa interpretação é corroborada pela maior velocidade de processamento observada nas crianças de 6ª série, e é consistente com diversos dados experimentais, conforme já salientamos (Case et al., 1982; Henry & Millar, 1993; Hulme et al., 1984).

A comparação entre testes de memória de trabalho fonológica mostrou que, a depender da tarefa e do tipo de material, diferenças entre grupos puderam ser detectadas ou não. Em particular, o *Digit Span* foi o único que não permitiu detectar a melhora de desempenho dos 11 aos 13 anos, ao passo que os testes de recordação de palavras e pseudopalavras foram mais adequados para capturar o fenômeno em questão. Essa discrepância entre materiais é conhecida na literatura, pois os dígitos são estímulos altamente familiares e simples, com uma ou duas sílabas, exigindo poucos recursos de memória (Gathercole, 1995, 1999). Por outro lado, as pseudopalavras são itens com baixa familiaridade, sem representações na memória de longo prazo, elevando assim a demanda de recursos da memória de trabalho

fonológica para codificar, manter e evocar esse tipo de material (Gathercole, 1995, 1999). No caso da memorização de palavras, que são estímulos familiares assim como os dígitos, nossos resultados mostraram que a dificuldade de memorização advém do aumento do número de sílabas.

Portanto, o conhecimento sobre a discrepância entre materiais é fundamental para orientar a avaliação da memória de trabalho fonológica, pois o teste *Digit Span* está entre os mais utilizados e faz parte de diversos protocolos de avaliação nas áreas de psicologia e fonoaudiologia. Em estudos ou avaliações neuropsicológicas que incluem apenas uma breve avaliação da memória de trabalho, utilizando apenas o teste *Digit Span*, eventuais déficits de memória fonológica podem não ser identificados, levando a resultados limitados e conclusões equivocadas. É recomendável, portanto, o uso de dois ou mais testes na avaliação desse construto. O uso de pseudopalavras é crucial por envolver itens desconhecidos, sem representações de longo prazo, exigindo assim maiores recursos da alça fonológica.

Em suma, este estudo apontou questões que merecem ser amplamente investigadas com crianças e adolescentes em pesquisas futuras, como um mapeamento mais detalhado do aumento da velocidade de processamento, da capacidade de memória de trabalho e da relação entre velocidade de processamento, taxa de recitação e o efeito de tamanho de palavra. Nosso estudo pode ser visto como um primeiro passo para orientar pesquisas futuras, pois apresentou algumas limitações, a saber, a faixa etária, o tamanho da amostra e os testes utilizados. Uma pesquisa mais detalhada necessariamente envolveria uma ampla amostragem com indivíduos entre 7 e 15 anos de idade, com o uso de testes normatizados com crianças brasileiras.

Referências

- Akhtar, N., & Enns, J. T. (1989). Relations between covert orienting and filtering in the development of visual attention. *Journal of Experimental Child Psychology, 48*(2), 315-334. doi: 10.1016/0022-0965(89)90008-8
- Baddeley, A. D. (1966). Short-term memory for word sequences as a function of acoustic, semantic and formal similarity. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 18*(4), 362-365. doi: 10.1080/14640746608400055
- Baddeley, A. D. (2003). Working memory and language: an overview. *Journal of Communication Disorders, 36*(3), 189-208. doi: 10.1016/S0021-9924(03)00019-4
- Baddeley, A. D. (2012). Working memory: Theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology, 63*, 1-29. doi: 10.1146/annurev-psych-120710-100422

- Baddeley, A. D., Chincotta, D., Staford, L., & Turk, D. (2002). Is the word length effect in STM entirely attributable to output delay? Evidence from serial recognition. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *55*(2), 353-369. doi:10.1080/02724980143000523
- 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*(6), 575-589. doi: 10.1016/S0022-5371(75)80045-4
- Camarata, S., & Woodcock, R. (2006). Sex differences in processing speed: Developmental effects in males and females. *Intelligence*, *34*(3), 231-252. doi: 10.1016/j.intell.2005.12.001
- Case, R., Kurland, D. M., & Goldberg, J. (1982). Operational efficiency and the growth of short-term memory span. *Journal of experimental child psychology*, *33*(3), 386-404. doi:10.1016/0022-0965(82)90054-6
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Nova Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Colle, H. A., & Welsh, A. (1976). Acoustic masking in primary memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *15*(1), 17-31. doi: 10.1016/S0022-5371(76)90003-7
- Conrad, R., & Hull, A. J. (1964). Information, acoustic confusion and memory span. *British Journal of Psychology*, *55*(4), 429-432. doi:10.1111/j.2044-8295.1964.tb00928.x
- Conway, A. R., 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. doi: 10.3758/BF03196772
- Cornoldi, C., & Vecchi, T. (2003). *Visuo-spatial working memory and individual differences* (p. 169). Hove: Psychology Press.
- Cowan, N. (2005). *Working memory capacity*. Hove: Psychology Press.
- Craik, F. I. M. (1986). A functional account of age differences in memory. In F. Klix & H. Hagendorf (Eds.), *Human memory and cognitive capabilities* (pp. 409-422). Amsterdam: North-Holland.
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *19*(4), 450-466. doi: 10.1016/S0022-5371(80)90312-6
- Facoetti, A., Paganoni, P., Turatto, M., Marzola, V., & Mascetti, G. G. (2000). Visual-spatial attention in developmental dyslexia. *Cortex*, *36*(1), 109-123. doi: 10.1016/S0010-9452(08)70840-2
- Gathercole, S. E. (1995). Is nonword repetition a test of phonological memory or long-term knowledge? It all depends on the nonwords. *Memory & Cognition*, *23*(1), 83-94. doi: 10.3758/BF03210559
- Gathercole, S. E. (1999). Cognitive approaches to the development of short-term memory. *Trends in Cognitive Sciences*, *3*(11), 410-419. doi: 10.1016/S1364-6613(99)01388-1
- Gathercole, S. E., Adams, A. M., & Hitch, G. J. (1994). Do young children rehearse? An individual-differences analysis. *Memory & Cognition*, *22*(2), 201-207. doi: 10.3758/BF03208891
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Ambridge, B., & Wearing, H. (2004). The structure of working memory from 4 to 15 years of age. *Developmental Psychology*, *40*(2), 177-190. doi: 10.1037/0012-1649.40.2.177
- Henry, L. A., & Millar, S. (1993). Why does memory span improve with age? A review of the evidence for two current hypotheses. *European Journal of Cognitive Psychology*, *5*(3), 241-287. doi:10.1080/09541449308520119
- 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. doi:10.1037/0096-3445.130.2.184
- 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*(2), 241-253. doi: 10.1016/0022-0965(84)90124-3
- Kail, R. (1991). Developmental change in speed of processing during childhood and adolescence. *Psychological Bulletin*, *109*(3), 490-501. doi: 10.1037/0033-2909.109.3.490
- Kail, R., & Park, Y. S. (1994). Processing time, articulation time, and memory span. *Journal of Experimental Child Psychology*, *57*(2), 281-291. doi: 10.1006/jecp.1994.1013
- Levine, T. R., & Hullett, C. R. (2002). Eta squared, partial eta squared, and misreporting of effect size in communication research. *Human Communication Research*, *28*(4), 612-625. doi:10.1111/j.1468-2958.2002.tb00828.x
- Luiz, M. O. R. (2003). *A memória operacional e aquisição de leitura em analfabetos adultos*. (Dissertação de mestrado não publicada), Universidade de São Paulo.
- Murray, D. J. (1968). Articulation and acoustic confusability in short-term memory. *Journal of Experimental Psychology*, *78*(4, Pt. 1), 679-684. doi: 10.1037/h0026641
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *32*(1), 3-25. doi: 10.1080/00335558008248231
- Posner, M. I., Rothbart, M. K., Sheese, B. E., & Voelker, P. (2014). Developing attention: Behavioral and brain mechanisms. *Advances in Neuroscience*, 2014(Article ID 405094, 9 pages). doi: 10.1155/2014/405094
- Reynolds, C. R. (1997). Forward and backward memory span should not be combined for clinical analysis. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *12*(1), 29-40. doi: 10.1016/S0887-6177(96)00015-7
- Richardson, J. T. E., & Baddeley, A. D. (1975). The effect of articulatory suppression in free recall. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *14*(6), 623-629. doi: 10.1016/S0022-5371(75)80049-1
- Rueda, M. R., Fan, J., McCandliss, B. D., Halparin, J. D., Gruber, D. B., Lercari, L. P., & Posner, M. I. (2004). Development of attentional networks in childhood. *Neuropsychologia*, *42*(8), 1029-1040. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2003.12.012.
- Salamé, P., & Baddeley, A. D. (1982). Disruption of short-term memory by unattended speech: Implications for the structure of working memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *21*(2), 150-164. doi: 10.1016/S0022-5371(82)90521-7
- Santos, F. H., & Bueno, O. F. A. (2003). Validation of the Brazilian Children's Test of Pseudoword Repetition in Portuguese speakers aged 4 to 10 years. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, *36*(11), 1533-1547. doi: 10.1590/S0100-879X2003001100012
- Schneider, W., Eschman, A., & Zuccolotto, A. (2002). *E-Prime Reference Guide*. Pittsburgh: Psychology Software Tools Inc.
- Schweickert, R., Guentert, L., & Hersberger, L. (1990). Phonological similarity, pronunciation rate, and memory span. *Psychological Science*, *1*(1), 74-77. doi: 10.1111/j.1467-9280.1990.tb00071.x

Memória de trabalho fonológica, atenção visual e leitura em crianças de 5ª e 6ª séries do ensino fundamental

- Sheppard, L. D., & Vernon, P. A. (2008). Intelligence and speed of information-processing: A review of 50 years of research. *Personality and Individual Differences, 44*(3), 535-551. doi: 10.1016/j.paid.2007.09.015
- St Clair-Thompson, H. L. (2010). Backwards digit recall: A measure of short-term memory or working memory?. *European Journal of Cognitive Psychology, 22*(2), 286-296. doi: 10.1080/09541440902771299
- Stein, L. M. (1994). *TDE: Teste de desempenho escolar*. São Paulo: Casa do Psicólogo.
- Turner, M. L., & Engle, R. W. (1989). Is working memory capacity task dependent? *Journal of Memory and Language, 28*(2), 127-154. doi: 10.1016/0749-596X(89)90040-5
- Vaurio, R. G., Simmonds, D. J., & Mostofsky, S. H. (2009). Increased intra-individual reaction time variability in attention-deficit/hyperactivity disorder across response inhibition tasks with different cognitive demands. *Neuropsychologia, 47*(12), 2389-2396. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2009.01.022
- Wager, T. D., & Smith, E. E. (2003). Neuroimaging studies of working memory. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience, 3*(4), 255-274. doi: 10.3758/CABN.3.4.255
- Wilde, N. J., Strauss, E., & Tulskey, D. S. (2004). Memory span on the Wechsler scales. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 26*(4), 539-549. doi:10.1080/13803390490496605
- Williams, B. R., Hultsch, D. F., Strauss, E. H., Hunter, M. A., & Tannock, R. (2005). Inconsistency in reaction time across the life span. *Neuropsychology, 19*(1), 88-96. doi: 10.1037/0894-4105.19.1.88

Fabiana Bernardes Rangel Barboza, Mestre em Ciências na área de Psicobiologia pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (FFCLRP-USP), é Professora Convidada do Curso de Pós-graduação em Psicopedagogia da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP). E-mail: fabianabarros40@yahoo.com.br

Ricardo Basso Garcia, Doutor em Ciências na área de Psicobiologia pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (FFCLRP-USP), Pós doutorando no Instituto de Psicologia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). E-mail: rbgarcia@gmail.com

Cesar Galera, Doutor em Psicologia Experimental pelo Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo (IP-USP), Pós-doutor pela Concordia University, Montreal, Québec, Canada, é Livre Docente em Psicologia Cognitiva pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FFCLRP-USP), é Professor Titular da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (FFCLRP-USP). Endereço para correspondência: DPE-FFCLRP-USP, Av. Bandeirantes 3900, Ribeirão Preto, SP, CEP 14040-901. Telefone: +55-16-33153760 e Fax: +55-16-3633-5015. E-mail: algalera@usp.br

Recebido em 19.Mai.14

Revisado em 17.Abr.15

Aceito em 22.Mai.15