



Interface Entre a Velocidade de Processamento Cognitivo e o Desempenho Aritmético e Leitor de Alunos do 5º e 7º Anos do Ensino Fundamental

The Interface Between the Cognitive Processing Speed and Arithmetic and Reading Performance of 5th and 7th Year Elementary School Students

Luciana Vellinho Corso*

 ORCID iD 0000-0001-6384-3994

Évelin Fulginiti de Assis**

 ORCID iD 0000-0002-8542-0607

Resumo

A literatura que investiga a interface entre a velocidade de processamento cognitivo (VP) e as aprendizagens da Matemática e da leitura sugere que a VP exerce um papel crucial. Entretanto, resultados ainda controversos têm caracterizado este campo de investigação e, portanto, faz-se necessária a busca de maior entendimento sobre as associações entre a VP e o desempenho acadêmico, assim como as relações entre a VP e a memória de trabalho (MT), outro domínio cognitivo de base. Para contribuir com este debate, o presente estudo buscou verificar a ocorrência de correlação (Spearman) entre a VP e as seguintes variáveis: a) desempenho em competência numérica (aritmética e senso numérico); b) desempenho em leitura; c) memória de trabalho (componente executivo central); d) frequência no uso da estratégia de recuperação da memória; e) número de acertos com a estratégia de recuperação da memória. A pesquisa compreendeu 60 alunos, de 5º e 7º anos, com desempenho médio e baixo na aritmética e na leitura. Os resultados evidenciaram associações significativas e negativas (menor tempo=maior velocidade) entre as variáveis, de modo que a VP está associada tanto com a competência numérica, quanto leitora, assim como com a MT e com as variáveis relacionadas à estratégia de recuperação de fatos básicos da memória. Tais dados indicam que uma fragilidade na VP pode tornar-se um fator de risco para o desenvolvimento de dificuldades naquelas áreas. Destacam-se algumas implicações educacionais e também a necessidade de mais evidência, relacionando as intervenções em VP e MT e o desempenho aritmético e leitor.

Palavras-chave: Velocidade de Processamento. Memória de Trabalho. Desempenho Aritmético. Desempenho Leitor.

* Doutora em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professora Associada do Programa de Pós-Graduação, na linha de pesquisa Aprendizagem e Ensino, e de Graduação, na área de Psicopedagogia, da Faculdade de Educação (FACED) da UFRGS, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. Endereço para correspondência: Av. Paulo Gama, n. 110, Prédio FACED – nº 12.201 – 9º andar – sala 928, bairro Farroupilha, Porto Alegre, RS, Brasil. CEP: 90046-900. E-mail: luciana.corso@ufrgs.br.

** Mestre em Educação pelo Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGEdu) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Doutoranda em Educação pelo PPGEdu da UFRGS, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Ernesto Fontoura, n. 343, apto 01, São Geraldo, Porto Alegre, RS, Brasil, CEP: 90230-091. E-mail: evelin_assis@hotmail.com.

Abstract

The literature investigating the interface between cognitive processing speed (PS) and learning mathematics and reading suggests that PS plays a crucial role in this interface. However, controversial results still characterize this field of investigation and, therefore, it is necessary to research for a better understanding of the associations between PS and academic achievement, as well as the relationship between PS and working memory (WM), another fundamental cognitive domain. In order to contribute to this debate, the present study aimed to verify the occurrence of correlation (Spearman) between PS and the following variables: a) numerical competence performance (arithmetic and number sense); b) reading performance; c) working memory (central executive component); d) frequency in the use of arithmetic-fact retrieval strategies; e) number of correct fact retrievals. The research involved 60 students, in the 5th and 7th years of Elementary School, with average and low performance in arithmetic and reading. The results showed significant and negative associations (less time = higher speed) between the variables, so that PS is associated with both numerical and reading competence, as well as with WM and with the variables related to the fact retrieval strategy. These data indicate that a weakness in PV may become a risk factor for the development of difficulties in those areas. Some educational implications are highlighted as well as the need for more evidence relating the interventions in PS and WM and the performance in arithmetic and reading.

Keywords: Processing Speed. Working Memory. Arithmetics Performance. Reading Performance.

1 Introdução¹

Uma série de competências cognitivas de domínio geral dá sustentação às aprendizagens da Matemática e da leitura. Neste artigo, será abordada a velocidade de processamento (VP), uma vez que o baixo funcionamento desta habilidade é apresentado na literatura como um fator de risco para o desenvolvimento de dificuldades de aprendizagem nessas áreas (BULL; JOHNSTON, 1997; FLETCHER et al., 2009; GEARY, 2011). Será dado destaque para o papel que a velocidade de processamento desempenha na aquisição de habilidades matemáticas e de leitura para, em seguida, serem analisadas as relações existentes entre a velocidade de processamento e a memória de trabalho, visto que tais domínios parecem influenciar-se mutuamente.

São fundamentais e promissores os avanços nos estudos que buscam melhor compreender os processos cognitivos potencialmente importantes para a aprendizagem acadêmica. Tais avanços podem trazer subsídios para a criação de avaliações consistentes, capazes de evidenciar alunos em risco de desenvolver dificuldades de aprendizagem e de intervenções que tenham como foco, especificamente, as habilidades cognitivas de base que se mostram deficitárias.

Nesse contexto, o presente artigo buscou investigar a velocidade de processamento em um grupo de alunos do 5^o e 7^o anos do Ensino Fundamental, correlacionando tal habilidade à

¹ O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

competência numérica, ao desempenho leitor, à capacidade da memória de trabalho e ao desempenho no uso de estratégias de recuperação da memória.

2 Velocidade de processamento: definição e instrumentos de medida

A velocidade de processamento (VP) é definida como a capacidade mental de processar rapidamente uma informação: codificar, transformar e recuperar (LAMBERT; SPINATH, 2017; PASSOLUNGHI; LANFRANCHI, 2012). Tal domínio caracteriza-se pela eficiência com que tarefas cognitivas simples são executadas (PASSOLUNGHI; LANFRANCHI, 2012). Alguns autores consideram a VP o fator mais importante na definição da inteligência geral porque ela reflete a capacidade do cérebro de processar informações (PASSOLUNGHI; LANFRANCHI, 2012).

Tarefas diversas para avaliar a VP são encontradas nas pesquisas. Alguns estudos utilizam medidas gerais de velocidade de processamento (ANDERSSON, 2008; BULL; JOHNSTON, 1997; FUCHS et al., 2008; PASSOLUNGHI; LANFRANCHI, 2012), enquanto outros priorizam propostas que avaliam a velocidade para a recuperação de informações armazenadas na memória de longo prazo, como códigos fonológicos, por meio de tarefas de nomeação automática rápida (CUI et al., 2017; HECHT et al., 2001; LANDERL et al., 2009; VUKOVIC, 2012).

A tarefa de nomeação rápida (RAN – *rapid automatized naming*) requer a habilidade de nomear o mais rápido possível estímulos visuais familiares, como cores, objetos, números e letras, sendo o tempo cronometrado. A literatura aponta que a RAN é um bom instrumento para avaliar tanto a fluência na aritmética (CUI et al., 2017; HECHT et al., 2001), quanto a fluência leitora (GEORGIU et al., 2016). Willburger et al. (2008) evidenciaram que alunos com baixo desempenho em leitura tiveram dificuldades na tarefa RAN envolvendo diferentes estímulos (letra, número, cor), enquanto os alunos com baixo desempenho em Matemática mostraram dificuldade na tarefa somente quando esta envolvia nomear quantidades.

Em relação às tarefas gerais que medem a VP, podemos encontrar diferentes tipos, como as que avaliam velocidade de processamento não verbal (*nonverbal processing speed*) e velocidade de processamento de numerosidades (*numerosity processing speed*). A primeira é medida através de uma tarefa de cancelamento, utilizando diferentes símbolos organizados em fileiras, em que os idênticos precisam ser encontrados pelo aluno o mais rápido possível. Pesquisadores que usaram essa proposta constataram baixa VP em alunos do 1º ano, com e sem dificuldades na aritmética (BULL; JOHNSTON, 1997), do 3º ano com problemas na

Matemática (FUCHS et al., 2008) e do 3º e 4º anos com dificuldades somente na Matemática e na leitura e na Matemática (ANDERSSON, 2008). Por outro lado, a mesma tarefa não evidenciou diferença na VP em alunos do 3º ao 5º ano, com e sem dificuldades em cálculo, no trabalho de Compton et al. (2012).

A VP de numerosidades, por sua vez, é medida através de propostas que envolvem magnitude de matrizes de pontos ou correspondência número-quantidade. Por exemplo, Lambert e Spinath (2017) usaram uma atividade em que alunos do 2º ao 4º ano receberam 21 cartões com diferentes quantidades de pontos vermelhos (variando de 2 a 13) e eram convidados a dizer o número de pontos o mais rápido possível, sendo o tempo cronometrado. Os autores observaram que a VP contribuiu significativamente para o desempenho aritmético nos Anos Iniciais. Do mesmo modo, uma das tarefas do estudo de Bull e Johnston (1997) foi avaliar a velocidade para processar o número de pontos contados por segundo (cartões com pontos verdes e vermelhos) em estudantes, com e sem dificuldades na aritmética, de um nível de escolaridade equivalente ao 2º ano brasileiro. Uma VP mais lenta foi evidenciada pelos alunos com dificuldades em relação àqueles com bom desempenho.

Como vemos, as pesquisas utilizam diferentes instrumentos para medir a VP e, como consequência, torna-se difícil identificar consenso em muitos dos resultados encontrados e, até mesmo, a generalização dos mesmos (CORSO; DORNELES, 2014). Os debates sobre a validade (até que ponto os testes medem o que se propõem a medir) e a fidedignidade (até que ponto há confiabilidade na replicação dos resultados) precisam ser considerados quando se trata de avaliar domínios cognitivos de base, do tipo VP, que agem de forma interligada com outros domínios de ordem superior quando o indivíduo está diante de desafios complexos para solucionar. Por exemplo, as tarefas de RAN avaliam a VP como também a linguagem, a capacidade de atenção e inibição, recuperação e nomeação. Vê-se que há uma variedade de processos cognitivos implicados e, assim, surge novamente a questão: O que os testes de nomeação rápida realmente avaliam? Aqui, enfatiza-se a ideia de que não existem tarefas puras para avaliar constructos cognitivos que atuam de forma interligada (MOLL et al., 2016).

Apesar de as investigações destacadas até então demonstrarem que a VP está diretamente relacionada com o desempenho aritmético e/ou leitor, a literatura também apresenta alguns resultados divergentes. Por exemplo, Cirino et al. (2015) não encontraram uma associação entre a VP e a leitura. Em uma revisão sobre a relação entre a tarefa RAN e a capacidade leitora, em alunos com dificuldades, Vukovic e Siegel (2006) concluem que há pouca comprovação de que os alunos com baixo desempenho em leitura apresentem velocidade para nomear reduzida. Em relação à aritmética, foi evidenciado, por Moll et al.

(2016), que alunos com dificuldades em Matemática não obtiveram efeitos significativos na tarefa de VP verbal (RAN). Da mesma maneira, Landerl et al. (2009) apontam que o desempenho em VP, de alunos com discalculia, estava dentro do padrão das crianças com desenvolvimento típico (grupo controle).

É importante lembrar que a ambiguidade nos resultados de alguns estudos pode estar relacionada a questões metodológicas que vão além das distintas medidas de VP utilizadas. A variação nas idades dos sujeitos das amostras, o tipo de amostra (alunos com e sem dificuldades de aprendizagem), os pontos de corte usados para definir a gravidade das dificuldades acadêmicas (critério mais leniente ou mais restritivo) são, do mesmo modo, aspectos a serem observados diante da interpretação dos resultados das investigações (CORSO, 2018; PETERSON et al., 2016).

3 Velocidade de processamento e Matemática

A velocidade de processamento é apontada como preditora de desempenho em aritmética (BERG, 2008; PASSOLUNGI; LANFRANCHI, 2012). Por exemplo, quando avaliada no final da Educação Infantil, tal habilidade se mostra preditora de desempenho em cálculo e na resolução de problemas no final do 1º ano (PASSOLUNGI; LANFRANCHI, 2012). A velocidade com a qual o processamento cognitivo se dá pode facilitar a execução de várias tarefas, como a velocidade de contagem, bem como a recuperação de resultados parciais de soluções de problemas, evitando o decaimento das informações que devem ser processadas (GEARY, 2011). Uma baixa VP pode caracterizar alunos com dificuldade de aprendizagem na Matemática, tanto em tarefas RAN, quanto em tarefas de velocidade geral de processamento (ANDERSSON; LYXELL, 2007), como será destacado a seguir. Convém lembrar que as provas utilizadas para mensurar a velocidade de processamento nos estudos apresentados são tarefas informais de pesquisa, ou seja, não apresentam dados normativos com elementos de referência possíveis de serem validados e comparados. Assim, os dados de referência para uma baixa VP, na maioria dos trabalhos destacados, situam-se a 1,5 desvios padrão da média obtida nas tarefas propostas.

Pesquisas utilizando a tarefa RAN foram realizadas para investigar o papel da velocidade de nomear no desempenho aritmético. O estudo de Hecht et al. (2001) foi o pioneiro nesta abordagem. A partir deste, vários outros mostraram que a RAN é capaz de prever desempenho em Matemática, particularmente a fluência aritmética, mesmo após controlar outras variáveis conhecidas por influenciarem o desempenho na Matemática, como

a memória de trabalho (SWANSON; KIM, 2007), as funções executivas (PETERSON et al., 2016) e a leitura (BERG, 2008). Pesquisas apontam que a RAN é capaz de distinguir crianças com e sem dificuldades na Matemática, apesar de, em comparação com os estudos em leitura, menos se conhecer acerca do papel da VP na etiologia dos problemas em matemática (MOLL et al., 2016).

Estudos envolvendo tarefas gerais de VP (tarefa de discriminação perceptual, por exemplo) também mostram poder preditivo sobre as competências em Matemática (CIRINO et al., 2015). Quando a tarefa em questão é a NPS, a velocidade para processar numerosidade também se mostra associada ao desempenho em Matemática (FUCHS et al., 2006). Lambert e Spinath (2017) observaram que a VP de numerosidade foi capaz de prever o desempenho em Matemática nos 2º e 4º anos. Crianças com baixo desempenho em Matemática levam mais tempo para realizar tarefas de comparação de magnitude simbólica (tarefa com números) e não simbólica (tarefa com pontos) (LANDERL et al., 2009). Como bem lembra Geary (2011), o processamento lento de números e quantidades pode resultar em déficit de desempenho na Matemática.

Estudos correlacionais e preditivos, entre VP e desempenho aritmético, apresentam resultados controversos quando são considerados os diferentes níveis de escolaridade das amostras. Para alguns autores, a VP parece exercer uma importância particular durante os primeiros estágios de desenvolvimento do cálculo aritmético (BERG, 2008; CUI et al., 2017) e se mostra uma competência preditora específica de desempenho em Matemática apenas no 1º ano, mas não entre o 4º e o 6º ano (IGLESIAS-SARMIENTO; DEAÑO, 2011). Da mesma forma, Fuchs et al. (2013) não evidenciaram diferença na VP em alunos mais velhos, do 3º ao 5º ano, com e sem dificuldade em cálculo. Willcutt et al. (2013), de outro modo, verificaram a associação entre VP e dificuldades acadêmicas, tanto na Matemática quanto na leitura, em alunos com idades entre 8 e 15 anos.

Fragilidades com a VP também são evidenciadas nas pesquisas que se dedicam ao estudo das comorbidades em Matemática. Quando as dificuldades nesta área aparecem associadas a outras condições, como no caso da coexistência de problemas na Matemática e na atenção, fragilidades com a VP parecem contribuir para a sobreposição destas duas condições (PETERSON et al., 2016).

4 Velocidade de processamento e leitura

Dentre os processos cognitivos que apoiam a aprendizagem da leitura, a VP é

frequentemente apontada como um forte preditor de desempenho nesta área (GEORGIU et al., 2016). A velocidade leitora, ou fluência, representa a rapidez da leitura de palavras e de textos. Envolve a capacidade de ler textos de forma rápida, fácil, sem esforço e automática, com pouca atenção consciente à decodificação (FLETCHER et al., 2009). Assim, a importância da VP vai além do desenvolvimento de habilidades de reconhecimento de palavras e envolve o conceito de automaticidade. Se a decodificação é um processo automático, a leitura ocorre sem esforço, com pouca atenção consciente, o que permite que mais recursos sejam direcionados para o processamento do significado do texto. Portanto, um leitor fluente pode realizar diversas tarefas simultaneamente (reconhecer palavras e compreender), provavelmente pelo uso eficiente dos recursos cognitivos. O automatismo, possibilitado por uma VP adequada, impacta de forma positiva não apenas na precisão (reconhecimento de palavras) e fluência leitora (rapidez), como também na compreensão leitora. Quanto mais rápido for o reconhecimento de palavras, a memória de trabalho fica liberada para outras demandas, do tipo análise sintática e integração semântica dos elementos das frases e parágrafos, que se tornam essenciais para a compreensão leitora (FLETCHER et al., 2009).

Estudos prévios mostram que uma baixa VP, avaliada por meio de diferentes tarefas, é um fator de risco para o aparecimento de dificuldades na leitura (DL). Problemas nas tarefas RAN (LANDERL et al., 2009) e nas tarefas gerais de VP (WILLCUTT et al., 2013) são frequentemente apontados nos alunos com DL. Moll et al. (2016), ao avaliarem fatores cognitivos de risco para as DL, destacam que tanto a VP quanto a velocidade para nomear estão associadas aos problemas em leitura.

Considerando as pesquisas que abordam as comorbidades na leitura, a VP tem sido frequentemente referida como uma competência pouco desenvolvida. McGrath et al. (2011) mostram que déficit em tarefas gerais de VP podem ser indicativos da coexistência de problemas de leitura e de atenção. A comorbidade leitura e Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), tendo como característica uma baixa VP, também é apontada por Peterson et al. (2016).

5 Fluência em leitura e em cálculo: relação entre velocidade de processamento e memória de trabalho

Conforme apontado, a VP está subjacente à fluência em leitura e em cálculo. Uma velocidade para processar eficaz contribui para o desenvolvimento da automatização da

leitura, facilitando tanto a fluência quanto a precisão leitora (FLETCHER et al., 2009). Contribui, do mesmo modo, para a automatização aritmética, possibilitando rapidez e precisão na execução de um cálculo, com pouco ou nenhum monitoramento consciente, de modo que recursos da atenção possam ser alocados para outras tarefas ou processos cognitivos. No entanto, demais processos cognitivos também estão envolvidos com a fluência naquelas áreas e, junto com a VP, exercem um papel importante para a aprendizagem. A memória de trabalho é um destes processos que merece destaque.

A relação entre a VP e a memória de trabalho (MT) se faz presente na literatura (CORSO; DORNELES, 2014; HOPKINS; LAWSON, 2006; HECHT et al., 2001). A MT encarrega-se da habilidade de armazenar e simultaneamente processar a informação e está criticamente envolvida com a fluência em leitura e em Matemática (GEARY, 2011). O modelo de MT mais frequentemente utilizado na literatura é o apontado por Baddeley e Hitch (1974), compreendendo três componentes: executivo central, fonológico e visuoespacial. O executivo central é o componente nuclear, responsável pelo processamento de tarefas cognitivas e com capacidade de atenção limitada. Os componentes fonológico e visuoespacial também possuem capacidades limitadas e são subordinados ao executivo central, sendo recrutados por ele quando necessário.

Em relação à leitura, os recursos da MT parecem apoiar o desenvolvimento desta aprendizagem, em especial, através dos componentes fonológico e executivo central (FLETCHER et al., 2009). Por exemplo, para o novo leitor, o processo de decodificação da palavra é ainda uma tarefa dispendiosa porque os segmentos de palavras ou sentenças necessitam ser memorizados, enquanto os segmentos restantes são decodificados, ficando evidente uma relação estreita entre a habilidade de leitura e o executivo central. Do mesmo modo, o papel da VP durante a leitura é fundamental, pois quanto mais rápido a criança consegue nomear séries de letras ou números (capacidade de buscar as informações verbais na memória de longo prazo), um melhor desempenho é apresentado na sua leitura (WILLCUTT et al., 2013). As associações entre letras e sons também precisam ser aprendidas em um nível automático e os alunos que apresentam lentidão para acessar e recuperar as conexões letradas da memória de longo prazo (MLP) enfrentarão dificuldade na fluência leitora (HECHT et al., 2001; FLETCHER et al., 2009).

Em relação à Matemática, baixos recursos da MT dificultam o desenvolvimento de confiança em estratégias de cálculo mais eficientes, porque o aluno permanece mais tempo utilizando estratégias imaturas (por exemplo, o contar nos dedos). Do mesmo modo, geram problemas para o aprendizado de fatos aritméticos, pois ocasionam falhas no desenvolvimento

de representações de fatos aritméticos básicos na MLP (GEARY, 2011). A VP, por sua vez, está subjacente à fluência em fatos aritméticos e se mostra como um determinante crítico do desenvolvimento da recuperação de fatos da MLP (HOPKINS; LAWSON, 2006).

À medida que o aluno ganha velocidade na contagem de conjuntos para realizar cálculos de soma e subtração, os problemas são sucessivamente associados às suas respostas na MT, antes de se perderem, de modo que aquela associação pode ser estabelecida na MLP (BULL; JONHSTON, 1997). Portanto, um processamento mais lento aumenta o intervalo para derivar as associações problema-resposta na MT, criando a possibilidade de que o esquecimento ocorra antes mesmo que a sequência de cálculo seja efetuada. O fortalecimento da associação de problemas-respostas na MT requer que o tempo entre a decodificação do problema e a execução da resposta não ultrapasse o espaço de 2 a 3 segundos, tempo que a MT dispõe.

5.1 Intervenção em velocidade de processamento e memória de trabalho

Pesquisas de intervenção nas habilidades de VP e MT têm apresentado resultados promissores. No estudo de Fuchs et al. (2013), alunos de 1º ano do Ensino Fundamental, em risco de desenvolverem problemas na Matemática, receberam intervenção em conhecimento de número, associada ou não à intervenção em estratégias de VP (práticas que reforçavam respostas rápidas para fatos numéricos e o uso eficiente de procedimentos de contagem). Os autores verificaram que os alunos que receberam ambas as intervenções evidenciaram melhores resultados em cálculos aritméticos simples e de 2 dígitos, em comparação aos que não receberam a intervenção em velocidade de processamento.

Na área da leitura, são poucas as intervenções visando a fluência leitora, diferentemente daquelas que abordam o reconhecimento de palavras. As intervenções em fluência leitora focam em procedimentos que levam o aluno à exposição de leitura repetida ou leitura oral orientada (FLETCHER et al., 2009). Entretanto, pouca mudança para a velocidade leitora é apontada por Torgesen et al. (2001), ao destacarem as abordagens de remediação para a leitura. Segundo os autores, os resultados tendem a ser positivos apenas para o reconhecimento de palavras e compreensão leitora. Tal aspecto pode ser compreendido considerando que o aluno não fluente tende a não gostar de ler, o que corrobora sua dificuldade em construir um vocabulário de palavras visuais fundamental para o desenvolvimento de habilidades de leitura fluente e precisa. A automatização é um requisito para se alcançar o domínio pleno da leitura, ou seja, se o aluno, por qualquer motivo, lê

pouco, desenvolverá em menor grau as habilidades necessárias e, em decorrência disso, tenderá a ler menos, acentuando-se, assim, os problemas iniciais.

Intervenção em MT, implementada em programas de computador, tem caracterizado algumas propostas para crianças desde a Educação Infantil e para alunos dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental (KUHN; HOLLING, 2014). Nesse estudo interventivo, os autores supracitados compararam as habilidades matemáticas de alunos sem dificuldades na Matemática, do pré para o pós-teste, que receberam intervenção em MT ou em senso numérico. Ambas as intervenções provocaram melhora nas habilidades matemáticas dos alunos em comparação ao grupo de controle.

Considerando a discussão apresentada até então, este artigo busca contribuir para a literatura que investiga as relações entre competências cognitivas de base, como a velocidade de processamento e a memória de trabalho, e as aprendizagens da aritmética e da leitura. Conforme mencionado, resultados ainda controversos têm caracterizado esta área de investigação. O estudo objetiva verificar se há correlação entre a VP e as seguintes variáveis: a) desempenho em competência numérica (aritmética e senso numérico); b) desempenho em leitura; c) memória de trabalho no seu componente executivo central; d) frequência no uso da estratégia de recuperação da memória; e) número de acertos com a estratégia de recuperação da memória. Tem-se como hipótese que a VP, avaliada neste estudo por meio da tarefa de nomeação rápida (RAN), correlaciona-se com todas as variáveis aqui destacadas.

6 Método

6.1 Participantes

Participaram do estudo 60 alunos, entre 10 e 12 anos de idade, cursando o 5º e o 7º ano do Ensino Fundamental de 5 escolas estaduais do município de Porto Alegre, no Rio Grande do Sul, localizadas em bairros vizinhos, com características socioeconômicas semelhantes. O estudo envolveu 6 turmas de cada um dos anos escolares. Para compor a amostra, inicialmente, os professores indicaram os alunos que, segundo sua avaliação, apresentavam desempenho na média ou abaixo da média em leitura e em Matemática. Cento e vinte estudantes (57 do 5º ano e 63 do 7º ano) compuseram a amostra inicial. Após, foi evidenciado o desempenho dos alunos nos subtestes de leitura e de Matemática do Teste de Desempenho Escolar (TDE), de Stein (1994).

Aqueles que apresentaram os escores situados na média ou inferiores a ela, em relação

aos escores esperados para as respectivas séries, foram selecionados. Foi avaliado também o desempenho dos alunos nas subprovas de Cubos e Vocabulário da escala Wechsler de inteligência para crianças (WISC-IV) (QI estimado igual ou superior a 80). Como critério de exclusão, considerou-se, além do não preenchimento dos aspectos citados anteriormente, a presença de deficiência sensorial e o diagnóstico de transtorno do neurodesenvolvimento. Assim, para atender aos critérios de inclusão/exclusão, houve uma perda de 26 alunos do 5º ano e 34 do 7º ano, totalizando 60 estudantes nessa amostra. Foi obtida a autorização dos pais por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e do Termo de Dissentimento. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob o número 2008016. Na Tabela 1, constam os dados de caracterização da amostra.

Tabela 1 – Caracterização da amostra por série, idade, sexo e QI

Ano	Meninos	Meninas	N	Média idade	Média QI
5º	17	14	31	10,95	109,55
7º	18	11	29	13,17	103,66

Fonte: Elaborada pelas autoras (2018).

Legenda: N = tamanho da amostra.

6.2 Instrumentos utilizados

6.2.1 Leitura – Subteste de leitura do TDE (SLE) – Teste de Desempenho Escolar de Stein (1994). A tarefa consiste de 70 palavras isoladas de crescente grau de dificuldade que os alunos leem em voz alta. Um ponto é dado para cada resposta corretamente lida.

6.2.2 Aritmética – Subteste de aritmética do TDE (SAT) – Teste de Desempenho Escolar de Stein (1994), composto por 38 cálculos aritméticos apresentados em ordem crescente de complexidade. Um ponto é dado para cada resposta correta.

6.2.3 Senso Numérico – Teste de Conhecimento Numérico (TCN), de Okamoto e Case (1996), formado por questões estruturadas em quatro níveis de complexidade. O teste é resolvido oralmente, sem o auxílio de lápis e papel, e possibilita avaliar o conhecimento de conceitos e operações aritméticas básicos do aluno. As respostas são avaliadas como corretas ou incorretas, totalizando um possível escore de 50 pontos.

6.2.4 Velocidade de processamento – Tarefa de nomeação automática rápida (RAN) envolvendo dígitos, letras e dígitos e letras, adaptada de Hecht et al. (2001). Para cada

estímulo (letras, números, números/letras), são oferecidos 3 cartões para serem lidos o mais rápido possível, sendo o tempo cronometrado. Os escores finais são o resultado do tempo médio utilizado para nomear os três cartões, de forma que os escores mais altos indicam uma velocidade mais baixa de acesso à informação dada.

6.2.5 Memória de Trabalho – O estudo avaliou o componente executivo central da memória de trabalho por meio da tarefa na qual os alunos leem em voz alta séries crescentes de grupos de três dígitos e, ao final de cada série, devem recordar, em ordem, o último dígito de cada grupo. Por exemplo, para os grupos (2 5 7) e (1 6 8), devem ser recordados os dígitos “7” e “8”.

6.2.6 Recuperação de fatos básicos da memória de longo prazo: Tarefa de Geary, Hamson e Hoard (2000) que consiste em 14 cálculos de adição simples, dispostos em fichas, envolvendo dígitos unitários apresentados horizontalmente ($4 + 5 =$), utilizando os dígitos de 2 ao 9. Os alunos são alertados para resolverem os cálculos sem contar nos dedos ou usar qualquer outra estratégia. Foi computado o número de acertos para cada resposta recuperada da memória corretamente, totalizando um possível escore de 14 pontos. A frequência do uso da estratégia de recuperação da memória também foi avaliada, considerando que, mesmo sendo solicitados a resolverem os cálculos utilizando apenas a recuperação da memória, por vezes, os alunos lançavam mão de outras estratégias na tentativa de solucionarem os cálculos (contagem nos dedos, contagem interna, decomposição).

A Tabela 2 apresenta a descrição da amostra total em relação aos instrumentos utilizados.

Tabela 2 – Descrição da amostra total

	Média	Mediana	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
Idade	12,02	12,16	1,34	10,0	15,3
QI	106,70	107,00	11,81	89,0	129,0
SAT	21,07	20,00	4,45	13,0	34,0
SLE	64,60	66,00	5,09	50,0	70,0
MT	8,47	9,00	2,40	3,0	16,0
TCN	39,15	40,50	5,51	26,0	50,0
V Nu	13,48	13,33	2,69	8,0	21,0
V Letr	13,41	13,00	2,86	8,0	23,0
V NuLe	15,95	15,00	3,17	11,0	25,3
RM	4,95	5,00	3,64	0,0	14,0
AR	4,82	5,00	3,66	0,0	14,0

Fonte: elaborada pelas autoras (2018).

Legenda: SAT = Subteste de Aritmética; SLE = Subteste de Leitura; MT = Memória de Trabalho;

TCN = Teste de Conhecimento Numérico; V Nu = Velocidade de Números; V letr = Velocidade de Letras; V NuLe = Velocidade de Números e Letras; RM = Frequência de uso da Estratégia de Recuperação da Memória; AR = Acertos com a estratégia de Recuperação da Memória.

6.3 Procedimento

A tarefa de aritmética foi conduzida pelo professor de cada turma, de forma coletiva, em sala de aula, com a orientação da pesquisadora. As provas de cubos e vocabulário do WISC foram aplicadas individualmente por um psicólogo. As demais propostas foram aplicadas pelo pesquisador, individualmente, em três encontros de 50 minutos, por aluno. As propostas individuais foram realizadas em um espaço disponibilizado pelas escolas. A ordem de apresentação das tarefas foi a mesma para todos os sujeitos.

6.4 Análise de dados

Primeiramente, foram realizados os testes de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk para a análise da distribuição das variáveis que compreendem este estudo. Os resultados mostraram que as variáveis não seguem distribuição normal e, portanto, foi utilizada estatística não paramétrica para a análise dos dados. A seguir, foi utilizado o teste de correlação de Spearman, ao nível de significância de 5%, para evidenciar as correlações entre as variáveis em discussão neste estudo: aritmética, senso numérico, leitura, memória de trabalho, frequência no uso da estratégia de recuperação da memória e número de acertos obtidos com a estratégia de recuperação.

7 Resultados

Inicialmente, foram explorados os aspectos descritivos das variáveis do presente estudo (Tabela 2). Verifica-se que todas as variáveis apresentaram distribuição significativamente desviante da normalidade, ainda que com medidas de assimetria não muito expressivas. Evidenciou-se correlação significativa entre os instrumentos que avaliaram a competência numérica, medida por meio do SAT (desempenho aritmético) e o TCN (senso numérico) ($r = 0,554$; $p = 0,001$), indicando consistência interna entre estes dois instrumentos.

Foi encontrada correlação significativa entre o teste de leitura (SLE) e a tarefa RAN, envolvendo velocidade para nomear números ($r = -0,532$; $p < 0,001$), letras ($r = -0,521$; $p < 0,001$) e números/letras ($r = -0,581$; $p = 0,001$). Tal correlação se deu de forma negativa,

indicando que, quanto maior o escore alcançado pelos alunos em leitura, menor o tempo para nomear as letras, números e números/letras (representando maior velocidade para nomear os estímulos). Do mesmo modo, o teste de Matemática correlacionou-se de forma significativa e negativa com as três tarefas RAN: de números, letras e números e letras (VNu $r = -0,385$, $p = 0,002$; VLeTr $r = -0,366$, $p = 0,004$; VNuLe $r = -0,505$, $p = 0,001$). Quanto ao senso numérico, houve correlação significativa e negativa entre esta medida e a velocidade para nomear números/letras ($r = -0,303$; $p = 0,019$), mas não para nomear números e letras isoladamente. A Tabela 3 apresenta tais resultados.

Tabela 3 – Coeficiente de correlação de Spearman (r) e o valor descritivo amostral (p -valor) entre as medidas de desempenho em leitura, em aritmética e em senso numérico com as medidas de velocidade de processamento de números, letras e números e letras

		V Nu	V Letr	V NuLe
SLE	R	-0,532*	-0,521*	-0,581*
	p-valor	<0,001	<0,001	0,001
SAT	R	-0,385*	-0,366*	-0,505*
	p-valor	0,002	0,004	0,001
TCN	R	-0,216	-0,205	-0,303*
	p-valor	0,097	0,116	0,019

Fonte: Elaborada pelas autoras (2018).

Legenda: SAT = Subteste de Aritmética; SLE = Subteste de Leitura; TCN = Teste de Conhecimento Numérico; V Nu = Velocidade de Números; V letr = Velocidade de Letras; V NuLe = Velocidade de Números e Letras; r = Coeficiente de Correlação de Spearman; p -valor = valor descritivo amostral.

* Correlação significativa ao nível de 0,05 de significância.

Em relação à memória de trabalho, houve correlação significativa e negativa entre esta variável e as três tarefas que mediam a velocidade para nomear (VNu $r = -0,299$, $p = 0,020$; VLeTr $r = -0,313$, $p = 0,015$; VNuLe $r = -0,405$, $p = 0,001$) (Tabela 3).

A tarefa RAN, em suas três variáveis, correlacionou-se de forma significativa com a frequência de uso da estratégia de recuperação (VNu $r = -0,369$, $p = 0,004$; VLeTr $r = -0,318$, $p = 0,013$; VNuLe $r = -0,443$, $p = 0,001$). Do mesmo modo, os acertos obtidos com a estratégia de recuperação da memória correlacionaram-se de forma significativa com as três tarefas de velocidade (VNu $r = -0,392$, $p = 0,002$; VLeTr $r = -0,353$, $p = 0,006$; VNuLe $r = -0,468$, $p = 0,001$). As correlações entre essas medidas estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Coeficiente de correlação de Spearman (r) e o valor descritivo amostral (p -valor) entre as medidas de memória de trabalho (executivo central), frequência de uso das estratégias de recuperação da memória e número de acertos com a estratégia de recuperação da memória com as medidas de velocidade de processamento de números, letras e números e letras.

		V Nu	V Letr	V NuLe
MT	R	-0,299*	-0,313*	-0,405*
	p-valor	0,020	0,015	0,001
RM	R	-0,369*	-0,318*	-0,443*

	p-valor	0,004	0,013	0,001
AR	R	-0,392*	-0,353*	-0,468*
	p-valor	0,002	0,006	0,001

Fonte: Elaborada pelas autoras (2018).

Legenda: MT = Memória de Trabalho; RM = Frequência de uso da Estratégia de Recuperação da Memória; AR = Acertos com a estratégia de Recuperação da Memória; r = Coeficiente de Correlação de Spearman; p-valor = valor descritivo amostral.

* Correlação significativa ao nível de 0,05 de significância.

8 Discussão

Dentre os objetivos propostos para este estudo, inicialmente, buscou-se verificar se há correlação entre a VP e o desempenho nas áreas de leitura e de competência numérica (aritmética e senso numérico). Os resultados evidenciaram que a VP está relacionada tanto com o desempenho em leitura quanto com o de aritmética. Tal resultado corrobora as pesquisas que, utilizando o mesmo tipo de proposta para avaliar a VP, a tarefa RAN, encontraram associações entre aquele mecanismo cognitivo e o desempenho leitor (GEORGIOU et al., 2016; MOLL et al., 2016; WILLBURGER et al., 2008) e aritmético (BERG, 2008; GEARY, 2011; HECHT et al., 2001). As correlações positivas entre estas variáveis reforçam o papel fundamental que a VP desempenha para aquelas aprendizagens acadêmicas e possibilita inferir que uma baixa velocidade de processamento pode se tornar um fator de risco para as dificuldades de aprendizagem naquelas áreas.

Na amostra pesquisada, portanto, observou-se que maior VP está associada a melhor desempenho, tanto na competência numérica, quanto na leitora. Esse resultado converge com os estudos que encontram associações entre a VP e os domínios naquelas áreas acadêmicas, não apenas nos primeiros anos do Ensino Fundamental, mas também nos anos mais avançados (VUKOVIC; SIEGEL, 2010; WILLCUTT et al., 2013), como é o caso dos alunos que compuseram esta amostra. Dados similares são apresentados e interpretados na literatura considerando que o ganho no automatismo, possibilitado por uma VP adequada, impacta na precisão leitora (GEORGIOU et al., 2016) e no cálculo aritmético (CUI et al., 2017) por meio da liberação de recursos cognitivos que tornam o uso da MT mais eficiente. Isso porque a lentidão para processar sobrecarrega a MT que retém as informações necessárias para o acesso imediato a diferentes tipos de informações.

Objetivou-se também correlacionar a VP com a memória de trabalho (componente executivo central), o que possibilitou evidenciar que, neste estudo, tais variáveis estão significativamente associadas. Tais achados eram esperados considerando que os recursos da MT dependem da velocidade de processamento, conforme já destacado anteriormente

(GEARY, 2011). Na verdade, a perspectiva da complementaridade entre os dois processos cognitivos deve ser exaltada, de modo que as características da MT podem afetar o desempenho em tarefas de VP, assim como a VP pode afetar o desempenho em tarefas de MT (CORSO; DORNELES, 2014; HOPKINS; LAWSON, 2006; WILLCUT et al., 2013). No caso da aritmética, por exemplo, ao realizar um cálculo, o aluno pode utilizar um procedimento de contagem que requer um tempo superior ao que a MT comporta (2 a 3 segundos), como, por exemplo, contar a partir da parcela maior (conta “5..., 6, 7, 8” para resolver $3+5$). Neste caso, o aluno pode vir a ativar a resposta correta na MT, mas a memória para o problema inicial ($3+5$), provavelmente, se perderá, o que tornará inviável a associação fluente problema-resposta na MT. No caso da decodificação leitora, um leitor iniciante necessita estabelecer as conexões letra-som para cada unidade da palavra, ao mesmo tempo em que guarda na MT os segmentos já decodificados para, então, verbalizar a palavra inteira (FLETCHER et al., 2009).

Por fim, buscou-se verificar se há correlação entre a VP e o uso espontâneo da estratégia de recuperação de fatos básicos da memória e se há associação entre a VP e o número de acertos obtidos quando tal estratégia esteve em uso. Evidenciou-se que a VP está associada de forma significativa com estas duas variáveis. Tais dados reforçam os estudos que apontam que tal habilidade desempenha um papel chave para a competência aritmética (FUCHS et al., 2008). Isto porque a VP está subjacente à fluência em fatos aritméticos, de modo que uma velocidade de processamento eficiente possibilita que o aluno vá desenvolvendo velocidade na contagem de conjuntos para descobrir as somas e diferenças. Tal destreza lhe permite que passe a desenvolver e usar estratégias mais elaboradas, do tipo decomposição. Assim, durante a realização dos cálculos, os problemas são sucessivamente associados às suas respostas na MT, antes de se perderem, de forma que aquela associação pode ser estabelecida na memória de longo prazo (BULL; JONHSTON, 1997). Portanto, diante de um processamento mais lento, há o aumento do intervalo para derivar as associações problema-resposta na MT (esta tem uma capacidade de duração limitada), o que cria a possibilidade de que o esquecimento ocorra antes mesmo que a sequência de cálculo seja completada.

A associação evidenciada entre o número de fatos aritméticos corretos, obtido por meio da estratégia de recuperação da memória, e a VP pode ser compreendida considerando dois aspectos referentes aos mecanismos cognitivos envolvidos na formação da representação de fatos aritméticos na MLP. O primeiro, recém referido, aponta que, com uma velocidade de contagem lenta, existe maior probabilidade de esquecimento da informação na MT, o que leva ao não desenvolvimento de representações na memória de longo prazo (HOPKINS;

LAWSON, 2006). Somado a isso, os erros de cálculo levam a associações incorretas na MLP o que pode conduzir a erros na recuperação (GEARY; HAMSON; HOARD, 2000).

O segundo aspecto para justificar a associação entre aquelas variáveis pode estar relacionado à interferência de associações irrelevantes na MT, de modo que uma velocidade de contagem mais lenta resultaria em um tempo maior para efetuar o cálculo, o que aumentaria a probabilidade de interferência de informação irrelevante na MT. A resolução de um fato aritmético é eficiente quando as informações irrelevantes são inibidas e impedidas de entrarem na MT. Uma inibição ineficiente resulta na ativação de informação irrelevante que diminui o funcionamento da capacidade da MT. Uma vez na memória de trabalho, estas associações ou reprimem ou competem com as associações corretas para a resolução dos fatos básicos. Estes dados indicam que a dificuldade na recuperação de fatos de algumas crianças pode ser o resultado de déficit no componente executivo central da MT (GEARY, 2011). Aqui, enfatiza-se novamente a associação entre a VP e a MT, por meio do componente executivo central, que é o responsável por ativar e recuperar informação da memória de longo prazo, assim como atentar para informação relevante e inibir informação irrelevante (ANDERSSON; LYXELL, 2007).

Por fim, destacam-se algumas implicações educacionais deste estudo. Acredita-se que o impacto que a baixa VP pode causar no desempenho acadêmico pode ser diminuído por meio do desenvolvimento de intervenções educacionais apropriadas nas quais a informação é apresentada à criança, respeitando seu ritmo mais lento, o que requer uma organização didática em que os conteúdos sejam apresentados ao aluno de forma gradual e sequencial, ao invés de simultânea (FUCHS et al., 2013), e ensinados por meio de ensino explícito (GEARY, 2011). Além do planejamento de intervenções que tenham como foco os componentes que se mostram deficitários, outra grande contribuição que o avanço das pesquisas nesta área poderá trazer é a possibilidade de detectar alunos, desde as séries iniciais, em risco de desenvolverem problemas de aprendizagem na escola, pois a identificação precoce favorece o processo de intervenção pontual. Para tanto, estudos neste campo precisam se debruçar sobre a validade preditiva da VP e da MT para o desenvolvimento posterior, assim como a criação de instrumentos de avaliação consistentes.

9 Conclusão

Os resultados desta pesquisa reforçam que a VP, habilidade cognitiva de base, correlaciona-se com desempenho aritmético e leitor (reconhecimento de palavra). Logo, uma

fragilidade nesta competência pode se tornar um fator de risco para o surgimento de problemas de aprendizagem naquelas áreas. Os dados também sugerem que a VP, juntamente com a MT, apoia o desempenho em leitura e em aritmética. A relação de interdependência entre esses dois processos cognitivos de base foi destacada no trabalho.

Neste estudo, encontraram-se associações positivas entre as medidas de VP e a competência aritmética, avaliadas por meio do desempenho aritmético e do senso numérico, e a competência leitora. Por ser um campo de investigação mais recente, há muitos aspectos a serem elucidados. As pesquisas ainda não alcançaram um nível de especificidade que nos permita verificar em quais circunstâncias determinadas habilidades, tais como a VP e a MT, atuam de forma independente, como preditoras independentes de desempenho aritmético e leitor, ou atuam em conjunto. É preciso mais evidências relacionando as intervenções naquelas áreas e o desempenho em cálculo e em leitura.

Por fim, é fundamental a busca de maior entendimento sobre o impacto da VP (e também da MT) no desempenho acadêmico, ponto este levantado por Bull e Johnston, em 1997, mas que ainda não está completamente esclarecido. No caso da Matemática, por exemplo, ainda não se sabe ao certo se uma VP ineficiente pode ser o resultado de uma baixa automaticidade com os fatos básicos (como resultado de um conhecimento de número empobrecido, por exemplo) ou consequência de um déficit mais genérico na VP, podendo impactar na função cognitiva geral (GEARY, 2011). Ainda, para algumas crianças, o processamento lento pode estar relacionado ao componente de controle de atenção do executivo central da MT, e não a uma diferença mais fundamental na VP em si.

Cabe lembrar que este estudo apresenta algumas limitações. Além da tarefa RAN (apesar de bastante difundida na literatura), o uso de outras medidas de VP possibilitaria enriquecer a geração de dados e os resultados alcançados. O contexto desta amostra compreendeu apenas alunos do 5º e 7º anos. Certamente, a inclusão de outros níveis de escolaridade ampliaria a abrangência desta pesquisa. Em relação à medida que avaliou a MT, aponta-se como uma limitação a não inclusão dos componentes visuoespacial e fonológico.

A ampliação de conhecimentos nesta área traz subsídios para a busca de maior entendimento a respeito dos possíveis obstáculos cognitivos que dificultam determinadas aprendizagens para que, então, seja possível fazer frente a estes obstáculos por meio da seleção de recursos didáticos, conteúdos de ensino e estratégias de aprendizagem adequadas. Portanto, os dados elucidados a partir deste estudo contribuem também para reforçar a importância de investimento em estudos interventivos.

Referências

- ANDERSSON, U. Mathematical competencies in children with different types of learning disabilities. **Journal of Educational Psychology**, Washington, v. 100, n.1, p. 48-66, 2008.
- ANDERSSON, U.; LYXELL, B. Working memory deficit in children with mathematical difficulties: A general or specific deficit? **Journal of Experimental Child Psychology**, Amsterdam, v. 96, n. 3, p. 197- 228, 2007.
- BADDELEY, A. D.; HITCH, G. J. Working Memory. In: BOWER, G. H. (Ed.). **The psychology of Learning and Motivation**. London: Academic Press, 1974. p. 47-91.
- BERG, D. Working memory and arithmetic calculation in children: The contributory roles of processing speed, short-term memory, and reading. **Journal of Experimental Child Psychology**, Amsterdam, v. 99, p. 288–308, 2008.
- BULL, R.; JOHNSTON, R. S. Children's Arithmetical Difficulties: Contributions from Processing Speed, Item Identification and Short-Term Memory. **Journal of Experimental Child Psychology**, Amsterdam, v. 65, p. 1-24, 1997.
- CORSO, L. V. Memória de trabalho, senso numérico e desempenho em aritmética. **Revista Psicologia: Teoria e Prática**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 141-154, 2018.
- CORSO, L. V.; DORNELES, B. V. A velocidade de processamento e as dificuldades de aprendizagem na aritmética. **Estudos e Pesquisas em Psicologia**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 3, p. 949-966, 2014.
- CIRINO, P. T.; FUCHS, L. S.; ELIAS, J. T.; POWELL, S. R.; SCHUMACHER, R. F. Cognitive and Mathematical Profiles for Different Forms of Learning Difficulties. **Journal of Learning Disabilities**, Austin, v. 48, n. 2, p. 156-175, 2015.
- COMPTON, D.; FUCHS, L.; FUCHS, D.; LAMBERT, W.; HAMLETT, C. The cognitive and academic profiles of reading and mathematics learning disabilities. **Journal of Learning Disabilities**, Austin, v. 45, n.1, p. 79-95, 2012.
- CUI, J.; GEORGIU, G.; ZHANG, Y.; LI, Y.; SHU, H.; ZHOU, X. Examining the relationship between rapid automatized naming and arithmetic fluency in Chinese kindergarten children. **Journal of Experimental Child Psychology**, Amsterdam, v.154, p.146-163, 2017.
- FLETCHER, J.M.; LYONS, G.R.; FUCHS, L.S.; BARNES, M.A. **Transtornos de aprendizagem: da identificação à intervenção**. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- FUCHS, L. S.; FUCHS, D.; COMPTON, D. L.; POWELL, S. R.; SEETHALER, P. M.; CAPIZZI, A. M.; FLETCHER, J. M. The cognitive correlates of third-grade skill in arithmetic, algorithmic computation, and arithmetic word problems. **Journal of Educational Psychology**, Washington, v. 98, p. 29-43, 2006.
- FUCHS, L.S.; FUCHS, D.; STUEBING, K.; FLETCHER, J.M.; HAMLETT, C.L.; LAMBERT, W. Problem solving and computational skill: Are they shared or distinct aspects of mathematical cognition? **Journal of Educational Psychology**, Washington, v. 100, n. 1, p. 30-47, 2008.
- FUCHS, L. S.; GEARY, D. C.; FUCHS, D. L.; SCHATSCHENEIDER, C.; HAMLETT, C. L.; DESELMS, J.; SEETHALER, P. M.; WILSON, J.; CRADDOCK, C. F.; BRYANT, J. D.; LUTHER, K.; CHANGAS, P. Effects of First-Grade Number Knowledge Tutoring With Contrasting Forms of Practice. **Journal of Educational Psychology**, Washington, v. 105, n. 1, p. 58-77, 2013.

- GEARY, D. C. Consequences, Characteristics, and Causes of Mathematical Learning Disabilities and Persist Low Achievement in Mathematics. **Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics**, Philadelphia, v. 32, n. 3, p. 250-263, 2011.
- GEARY, D.C.; HAMSON, C. O.; HOARD, M. K. Numerical and arithmetical cognition: a longitudinal study of process and concept deficits in children with learning disabilities. **Journal of Experimental Child Psychology**, Amsterdam, v. 77, p. 236-263, 2000.
- GEORGIU, G.; ARO, M.; LIAO, C.-H.; PARRILA, R. Modeling the relationship between rapid automatized naming and literacy skills across languages varying in orthographic consistency. **Journal of Experimental Child Psychology**, Amsterdam, v. 143, p. 48-64, 2016.
- HECHT, S.; TORGESEN, J.; WAGNER, R.; RASHOTTE, C. A. The Relations between phonological processing abilities and emerging individual differences in mathematical computation skills: a longitudinal study from second to fifth grades. **Journal of Experimental Child Psychology**, Amsterdam, v. 79, p. 192-227, 2001.
- HOPKINS, S.L.; LAWSON, M. J. The effect counting speed has on developing a reliance on retrieval in basic addition. **Contemporary Educational Psychology**, Amsterdam, v.31, p. 208-227, 2006.
- IGLESIAS-SARMIENTO, V.; DEAÑO, M. D. Cognitive Processing and Mathematical Achievement A Study With Schoolchildren Between Fourth and Sixth Grade of Primary Education. **Journal of Learning Disabilities**, Austin, v. 44, n. 6, p. 570-583, 2011.
- KUHN, J.; HOLLING, H. Number sense or working memory? The effect of two computer-based trainings on mathematical skills in elementary school. **Advances in Cognitive Psychology**, Warsaw, v. 10, n. 2, p. 59-67, 2014.
- LAMBERT, K.; SPINATH, B. Conservation Abilities, Visuospatial Skills, and Numerosity Processing Speed: Association With Math Achievement and Math Difficulties in Elementary School Children. **Journal of Learning Disabilities**, Austin, v. 51, n. 3, p. 223-235, 2017.
- LANDERL, K.; FUSSENEGGER, B.; MOLL, K.; WILLBURGUER, E. Dyslexia and dyscalculia: Two learning disorders with different cognitive profiles. **Journal of Experimental Child Psychology**, Amsterdam, v.103, p. 309-324, 2009.
- MCGRATH, L. M.; PENNINGTON, B. F.; SHANAHAN, M. A.; SANTERRE-LEMMON, L. E.; BARNARD, H. D.; WILLCUTT, E. G.; OLSON, R.K. A multiple deficit model of reading disability and attention-deficit/hyperactivity disorder: Searching for shared cognitive deficits. **Journal of Child Psychology and Psychiatry**, London, v. 52, n.5, p. 547-557, 2011.
- MOLL, K.; GÖBEL, S. M.; GOOCH, D.; LANDERL, K.; SNOWLING, M. J. Cognitive Risk Factors for Specific Learning Disorder: Processing Speed, Temporal Processing, and Working Memory. **Journal of Learning Disabilities**, Austin, v. 49, n. 3, p. 272-281, 2016.
- OKAMOTO, Y.; CASE, R. Exploring the microstructure of children's central conceptual structures in the domain of number. **Monographs of the Society for Research in Child Development**, Washington, v. 61, p. 27-59, 1996.
- PASSOLUNGI, M.; LANFRANCHI, S. Domain specific and domain general precursors of mathematical achievement: A longitudinal study from kindergarten to first grade. **British Journal of Educational Psychology**, New Jersey, v. 82, p. 42-63, 2012.
- PETERSON, R. L.; BOADA, R. MCGRATH, L. M.; WILLCUTT, E. G.; OLSON, R. K.; PENNINGTON, B. F. Cognitive Prediction of Reading, Math, and Attention: Shared and Unique

Influences. **Journal of Learning Disabilities**, Austin, v. 50, n. 4, p. 408-421, 2016.

STEIN, L. **TDE – Teste de Desempenho Escolar**: manual para aplicação e interpretação. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1994.

SWANSON, L.; KIM, K. Working memory, short-term memory, and naming speed as predictors of children's mathematical performance. **Intelligence**, Amsterdam, v. 35, n. 2, p. 151-168, 2007.

TORGESEN, J. K.; ALEXANDER, A. W.; WAGNER, R. K.; RASHOTTE C. A.; VOELLER, K. K.; CONWAY, T. J. Intensive remedial instruction for children with severe reading disabilities: immediate and long-term outcomes from two instructional approaches. **Journal of Learning Disabilities**, Austin, v. 34, n. 1, p. 33-58, 2001.

VUKOVIC, R. K. Mathematics Difficulty With and Without Reading Difficulty: Findings and Implications From a Four-Year Longitudinal Study. **Council for Exceptional Children**, Arlington, v. 78, n. 3, p. 280-300, 2012.

VUKOVIC, R.K.; SIEGEL, L. S. The double-deficit hypothesis: A comprehensive analysis of the evidence. **Journal of Learning Disabilities**, Austin, v. 39, p. 25-47, 2006.

VUKOVIC, R. K.; SIEGEL, L. S. Academic and cognitive characteristics of persistent mathematics difficulty from first through fourth grade. **Learning Disabilities Research & Practice**, Fairfax, v. 25, n. 1, p.25-38, 2010.

WILLBURGER, E.; FUSSENEGGER, B.; MOLL, K.; WOOD, G.; LANDERL, K. Naming speed in dyslexia and dyscalculia. **Learning and Individual Differences**, Houston, v. 18, p. 224-236, 2008.

WILLCUTT, E. G.; PETRILL, S. A.; WU, S.; BOADA, R.; DEFRIES, J.; OLSON, R.; PENNINGTON, B. Comorbidity between reading disability and math disability: concurrent psychopathology, functional impairment, and neuropsychological functioning. **Journal of Learning Disabilities**, Austin, v. 46, n. 6, p. 500-516, 2013.

Submetido em 12 de Abril de 2019
Aprovado em 07 de Outubro de 2019.