



1986 - Trabalho Completo - XII ANPEd-SUL (2018)
Eixo Temático 15 - Psicologia da Educação

Quais são as funções neuropsicológicas compartilhadas na aprendizagem da escrita ortográfica e da aritmética?

Camila Oliveira Görgen - UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Lisiane França Garcia Franquillin Pereira - FACULDADE DE EDUCAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Luciana Vellinho Corso - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

RESUMO

O presente trabalho discute as relações entre as funções neuropsicológicas e a aprendizagem da escrita ortográfica e da aritmética. Apoiamo-nos no instrumento de avaliação neuropsicológica breve, NEUPSILIN-Inf, para definir as funções neuropsicológicas que serão aqui, sucintamente, conceituadas. É possível concluir que existem funções neuropsicológicas que são essenciais para o bom funcionamento tanto da escrita ortográfica quanto da aritmética. A memória de trabalho é o sistema cognitivo que exerce um papel fundamental para o sucesso na aprendizagem de ambas as áreas. Destaca-se que as pesquisas neste campo são recentes e apresentam resultados controversos, o que gera a necessidade de continuação das investigações.

Palavras-chave: Funções neuropsicológicas; Escrita ortográfica; Aritmética.

QUAIS SÃO AS FUNÇÕES NEUROPSICOLÓGICAS COMPARTILHADAS NA APRENDIZAGEM DA ESCRITA ORTOGRÁFICA E DA ARITMÉTICA?

RESUMO

O presente trabalho discute as relações entre as funções neuropsicológicas e a aprendizagem da escrita ortográfica e da aritmética. Apoiamo-nos no instrumento de avaliação neuropsicológica breve, NEUPSILIN-Inf, para definir as funções neuropsicológicas que serão aqui, sucintamente, conceituadas. É possível concluir que existem funções neuropsicológicas que são essenciais para o bom funcionamento tanto da escrita ortográfica quanto da aritmética. A memória de trabalho é o sistema cognitivo que exerce um papel fundamental para o sucesso na aprendizagem de ambas as áreas. Destaca-se que as pesquisas neste campo são recentes e apresentam resultados controversos, o que gera a necessidade de continuação das investigações.

Palavras-chave: Funções neuropsicológicas; Escrita ortográfica; Aritmética.

1 INTRODUÇÃO

Educação e ciência são grandes aliados. Muitos pesquisadores de diversas áreas da saúde têm se voltado para analisar a aplicabilidade dos seus conhecimentos de origem à educação e, atualmente, fortes são as investigações sobre as neurociências e a neuropsicologia. Muitos destes estudos apontam as funções neuropsicológicas como fundamentais para o desenvolvimento físico, psicológico, social e cognitivo do ser humano. Nessa perspectiva, concebendo o pressuposto da neuroplasticidade, o processo de escolarização tem um grande potencial para estimular o desenvolvimento intelectual, favorecendo a consolidação de reservas cognitivas (DIAS; SEABRA, 2013; CARDOSO; FONSECA, 2016; PUREZA; FONSECA, 2016).

O exercício de troca entre os saberes da área da educação e das ciências é de muita relevância. Professores que tenham um domínio maior sobre o desenvolvimento e o funcionamento neurocognitivo podem aprimorar a sua prática docente, qualificando o processo de aprendizagem.

O presente trabalho propõe abordar, brevemente, os principais conceitos que norteiam os estudos da neuropsicologia aplicados à educação, buscando compreender quais as relações existentes entre as funções neuropsicológicas e a aprendizagem da escrita ortográfica e da aritmética.

2 FUNÇÕES NEUROPSICOLÓGICAS

2.1 O QUE SÃO?

As funções neuropsicológicas são um grupo de habilidades mentais que permitem ao ser humano a interação com o mundo em que está inserido, ocorrendo assim, a aquisição e a construção do conhecimento. Tais competências estão relacionadas à capacidade de orientação, atenção, percepção, linguagem, habilidades aritméticas, habilidades visuoespaciais, funções executivas e memória (STERNBERG, 2008; GATHERCOLE, 1998; FONSECA et al., 2009).

Considerando que o cérebro é composto por um conjunto de sistemas integrados, que participam intensamente das funções cognitivas, é necessário conhecer e compreender quais as funções neuropsicológicas envolvidas quando há dificuldades inesperadas no desempenho escolar, tanto na área da escrita ortográfica quanto da aritmética, para, assim, otimizar o processo de aprendizagem.

2.2 PRINCIPAIS FUNÇÕES NEUROPSICOLÓGICAS

Há uma escassez de instrumentos de avaliação validados e normatizados em língua portuguesa, pensados a partir da nossa realidade socioeconômica e cultural (SALLES et al., 2014). Normalmente, as avaliações neuropsicológicas são realizadas com instrumentos estrangeiros cuja adaptação restringe-se somente à tradução. Com o instrumento brasileiro de avaliação neuropsicológica breve, o NEUPSILIN-INF (SALLES et al., 2011), é possível traçar um breve perfil neuropsicológico da criança, percebendo tanto seus déficits como suas potencialidades. Tal instrumento avalia oito funções: orientação, atenção, percepção, linguagem, habilidades aritméticas, habilidades visuoespaciais, funções executivas e memória de trabalho.

A seguir serão brevemente conceituadas as funções neuropsicológicas mais recorrentes nos estudos que relacionam estas funções com o desempenho da escrita ortográfica e da aritmética.

2.2.1 Funções Executivas

Por tratar-se de um assunto relativamente novo, o conceito de funções executivas (FE) não apresenta uma definição única, existindo muitas divergências entre autores e modelos. Zelazo e Müller (2002) descrevem tais funções como processos psicológicos que interferem no controle do pensamento e da ação. Diamond (2013) define FE como um conjunto de processos mentais complexos que são fundamentais para realizar tarefas que exijam atenção, raciocínio, planejamento e tomada de decisões. Todas essas habilidades são gerenciadas pelas FE; sendo assim, a ineficiência destas funções, acarreta, consequentemente, no insucesso de tarefas que as exijam (DIAS; SEABRA, 2013). Nessa perspectiva, há um consenso geral entre as três principais funções executivas (LEHTO et al., 2003; MIYAKE et al., 2000), sendo elas: memória de trabalho, controle inibitório e flexibilidade cognitiva.

Estudos recentes apontam as FE como fundamentais para o desenvolvimento de atividades diárias, relacionamento social, performance acadêmica e saúde física e psicológica (ALLOWAY; ALLOWAY, 2010; DIAMOND, 2013). Atualmente, no Brasil, há relativamente poucas pesquisas que procuram fazer relações entre o funcionamento executivo e o desempenho escolar, e ainda existem muitas perguntas a serem investigadas a respeito das correlações entre FE e performance acadêmica.

2.2.2 Memória de Trabalho

A memória de trabalho (MT) é outro conceito com diferentes modelos, pois é uma estrutura estudada por diversos pesquisadores de variadas áreas. Abordaremos sobre a MT baseadas no modelo mais influente, o modelo de multicomponentes de Baddeley e Hitch (1974). Este modelo concebe MT como a capacidade de armazenar e manipular informações, temporariamente, para realizar tarefas cognitivas complexas e é composto por quatro componentes: a alça fonológica, o bloco visuoespacial, o executivo central e o buffer episódico (BADDELEY, 2000).

A alça fonológica é o subcomponente responsável por manter a informação através de um ensaio vocal ou subvocal (BADDELEY, 2012) e é, normalmente, avaliado pelo *span* (repetição) de dígitos. O bloco visuoespacial é responsável por manter e manipular informações visuoespaciais e pode ser avaliado através dos blocos de Corsi.

Conforme este modelo, o executivo central é o componente mais complexo, encarregado de manter a atenção, armazenar e tomar

decisões sobre tarefas que exijam habilidades não contempladas pelos outros dois subcomponentes. O funcionamento do executivo central é responsável pelas habilidades de atualização (*updating*), alternância (*shifting?switching*), inibição e dupla-tarefa (*dual-task*) (BADDELEY, 1996).

Baddeley (2000) presume que o *buffer* episódico seja um sistema de armazenamento temporário controlado pelo executivo central que integra informações de várias fontes. Este sistema é capaz de recuperar, manipular e modificar as informações. Algumas pesquisas no Brasil utilizam o teste auditivo verbal de Rey, traduzido para o português (MALLOY-DINIZ et al., 2010), para avaliar o *buffer*.

2.2.3 Controle Inibitório

O controle inibitório é a capacidade que um indivíduo tem de inibir um comportamento inadequado em favor de outro mais apropriado, controlando impulsos, distrações internas (desejos, vontades, pensamentos) e externas (ruídos, por exemplo) (DIAMOND, 2013). Uma criança que possui um déficit nesta função costuma interromper professores e colegas, não esperar a sua vez, agir impulsivamente, distrair-se com facilidade e demonstrar dificuldade de lidar com as emoções.

A habilidade de inibir que informações irrelevantes entrem na MT é controlada pelo executivo central (BADDELEY, 1996; BULL; SCERIF, 2001; VAN DER SLUIS et al., 2004) e é comumente avaliada através do *Stroop* (de cores, números, animais, dentre outros) e da tarefa *Go no-go*. Nestas atividades é necessária a inibição de uma informação em detrimento de outra. No *Stroop* de cores, por exemplo, a cor que está escrita deve ser lida, mas a palavra está pintada de outra coloração não correspondente à escrita. A informação visual deve ser inibida para que a palavra correta possa ser lida.

2.2.4 Flexibilidade Cognitiva

A flexibilidade cognitiva é a função que concede ao sujeito a capacidade de mudar o foco, considerando novas perspectivas e estratégias, adequando-se a prioridades, regras ou demandas do ambiente (DIAMOND, 2013). Esta habilidade confere ao indivíduo a possibilidade de alternar (*shifting?switching*) tarefas e componentes de respostas (BADDELEY, 1996; VAN DER SLUIS et al., 2004).

No ambiente escolar é possível identificar alunos com dificuldades na flexibilidade cognitiva quando é um obstáculo lidar com mudança de rotina, quando a criança tem o pensamento rígido (dificuldade em compreender metáforas e entender pontos de vista diferentes do seu), demonstrando relutância em mudar de estratégia e cometendo os mesmos erros, em função de não possuir criatividade para solucionar de outras maneiras uma situação-problema.

As avaliações mais comuns para verificar a eficiência da flexibilidade cognitiva são aquelas em que o aprendiz deve “pensar fora da caixa” (DIAMOND, 2013), criando uma variedade de possibilidades e permitindo mudar de plano. Estas avaliações são, normalmente, compostas pela Torre de Londres, Cartas de Wisconsin, fluência semântica e verbal, tarefa da figura ambígua e *Go no-go*.

3 FUNÇÕES NEUROPSICOLÓGICAS E DESEMPENHO ESCOLAR

Muitas pesquisas, principalmente em língua inglesa, propuseram-se a discutir a relação entre funções neuropsicológicas específicas e desempenho escolar, sendo que a grande maioria foca suas investigações na área da linguagem, especificamente da leitura (CORSO et al., 2013; ZAMO; SALLES, 2013). Há poucos estudos que pesquisam as funções neuropsicológicas e o desempenho matemático e quase nulos os que analisam esta relação com a escrita. Tal situação se deve pela escassez de instrumentos padronizados e normatizados para avaliar a escrita; os existentes restringem-se à escrita ortográfica.

Um estudo chinês revela que de 10% a 15% das crianças possuem dificuldades de aprendizagem, mas a grande maioria tem a inteligência preservada (CHEN et al., 2017). Nesta perspectiva, e já delineados os principais conceitos, cabe refazermos o questionamento que dá título a este trabalho: *Quais são as funções neuropsicológicas compartilhadas na aprendizagem da escrita ortográfica e da aritmética?* É importante ressaltar que, aqui, basearemos nossos escritos a partir das pesquisas com crianças entre o 3º ano e o 7º ano do Ensino Fundamental. Tal escolha se deve pelas leituras realizadas previamente em que houve a separação de anos iniciais e anos finais de escolarização, considerando a etapa da alfabetização supostamente concluída (a fim de investigar a ortografia) e o alcance do instrumento de avaliação NEUPSILIN-Inf.

3.1 FUNÇÕES NEUROPSICOLÓGICAS E ESCRITA ORTOGRÁFICA

A escrita ortográfica oferece dificuldades para muitos alunos porque requer conhecimentos explícitos dos princípios ortográficos (MORAIS, 2005). Os problemas em ortografia são evidenciados através dos senso escolares que apontam que 34% dos estudantes

brasileiros mostram proficiência insuficiente na escrita (INEP, 2016). O baixo rendimento nesta área compromete os resultados de avaliações como a ANEB (Avaliação Nacional de Educação Básica), a ANRESC (Avaliação Nacional do Rendimento Escolar) e a ANA (Avaliação Nacional de Alfabetização) (Inep, 2016).

O contato com a escrita acontece antes mesmo do ensino formal, em que são criadas representações (mnemônicas) capazes de facilitar o processo de aprendizagem deste objeto, através de palavras familiares que circundam o contexto social do aprendiz. Ao confrontar-se com palavras que não têm representação sonora igual ao grafema, surge o conflito. Porém, ao perceber a variabilidade de sons diferentes em uma mesma letra, a criança passa a compreender, progressivamente, as correspondências grafema-fonema de uma maneira implícita para uma explícita (MOOJEN, 2003).

Do ponto de vista teórico, a língua portuguesa não pode ser considerada definitivamente regular quanto à ortografia, pois possui padrões de regras variáveis. Assim, para a aquisição do processamento ortográfico, é necessário compreender os aspectos mais complexos da língua, incluindo regras e irregularidades (MEIRELES; CORREA, 2005). Sendo a escrita uma invenção cultural, é necessário que seja acomodada no cérebro em um processo adaptativo (DEHEANE, 2012). As áreas corticais responsáveis pela decodificação da palavra escrita dependem da influência do sistema sensorial de entrada, composto pelas vias visuais e auditivas, e do sistema motor de saída através da articulação da escrita (SALLES; PARENTE, 2007).

O estudo de Miranda e Mota (2011) aponta que os tipos de métodos brasileiros de alfabetização utilizados privilegiam apenas estratégias fonológicas, e a ortografia, quando ensinada, tem seu foco na memorização de padrões gráficos, deixando de lado a reflexão morfológica da língua. Como consequência, o desempenho acadêmico é comprometido, surgindo lacunas na aprendizagem do sistema ortográfico.

O modelo de dupla-rota (COLTHEART et al., 2001) é o mais difundido e aceito para explicar o processo de escrita com mediação fonológica e com acesso direto ao léxico (RODRIGUES; SALLES, 2013). Este modelo é caracterizado por dois mecanismos para a leitura: a rota fonológica (decodificação) e rota lexical (reconhecimento de palavras). Para compreender a relação entre a escrita ortográfica e as funções neuropsicológicas, a partir do modelo de dupla-rota, dispomos da tarefa de ditado de palavras e pseudopalavras. Esta tarefa favorece a investigação dos efeitos de variáveis que incluem estímulos lexicais, analisando precisão de resposta, análise qualitativa de tipos de erros e efeitos psicolinguísticos (RODRIGUES; SALLES, 2013).

Salles e Parente (2007) mostram que o baixo desempenho de crianças de 2ª série com dificuldades em leitura e em escrita pode estar ligado a déficits em consciência fonológica, linguagem oral e memória fonológica, favorecendo a hipótese de atraso de desenvolvimento nestas funções neuropsicológicas. Do mesmo modo, os achados de Granzotti et al. (2013) sugerem que o componente fonológico da MT e a consciência fonológica têm importante função para o desempenho na escrita ortográfica. Outros autores observaram que a memória visual é a habilidade que se correlaciona de forma significativa com a escrita (CAPOVILLA et al., 2004).

Como visto anteriormente, a MT é um sistema de armazenamento temporário que sustenta a nossa capacidade de pensamento (BADDELEY, 2003), logo, pode-se inferir que dificuldades neste sistema cognitivo traga implicações para o processamento da linguagem e, consequentemente, gere impacto no aprendizado da escrita (UEHARA; LANDEIRA-FERNANDEZ, 2010). Souza e Sisto (2001) também sugerem que os problemas de aprendizagem podem estar relacionados com um ou vários componentes da MT. Algumas pesquisas são unânimes em destacar que a alça fonológica (memória fonológica e reverberação) está envolvida no processo de escrita (GRANZOTTI et al., 2013; CAPELLINI; SILVA, 2013; UEHARA; LANDEIRA-FERNANDEZ, 2010). Júnior e Melo (2011) destacam o papel importante que o componente visuoespacial da MT desempenha na aquisição da linguagem, sendo indispensável para evocar da memória a escrita de palavras.

3.2 FUNÇÕES NEUROPSICOLÓGICAS E ARITMÉTICA

Os dados do último PISA (Programa Internacional de Avaliação de Estudantes), realizado em 2015, revelam resultados assustadores para o Brasil: 66º lugar em desempenho matemático, dentre os 70 países participantes da avaliação. No entanto, esse não é um obstáculo estritamente brasileiro. Um quinto da população adulta no Reino Unido tem dificuldade na matemática (CRAGG; GILMORE, 2014) e tal aprendizagem é essencial para aumentar o capital mental de uma população (HAASE et al., 2012); isto é, as habilidades aritméticas tem o potencial de desenvolver econômica e intelectualmente uma comunidade.

Conforme já mencionado, as pesquisas que procuram fazer relações entre funções neuropsicológicas e desempenho em aritmética não são tantas como na área da leitura, mas têm crescido significativamente. Estudar as funções neuropsicológicas e a matemática é complexo porque nenhum conjunto de habilidades é estático, pelo contrário, tais competências estão em constante mudança, conforme o desenvolvimento do aprendiz (BULL; LEE, 2014). As investigações, geralmente, utilizam instrumentos e faixas etárias diferentes, revelando um perfil muito heterogêneo (GOLBERT; SALLES, 2010; PENG et al., 2012; HAASE et al., 2012). Os estudos focam apenas em algumas funções neuropsicológicas, quando não em uma única função, não delineando um perfil abrangente.

Além de todos os entraves já citados, os instrumentos que avaliam, especialmente FE, não são puros; isto é, acabam medindo mais de uma FE ou habilidades cognitivas não-executivas ao mesmo tempo (TOLL et al., 2011). Por isso, é aconselhável que se faça uso de mais de um recurso avaliativo para uma mesma função, dando mais validade aos resultados (BULL; LEE, 2014). Neste sentido, é importante tentar avaliar cada função separadamente, com o objetivo de identificar os pontos fortes e fracos de cada sujeito (CRAGG et al., 2017) e buscar uma intervenção eficiente.

A MT em seus componentes executivo central, alça fonológica e bloco visuoespacial é referenciada como uma das funções mais envolvidas com os processos aritméticos, sendo, para alguns autores, mais substancial do que a inteligência (TOLL et al., 2011; HAASE et al., 2012; BULL; LEE, 2014; AUTORES, 2015; CHEN et al., 2017; AUTOR, 2018). Há uma discussão na literatura que analisa a possibilidade de a medida de MT servir como um índice de inteligência, substituindo o QI. O estudo de Alloway e Alloway (2008) revelou que a MT em crianças de 5 anos foi, seis anos depois, um preditor de desempenho na leitura, matemática e ortografia. Já o QI teve uma predição de menor variação apenas para matemática e leitura, sendo insignificante para o desempenho ortográfico.

Os subcomponentes fonológico e visual são fundamentais para o bom desempenho na aritmética (GEARY, 2011; HAASE et al., 2012; BULL; LEE, 2014; GONÇALVES et al., 2017). Isso porque estas memórias são recrutadas a todo instante durante a execução de um cálculo matemático. Há, essencialmente, a necessidade de o sujeito saber organizar-se espacialmente para conseguir efetuar com sucesso os transportes e fazer o enquadramento correto de vírgulas, unidades, dezenas, centenas. Já a memória fonológica é utilizada quando uma informação deve ser "segurada", vocal ou subvocalmente, até ser escrita, para realização de cálculos mentais e até para processos simples,

como a contagem.

A inibição, a atualização (*updating*) e a alternância (*switching/shifting*) também são sinalizadas como funções que precisam ser eficientes para o bom desempenho matemático (BULL; SCERIF, 2001; VAN DER SLUIS et al., 2004; PENG et al., 2012; BULL; LEE, 2014; CRAGG; GILMORE, 2014; CRAGG et al., 2017; CHEN et al., 2017). Se considerássemos o modelo de Baddeley (1994), o executivo central seria o responsável por tais funções; sendo assim, a capacidade de atualização está diretamente ligada à MT, muitas vezes sendo um termo usado como sinônimo (TOLL et al., 2011). A atualização é a capacidade de substituir informações antigas da memória por outras mais recentes e relevantes. Para avaliar a atualização são, inclusive, utilizados os mesmos instrumentos que avaliam memória, como o *span* de dígitos em ordem inversa, por exemplo.

A inibição é importante na medida em que ela dá ao indivíduo capacidade para controlar seus comportamentos, emoções e pensamentos, a fim de fazer aquilo que é correto (DIAMOND, 2013). Nesta perspectiva, a inibição é um grande preditor do desempenho aritmético, principalmente do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental (GONÇALVES et al, 2017), quando esta função ainda está em processo de amadurecimento. Na matemática ela auxilia na manutenção da atenção, ignorando estímulos externos, mantendo em mente as informações importantes e suprimindo as irrelevantes que podem ocupar espaço na MT (TOLL et al., 2011; BULL; LEE, 2014). A inibição facilita também o processo de escolher o fato aritmético mais apropriado (CRAGG; GILMORE, 2014).

A alternância é caracterizada pelo desengajamento de um conjunto de tarefas ou estratégias irrelevantes e pela ativação subsequente de uma estratégia mais adequada (VAN DER SLUIS et al., 2004). Esta habilidade se mostra relevante para o desempenho matemático, pois dá ao sujeito a oportunidade de trocar de estratégia entre diferentes etapas de resoluções aritméticas (TOLL et al., 2011). Como nos primeiros anos do Ensino Fundamental a complexidade das tarefas não é tão grande, é possível que, com o aumento da escolaridade, os alunos necessitem recrutar mais as habilidades de inibição e alternância (TOLL et al., 2011).

A intervenção em funções neuropsicológicas tem se mostrado eficiente na melhora do desempenho escolar, mas torna-se um grande desafio, considerando a realidade brasileira de recursos físicos, materiais e formação de professores. Uma pesquisa com educadores ingleses (GILMORE; CRAGG 2014) revelou que as crianças não recebem atividades interventivas em funções neuropsicológicas, que têm grande influência sobre o desempenho matemático, porque os professores não são instruídos e capacitados para tal. O mesmo estudo revela que, até perceberem por suas próprias experiências que as funções neuropsicológicas são essenciais para o sucesso no desempenho matemático, esses professores precisarão de, aproximadamente, dez anos de sala de aula.

4 PROGRAMAS DE INTERVENÇÃO EM FUNÇÕES NEUROPSICOLÓGICAS

Algumas pesquisas realizadas fora do Brasil mostram a efetividade do treinamento de funções neuropsicológicas para o sucesso do desempenho acadêmico (ALLOWAY; ALLOWAY, 2009; DIAMOND; LEE, 2011; ALLOWAY, 2012; KUHN; HOLLING, 2014). Em nosso país, há poucos estudos que são pioneiros no desenvolvimento de programas de intervenção em funções neuropsicológicas. Até o presente momento, foram encontrados: a) PIAFEX (DIAS; SEABRA, 2013); b) Neuroeduca (GUERRA et al., 2004); c) Desenvolvimento de habilidades metacognitivas (BUSNELLO et al., 2012); d) Heróis da Mente (CARVALHO; ABREU, 2014); e) PENeE (CARDOSO; FONSECA, 2016); f) CENA (PUREZA; FONSECA, 2016).

Alguns programas mostraram que, não só o desempenho teve uma melhora, mas também a organização, disciplina, autonomia e relacionamento, confirmando o princípio de que as FE são um indicador geral de saúde física, psicológica e social (DIAMOND, 2013).

5 CONCLUSÃO

A partir do que foi exposto, é possível evidenciarmos que, embora as pesquisas apresentem resultados muito heterogêneos, em função das limitações metodológicas já mencionadas, as investigações apontam indícios importantes para que futuros estudos contribuam com subsídios teóricos e práticos para a literatura.

Voltamos, então, à pergunta inicial: “Quais são as funções neuropsicológicas compartilhadas na aprendizagem da escrita ortográfica e da aritmética?”. De acordo com os achados da literatura apresentada, a MT fonológica e a consciência fonológica são fatores fundamentais relacionados com o êxito na aprendizagem da escrita ortográfica. A aprendizagem aritmética também está diretamente relacionada com a MT, tanto através do seu componente executivo central, responsável pela capacidade de inibição, atualização e alternância, quanto por meio dos outros dois subcomponentes: fonológico e visuoespacial. Portanto, podemos concluir que a função neuropsicológica que aparece relacionada com o bom desempenho na escrita ortográfica e na aritmética é a MT com ênfase no subcomponente da alça fonológica (memória fonológica).

Ressaltamos a importância de novos estudos que façam relações entre funções neuropsicológicas e o desempenho acadêmico nestas áreas, considerando: a) necessidade de maior consenso sobre conceitos fundamentais para compreensão clara deste tema, do tipo definição de FE e MT; b) carência de pesquisas que tracem um perfil neuropsicológico mais abrangente em crianças com dificuldades escolares e de desenvolvimento típico; c) construção de instrumentos de avaliação em língua portuguesa, adaptados para o contexto brasileiro e que buscam avaliar as funções neuropsicológicas da forma mais “pura” possível; d) desenvolvimento de pesquisas em intervenção, que apontem resultados e sugiram caminhos para a prevenção das dificuldades de aprendizagem; e) capacitação docente através de teoria e prática, afim de que os professores estejam seguros e aptos para realizar intervenções eficientes em sala de aula e, se for o caso, fazer encaminhamentos à profissionais especializados responsáveis pelas avaliações e diagnósticos específicos.

REFERÊNCIAS

ALLOWAY, T. Can interactive working memory training improving learning? **Journal of Interactive Learning Research**, v. 23, n. 3, p. 197-207, 2012.

ALLOWAY, T.P.; ALLOWAY, R. Working memory: Is it the new IQ? **Nature Precedings**, p. 1-17, 2008.

ALLOWAY, T. P.; ALLOWAY, R. G. The efficacy of working memory training in improving crystallized intelligence **Nature Precedings**. 2009.

ANDRADE, V. M.; SANTOS, F. H.; BUENO, O. F. A. **Neuropsicologia hoje**. São Paulo: Ed. Artes Médicas, 2004.

BADDELEY, A. D. Exploring the central executive. **Q. J. Exp. Psychol.**, v. 49A, p. 5–28, 1996.

BADDELEY, A. D. The episodic buffer: A new component of working memory? **Trends in Cognitive Sciences**, v. 4, n. 11, p. 417-423, 2000.

BADDELEY, A. D. Working memory: theories, models, and controversies. **Annu. Rev. Psychol.**, v. 63, p. 1–29, 2012.

BADDELEY, A. D.; HITCH, G. Working memory. In BOWER, G.H. (Ed.), **The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory**, v. 8, p. 47–89. New York: Academic Press, 1974.

BENTON, A.; TRANEL, D. Visuoperceptual, visuspatial, and visuoconstructive disorders. In Heilman, K. M.; Valenstein, E. **Clinical Neuropsychology**. Oxford: Oxford University Press, 1993.

BRASIL. MEC/INEP. **Relatório do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB)**. Brasília, 2016.

BRASIL. MEC/INEP/SAEB. **Perfil e Resultados do Projeto**. Brasília, s. d.

BULL, R.; LEE, K. Executive functioning and mathematics achievement. **Child Dev. Perspect**, v. 8, p. 36–41, 2014.

BULL, R.; SCERIF, G. Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. **Developmental Neuropsychology**, v. 19, p. 273–293, 2001.

BUSNELLO, F. B.; JOU, G. I.; SPERB, T. M. Desenvolvimento de Habilidades Metacognitivas: Capacitação de Professores de Ensino Fundamental. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 25, n. 2, p. 311-319, 2012.

CAPOVILLA, A. G. S.; GÜTSCHOW, C. R. D.; CAPOVILLA, F. C. Habilidades cognitivas que predizem competência de leitura e escrita.

CARDOSO C. O.; FONSECA R. P. **Programa de Estimulação Neuropsicológica da Cognição em Escolares: ênfase nas Funções Executivas**. Ribeirão Preto: BookToy, 2016.

CARVALHO, C.; ABREU, N. **Estimulando Funções Executivas em sala de aula: o Programa Heróis da Mente**. In Anais do I Seminário Tecnologias Aplicadas a Educação e Saúde, Universidade Católica de Salvador. Salvador, BA/Brasil, 2014.

CHEN, X. et al. Effect of Working Memory Updating Training on Retrieving Symptoms of Children With Learning Disabilities. **Journal of Learning Disabilities**, 2017.

COLTHEART, M et al. DRC: A dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud **Psychological Review**, v. 108, n. 1, p. 204-256, 2001.

CONSENZA, R. M.; GUERRA, L. B. **Neurociência e educação: como o cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

AUTOR, 2018.

AUTOR, 2015.

CORSO, H. V.; SPERB, T. M.; SALLES, J. F. Comparação Entre Maus Compreendedores e Bons Leitores em Tarefas Neuropsicológicas [Comparison between poor comprehenders and typical readers in neuropsychological tasks]. **Psicologia em Pesquisa**, v. 7, p. 37–49, 2013.

CRAGG L.; GILMORE, C. Skills underlying mathematics: the role of executive function in the development of mathematics proficiency. **Trends Neurosci Educ.**, v. 3, p. 63–8, 2014.

CRAGG, L. et al. Direct and indirect influences of executive functions on mathematics achievement. **Cognition**, v. 162, p. 12-26, 2017.

DAWNSON, P.; GUARE, R. **Executive skills in children and adolescents: A practical guide to assessment and intervention** New York: Guilford Press, 2004.

DEHAENE, S. **Os neurônios da leitura - como a ciência explica a nossa capacidade de ler** Porto Alegre: Penso, 2012.

DIAMOND, A. Executive functions. **Annual Review of Psychology**, v. 64, p. 135–168, 2013.

DIAMOND, A.; LEE, K. Interventions shown to aid executive function development in children 4–12 years old. **Science**, v. 333, p. 959– 964, 2011.

DIAS, N. M.; SEABRA, A. G. **Programa de Intervenção em Autorregulação e Funções Executivas: Piafex** São Paulo: Memnon, 2013.

DOMINGUES, M. A. **Desenvolvimento e aprendizagem: o que o cérebro tem a ver com isso?** Canoas: Ed. ULBRA, 2007.

DOHERTY, G. Zero to six: the basics for school readiness. **Research Branch Development**. Canadá, 1997.

FONSECA, R. P., SALLES, J. F.; PARENTE, M. A. M. P. **Instrumento de avaliação neuropsicológica breve NEUPSILIN**. São Paulo, SP: Vetor, 2009.

FRITH, U. Beneath the surface of developmental dyslexia. In: PATTERSON, K. E.; MARSHALL, J. C.; COLTHEART, M. **Surface dyslexia: neuropsychological and cognitive analyses of phonological reading**. London: Lawrence Erlbaum, 1985.

FUSTER, J. M. Memory and planning: Two temporal perspectives of frontal lobe function. In JASPER H. H.; RIGGIO, S.; GOLDMAN-RAKIC, p. s. (Eds.), **Advances in neurology**, v. 66. Epilepsy and the functional anatomy of the frontal lobe, 9-20. New York, NY, US: Raven Press, 1995.

GEARY, D. C. Cognitive predictors of achievement growth in mathematics: a 5-year longitudinal study. **Developmental psychology**, v. 47, n. 6, p. 153, 2011.

GATHERCOLE, D. The development of memory. **Journal of Child Psychology and Psychiatry**, v. 39, p. 3-27, 1998.

GATHERCOLE, S. et al. Phonological Short-term Memory and Vocabulary Development: Further Evidence on the Nature of the Relationship. **Appl. Cognit. Psychol.**, v. 13, p. 65-77, 1999.

GILMORE, C.; CRAGG, L. Teachers' understanding of the role of executive functions in mathematics learning. **Mind, Brain, and Education**, v. 8, n. 3, p. 132-136, 2014.

GOLBERT, C.; SALLES, J. F. Desempenho em leitura/escrita e em cálculos aritméticos em crianças de 2a série. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 14, p. 203-210, 2010.

GONÇALVES, H. A. et al. Funções executivas predizem o processamento de habilidades básicas de leitura, escrita e matemática? **Revista Neuropsicologia Latinoamericana**, v. 9, n.3, p. 42-54, 2017.

GRANZOTTI, R. B. G. et al. Memória de trabalho fonológica e consciência fonológica em crianças com dificuldades de aprendizagem. **Revista Distúrbios da Comunicação**. São Paulo, v. 25, n. 2, p. 241-252, 2013.

GUERRA, L. B.; PEREIRA, A.H.; LOPES, M.Z. **Neuroeduca** – Inserção da neurobiologia na educação. Anais do 7º Encontro de Extensão da UFMG, 2004.

HAASE, V. G. et al. Heterogeneidade Cognitiva nas Dificuldades de Aprendizagem da Matemática: Uma Revisão Bibliográfica. **Psicologia em Pesquisa**, v. 6, n. 2, p. 139-150, 2012.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **PISA 2015: Relatório Nacional**. Apresentação. Brasília, 2016. Disponível em: < http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015/pisa2015_completo_final_baixa.pdf >. Acesso em: 16 abr. 2018.

JÚNIOR, C. A. M.; MELO, L. B. R. Integração de três conceitos: função executiva, memória de trabalho e aprendizado **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 27, n. 3, p. 309-314, 2011.

KUHN, J.; HOLLING, H. Number sense or working memory? The effect of two computer-based trainings on mathematical skills in elementary school. **Cognitive Psychology**, v. 10, n. 2, p. 59–67, 2014.

LEHTO, J. et al. Dimensions of executive functioning: Evidence from children. **British Journal of Developmental Psychology**, v. 21, p. 59–80, 2003.

MAIA, H. et al. **Neurociências e desenvolvimento cognitivo** – 2ª edição. – Rio de Janeiro: Walk Editora, 2012.

MALLOY-DINIZ, L. F. et al. Teste de aprendizagem auditivo-verbal de Rey (RAVLT) In: MALLOY-DINIZ et al. **Avaliação Neuropsicológica**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

MCCAIN, M. N.; MUSTARD, J. F. **Early Years Study—reversing the real brain drain** Final report. Canadian Institute for Advanced Research, 1999.

MIRANDA, L. C.; MOTA, M. M. P. E. Há uma relação específica entre Consciência Morfológica e Reconhecimento de Palavras? **Psico-USF**, v. 18, n. 2, p. 241-247, 2013.

MIYAKE, A. et al. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. **Cognitive Psychology**, v. 41, p. 49–100, 2000.

MOOJEN S.M.P. **A escrita ortográfica na escola e na clínica: teoria, avaliação e tratamento**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2003.

MONETTE, S.; BIGRAS M.; GUAY M. The role of the executive functions in school achievement at the end of Grade 1 **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 109, n. 2, p. 158-173, 2011.

MORAIS, A. G. **O aprendizado da ortografia**. – 3ª edição – 2ª reimpressão – Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

MOTA, M. **Children's role of grammatical rules in spelling** Tese de doutorado não publicada, departamento de Psicologia Experimental, Universidade de Oxford, Inglaterra, 1996.

MOTA, M. M. O. E.; ANIBAL, L.; LIMA, S. Morfologia derivacional contribui para a leitura e escrita no português? **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 21, n. 2, p. 311-318, 2008.

MOTA, M. et al. Erros de escrita no contexto: Uma análise dentro da abordagem da teoria do processamento da informação **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 13, n. 1, p. 1-6, 2000.

PENG, P. et al. Phonological storage and executive function deficits in children with mathematics difficulties. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 112, p. 452–466, 2012.

PUREZA J. R.; FONSECA R. P. **CENA- Programa de capacitação de educadores sobre neuropsicologia da aprendizagem com ênfase em funções executivas e atenção**. Ribeirão Preto: Book Toy, 2016.

RODRIGUES, J. C.; SALLES, J. F. Tarefa de escrita de palavras/pseudopalavras para adultos: abordagem da neuropsicologia cognitiva. **Advances in Cognitive Psychology**, v. 10, n. 2, p. 59–67, 2012.

RUSSO, R. M. T. **Neuropsicopedagogia Clínica: Introdução, Conceitos, Teoria e Prática**. Curitiba: Juruá, 2015.

SALLES, J. F. **O uso das rotas de leitura fonológica e lexical em escolares: relações com compreensão, tempo de leitura e consciência fonológica**. Dissertação (Mestrado em Psicologia do Desenvolvimento) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

SALLES, J. F. **Habilidades e dificuldades de leitura e escrita em crianças de 2ª série: abordagem neuropsicológica cognitiva**. Tese (Doutorado em Psicologia do Desenvolvimento) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SALLES, J. F. et al. Desenvolvimento do Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve Infantil NEUPSILIN-Inf. **Psico-USF**, v. 16, p. 297-305, 2011.

SALLES, J. F.; PARENTE, M. A. M. P. Funções neuropsicológicas em crianças com dificuldades de leitura e escrita. **Psicologia: teoria e pesquisa**, v. 22, n. 2, p. 153-162, 2006.

SALLES, J. F.; PARENTE, M. A. M. P. Avaliação da leitura e escrita de palavras em crianças de 2ª série: abordagem neuropsicológica cognitiva. **Psicologia: reflexão e crítica**, v. 20, n. 2, p. 220-228, 2007.

SALLES J. F. et al. Análise Fatorial Confirmatória do Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve Infantil - NEUPSILIN **Inf. Psico-USF**, v. 19, n. 1, p. 119–30, 2014.

SEABRA, A. G.; DIAS, N. D.; CAPOVILLA, F. C. **Avaliação neuropsicológica cognitiva: leitura, escrita e aritmética**, v. 3. São Paulo: Memnon, 2013.

SIMANOWSKI, S.; KRAJEWSKI, K. Specific preschool executive functions predict unique aspects of mathematics development: A 3-year longitudinal study. **Child development**, 2017.

STERNBERG, R. J. **Psicologia cognitiva** – 4ª edição. – Porto Alegre: Artmed, 2008.

TOLL S.W. et al. Executive functions as predictors of math learning disabilities. **Journal of Learning Disabilities**, v. 44, p. 521–532, 2011.

UEHARA, E.; LANDEIRA-FERNANDEZ, J. Um panorama sobre o desenvolvimento da memória de trabalho e seus prejuízos no aprendizado escolar. **Ciência & cognição**, v.15, n.2, p. 31-41, 2010.

VAN DER SLUIS, S.; DE JONG, P. F.; VAN DER LEIJ, A. Inhibition and shifting in children with learning deficits in arithmetic and reading. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 87, p. 239–266, 2004.

ZAMO, R.Z.; SALLES, J.F. Perfil Neuropsicológico no Neupsilin-Inf de Crianças com Dificuldades de Leitura. **Psico**, v. 44, n. 2, p. 204-214, 2013.

ZELAZO, P. D.; MÜLLER, U. Executive function in typical and atypical development. In GOSWAMI, U. (Ed.) **Blackwell handbooks of developmental psychology. Blackwell handbook of childhood cognitive development**. Malden: Blackwell Publishing, 2002. p. 445-469.