

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE PSICOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA

CAROLINE GREINER DE MAGALHÃES

O processamento fonológico e o seu papel nos transtornos da aprendizagem da leitura e
da matemática

Belo Horizonte

2017

CAROLINE GREINER DE MAGALHÃES

**O processamento fonológico e o seu papel nos transtornos da aprendizagem da
leitura e da matemática**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Psicologia da Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Minas Gerais, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Psicologia do Desenvolvimento.

Área de concentração: Desenvolvimento Humano

Linha de pesquisa: Cognição e Linguagem

Orientadora: Prof^ª. Cláudia Cardoso-Martins

Belo Horizonte

2017



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA



FOLHA DE APROVAÇÃO

O Processamento Fonológico e o seu Papel nos Transtornos da Aprendizagem da Leitura e da Matemática

CAROLINE GREINER DE MAGALHÃES

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em PSICOLOGIA, como requisito para obtenção do grau de Mestre em PSICOLOGIA, área de concentração DESENVOLVIMENTO HUMANO, linha de pesquisa Cognição e Linguagem.

Aprovada em 15 de fevereiro de 2017, pela banca constituída pelos membros:


Prof(a). Claudia Cardoso Martins - Orientador
UFMG


Prof(a). Marcela Mansur Alves
UFMG


Prof(a). Francis Ricardo dos Reis Justi
UFJF

Belo Horizonte, 15 de fevereiro de 2017.

150

M188p

2017

Magalhães, Caroline Greiner de

O processamento fonológico e o seu papel nos transtornos da aprendizagem da leitura e da matemática [manuscrito] / Caroline Greiner de Magalhães. - 2017.

96 f. : il.

Orientadora: Cláudia Cardoso Martins.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas.

Inclui bibliografia.

1. Psicologia – Teses. 2. Aprendizagem - Teses. 3. Inabilidade na leitura - Teses. I. Martins, Cláudia Cardoso. II .Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Aos meus queridos pais, Graciela e Eduardo, pela dedicação, carinho e amor ao longo do meu desenvolvimento e pelo investimento na minha educação desde a minha infância. Dedico esse trabalho a vocês. Muito obrigada por confiarem em mim e acreditarem sempre no meu potencial.

Aos meus queridos irmãos, Isabela, Bianca e Luís Eduardo, pelo carinho e amizade. Ao Igor, meu companheiro, pelo carinho, amor, compreensão, que foi essencial para me incentivar e me dar forças para a execução desse trabalho. Às minhas avós, tias, tios, primos, primas pelo carinho e por torcerem pelo meu sucesso.

Aos membros do Laboratório de Estudos e Extensão em Autismo e Desenvolvimento (LEAD), pelo esforço e dedicação para a coleta de dados e pelo convívio agradável e harmonioso. Às coordenadoras e às professoras e professores das escolas que aceitaram participar da pesquisa, o que tornou possível a realização do nosso projeto. Obrigada pelo acolhimento e compreensão de vocês. Às crianças e aos seus pais e responsáveis, por terem confiado no nosso trabalho e aceitado participar da nossa pesquisa. A colaboração e participação de vocês foi fundamental.

Um agradecimento especial à minha amiga Dani. Muito obrigada pela grande amizade, companhia, pelos conselhos e auxílio na execução desse trabalho. Sua amizade e carinho tornou a execução desse trabalho mais leve e prazerosa. Agradeço também às colegas de laboratório Mirelle e Marcela, que, mesmo que distantes fisicamente, sempre estavam disponíveis para me auxiliar no que fosse necessário. Muito obrigada!

Aos professores da graduação e do mestrado por todos os ensinamentos e por me fazerem me apaixonar pela psicologia. À professora Marcela Mansur Alves e ao professor Francis Ricardo dos Reis Justi por terem aceitado o convite para participarem da banca examinadora deste trabalho.

À CAPES pela concessão da bolsa de mestrado. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro para a realização desta pesquisa

Finalmente, agradeço especialmente, à minha querida professora Cláudia. Nesses dois anos de mestrado e nesses cinco anos de convivência, desde o início da minha graduação, foi muito mais do que uma professora e uma orientadora, mas uma amiga e uma segunda mãe, que estava sempre ao meu lado para me aconselhar e me orientar da

melhor forma possível. Nesses anos de convivência, você muito me ensinou, contribuindo não só para o meu crescimento científico e intelectual, quanto para o meu crescimento pessoal. Obrigada pela atenção, dedicação e apoio durante todo esse tempo. Sem seu acompanhamento zeloso e suas preciosas orientações e ensinamentos, nada disso seria possível. Muito obrigada!

RESUMO

Magalhães, C. G. (2017). O processamento fonológico e o seu papel nos transtornos da aprendizagem da leitura e da matemática. Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação em Psicologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

Recentemente, alguns pesquisadores (e.g., De Smedt et al., 2010 e Hecht et al., 2001) têm argumentado que déficits no processamento fonológico estão associados tanto ao transtorno da aprendizagem da leitura como ao transtorno da aprendizagem da matemática. O presente estudo examinou essa hipótese. Em particular, o estudo examinou se e, em que medida, déficits nos componentes do processamento fonológico, a saber, a consciência fonêmica (CF), a nomeação seriada rápida (NSR) e a memória verbal (MV), caracterizam crianças com transtornos isolados de aprendizagem da matemática. Participaram do estudo 114 crianças matriculadas em classes do 4º e 5º anos do ensino fundamental (idade média = 121,89 meses; $DP = 8,48$), divididas em quatro grupos, em função do seu desempenho em testes padronizados de leitura, escrita e matemática: 22 com dificuldades isoladas de leitura e escrita (DLE), 19 com dificuldades isoladas de matemática (DM), 16 com dificuldades de leitura, escrita e matemática (DLEM) e 57 sem dificuldades de aprendizagem (controles). Além de testes de leitura, escrita e matemática, as crianças completaram testes de inteligência verbal e não verbal, CF, NSR e MV. Os resultados revelaram a presença de déficits na MV tanto entre as crianças com dificuldade de leitura quanto entre aquelas com dificuldades de matemática, independentemente de suas dificuldades de aprendizagem serem ou não isoladas. Por outro lado, déficits na CF e na NSR só foram encontrados entre as crianças com dificuldade de leitura, isto é, nos grupos com DLE e com DLEM. De modo importante, ao contrário do que foi observado para os déficits na CF e na NSR, o déficit na MV no grupo comórbido não foi aditivo, mas equivalente àquele encontrado nos grupos com transtornos isolados da leitura ou da matemática, sugerindo que déficits na MV, mas não na CF ou na NSR, são compartilhados pelos transtornos de aprendizagem da leitura e da matemática. Em consonância com esses resultados, análises de regressão múltipla incluindo toda a amostra revelaram que, juntamente com variações na inteligência verbal, variações na CF e na NSR contribuem significativa e independentemente para variações na habilidade de leitura e escrita, enquanto que variações na matemática são explicadas por variações na inteligência não verbal, na inteligência verbal e na MV. Esses resultados são discutidos à luz do modelo de déficits múltiplos de B. Pennington.

Palavras-chave: Transtorno específico de aprendizagem. Dificuldades de leitura. Dificuldades de matemática. Processamento fonológico.

ABSTRACT

Magalhães, C. G. (2017). Phonological processing and its role in reading and math disabilities. Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação em Psicologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

Recently, some researchers (e.g., De Smedt et al., 2010 and Hecht et al., 2001) have argued that deficits in phonological processing are associated with both reading and math disabilities. The present study examined this hypothesis. In particular, the study examined whether and, to what extent, deficits in the components of phonological processing, namely, phonemic awareness (CF), rapid serial naming (NSR) and verbal memory (MV), characterize children with isolated math difficulties. The study included 114 children enrolled in 4th and 5th grade classrooms of private schools in the metropolitan region of Belo Horizonte, MG, Brazil (mean age = 121.89 months; *SD* = 8.48), divided in four groups, according to their performance on standardized tests of reading, spelling and mathematics: 22 with isolated reading and spelling difficulties (DLE), 19 with isolated math difficulties (DM), 16 with difficulties in reading, spelling, and mathematics (DLEM), and 57 without learning difficulties (controls). In addition to tests of reading, spelling, and mathematics, the children completed tests of verbal and non-verbal intelligence, CF, NSR, and MV. Results revealed the presence of MV deficits in both the children with reading and spelling difficulties and in those with math difficulties, regardless of whether their learning difficulties were isolated or not. On the other hand, deficits in CF and NSR were found only among the children with reading difficulties, that is, in the children with either DLE or DLEM. Importantly, contrary to what was observed for CF and NSR, the MV deficit in the comorbid group was not additive, but equivalent to that found in the groups with isolated disorders of reading or mathematics, suggesting that deficits in MV, but not in CF or NSR, are shared by reading and math learning disorders. Consistent with these results, multiple regression analyzes with all the children revealed that, along with variations in verbal intelligence, variations in CF and NSR contributed significantly and independently to variations in reading and spelling ability, while variations in mathematics were explained by variations in nonverbal intelligence, verbal intelligence, and MV. These results are discussed in the light of B. Pennington's multiple deficits framework.

Keywords: Developmental disorder. Reading disability. Math disability. Phonological processing.

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Desempenho médio em CF em função da habilidade de leitura e da habilidade de matemática.....	53
<i>Figura 2:</i> Desempenho médio em NSR dígitos em função da habilidade de leitura e da habilidade de matemática.....	54
<i>Figura 3:</i> Desempenho médio em NSR figuras em função da habilidade de leitura e da habilidade de matemática.....	55
<i>Figura 4:</i> Desempenho médio em memória verbal em função da habilidade de leitura e da habilidade de matemática.....	56
<i>Figura 5:</i> Desempenho médio em Compreensão Verbal em função da habilidade de leitura e da habilidade de matemática.....	58
<i>Figura 6:</i> Desempenho médio em CF em função da habilidade de leitura e da habilidade de matemática, com a idade, a OP e a CV como covariáveis.....	60
<i>Figura 7:</i> Desempenho médio em CF em função da habilidade de leitura e da habilidade de matemática, com a idade, a OP, a CV e a MV como covariáveis.....	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição dos Participantes por Grupo.....	42
Tabela 2 - Média (e Desvio Padrão) das Variáveis de Processamento Fonológico em Função do Grupo.....	51
Tabela 3 – Correlações de Pearson entre as Diversas Medidas.....	62
Tabela 4 - Análises de Regressão Múltipla: O Processamento Fonológico Contribui Unicamente Para a Leitura?.....	62
Tabela 5 - Análises de Regressão Múltipla: O Processamento Fonológico Contribui Unicamente Para a Escrita?.....	63
Tabela 6 - Análises de Regressão Múltipla: O Processamento Fonológico Contribui Unicamente Para a Matemática?.....	64
Tabela 7 - Descrição dos Participantes por Grupo - Média (e Erro Padrão) Estimados após o Controle da Idade.....	85
Tabela 8 - Média (e Erro Padrão) Estimados das Variáveis de Processamento Fonológico em Função do Grupo.....	94

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1. Modelos de déficit único e múltiplo	13
1.2. O processamento fonológico e a aprendizagem da leitura e da escrita	15
1.3. O processamento fonológico e a aprendizagem da matemática	17
1.3.1. A correlação entre o processamento fonológico e a habilidade de matemática	18
1.3.1.1. Estudos correlacionais	18
1.3.1.2. Estudos longitudinais	24
1.3.2. Estudos examinando a habilidade de matemática de crianças com dificuldade de leitura	31
1.3.3. Os transtornos da aprendizagem da leitura e da matemática compartilham um déficit no processamento fonológico?: estudos incluindo crianças com dificuldades de leitura, dificuldades de matemática, dificuldades de leitura e matemática e controles	35
2. MÉTODO	40
2.1. Participantes	40
2.2. Procedimento	44
2.3. Instrumentos	45
3. ANÁLISE DE DADOS	49
4. RESULTADOS	50
4.1. Análises de covariância	51
4.1.1. Consciência fonêmica	52
4.1.2. Nomeação seriada rápida	53
4.1.3. Memória verbal	55
4.1.4. Compreensão verbal	56
4.2. Análises de covariância adicionais investigando a contribuição do fator habilidade de matemática para a CF	58
4.2.1. ANCOVAs 2 x 2 com a idade, a OP e a CV como covariáveis	59
4.2.2. ANCOVAs 2 x 2 com a idade, a OP, a CV e a MV como covariáveis	60
4.3. Análises de regressão	61
4.3.1. Leitura	62
4.3.2. Escrita	63
4.3.3. Matemática	64

5. DISCUSSÃO	65
5.1. Perfis cognitivos no processamento fonológico de cada grupo com dificuldade de aprendizagem.....	66
5.1.1. Dificuldades isoladas de leitura e escrita.....	66
5.1.2. Dificuldades isoladas de matemática.....	67
5.1.3. Coocorrência da dificuldade de leitura e escrita e da dificuldade de matemática....	69
5.2. Compreensão verbal.....	70
5.3. Modelos de déficits múltiplos.....	71
6. CONCLUSÕES	71
REFERÊNCIAS	74
APÊNDICE A – Tabela com descrição dos participantes com escores estimados após o controle da idade.....	85
APÊNDICE B - Termo de Consentimento das escolas.....	86
APÊNDICE C - Termo de Consentimento dos pais.....	88
APÊNDICE D – Folha de respostas das tarefas de consciência fonêmica.....	90
APÊNDICE E – Folha de respostas da tarefa de Nomeação Automatizada Rápida.....	92
APÊNDICE F – Tabela com escores estimados das variáveis de processamento fonológico.....	94
ANEXO A – Parecer do COEP.....	95

1. Introdução

Os Transtornos Específicos da Aprendizagem são transtornos do neurodesenvolvimento que não podem ser explicados em termos de deficiência intelectual, déficits sensoriais e/ou instrução educacional inadequada. As habilidades acadêmicas afetadas estão abaixo do esperado para a idade cronológica do indivíduo, causando interferência significativa no desempenho acadêmico ou nas atividades cotidianas (American Psychiatric Association [APA], 2014). Entre esses transtornos encontram-se o transtorno específico da aprendizagem com prejuízo na leitura (DL) e o transtorno específico da aprendizagem com prejuízo na matemática (DM). O transtorno da aprendizagem da leitura, também conhecido como dislexia do desenvolvimento, é caracterizado por dificuldades na acurácia e/ou fluência de leitura e escrita de palavras (APA, 2014), com prevalência entre 4 a 9% da população (Landerl & Moll, 2010). O transtorno da aprendizagem da matemática ou discalculia, por sua vez, caracteriza-se por dificuldades no processamento de informações numéricas, na aprendizagem de fatos aritméticos e na realização de cálculos com acurácia e fluência (APA, 2014), com prevalência entre 3 e 7% da população (Landerl & Moll, 2010).

A leitura e a matemática são fundamentais para o sucesso escolar e profissional do indivíduo. Não é surpreendente, portanto, que, os transtornos específicos da aprendizagem sejam frequentemente associados a problemas comportamentais, taxas elevadas de evasão escolar e de desemprego, e níveis relativamente elevados de problemas de saúde mental (APA, 2014). De acordo com o Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA), o Brasil tem apresentado resultados ruins tanto em leitura quanto em matemática, quando comparados a outros países (Fayol, 2012). Em 2016, por exemplo, os resultados mostram o Brasil na 59ª posição em leitura e na 58ª posição em matemática entre sessenta e cinco países avaliados (<http://portal.mec.gov.br>, recuperado em 24, dezembro, 2016). Dessa forma, a investigação dos correlatos das habilidades de leitura e matemática no Brasil, com pesquisas que contribuam para o desenvolvimento de programas de avaliação e intervenção mais eficazes, é extremamente relevante (Fayol, 2012).

Os transtornos de aprendizagem da leitura e da matemática co-ocorrem muito frequentemente, mais frequentemente do que seria esperado ao acaso. Por exemplo, de acordo com Kovas et al. (2007), cerca de 30% a 70% das crianças com um transtorno

também apresentam o outro. Além disso, há evidência de que essa comorbidade não está restrita a amostras clínicas, sendo observada também em amostras populacionais (Willcutt et al., 2013). No entanto, a etiologia desta comorbidade ainda não é bem compreendida (Willcutt et al., 2013). Ao que tudo indica, esses transtornos são causados por uma multiplicidade de fatores genéticos e ambientais, sendo que alguns desses fatores são compartilhados entre os dois transtornos (e.g., Kovas, Harlaar, Petrill, & Plomin, 2005; Kovas et al., 2007; Hart, Petrill, Thompson, & Plomin, 2009; Hart, Petrill, & Thompson, 2010). Tendo em vista essa evidência, não é surpreendente que alguns autores tenham sugerido que os transtornos da aprendizagem da leitura e da matemática também compartilham déficits cognitivos em comum. O compartilhamento de déficits cognitivos seria uma explicação plausível para a grande taxa de comorbidade observada entre eles (Plomin & Kovas, 2005).

Assim, pode-se dizer que a comorbidade seria explicada por fatores etiológicos em comum – fatores genéticos e ambientais. Esses fatores afetariam o desenvolvimento cerebral e cognitivo que, por sua vez, afetaria o nível do comportamento, ou seja, as habilidades de matemática e leitura. A ideia de que esses transtornos compartilham fatores genéticos em comum, além de apresentarem fatores específicos, sugere que eles também compartilham déficits cognitivos em comum, além de déficits cognitivos específicos (Pennington, 2006).

Uma hipótese que tem sido discutida na literatura é a de que os transtornos da leitura e da matemática compartilham déficits no processamento fonológico. O processamento fonológico refere-se à capacidade de utilizar informações fonológicas para processar a linguagem oral e a escrita, uma habilidade claramente relevante para a aprendizagem da leitura. Recentemente, alguns estudiosos (Simmons, Singleton, & Horne, 2008; Simmons & Singleton, 2008; Jordan, Wylie & Mulhern, 2010) sugeriram que o processamento fonológico também é de suma importância para a aprendizagem da matemática. Estudos de neuroimagem são, de certa forma, consistentes com essa proposição. Por exemplo, há evidência de que o giro angular esquerdo, uma região cerebral consistentemente ativada durante a resolução de tarefas de consciência fonológica (CF) (Shaywitz et al., 1998; Temple et al., 2001), é também ativada durante a execução de problemas matemáticos cujas respostas são diretamente recuperadas da memória de longo prazo, o que é o caso em problemas envolvendo números pequenos (Grabner et al., 2007), problemas de multiplicação (Dehaene, Piazza, Pinel, & Cohen,

2003) e problemas altamente praticados (Delazer et al., 2003). Com efeito, há evidência de que o desempenho em tarefas de CF correlacionam-se não apenas com o desempenho em testes de leitura e escrita, mas também com o desempenho em tarefas que avaliam diversas habilidades matemáticas (e.g., contagem, recuperação de fatos aritméticos, resolução de problemas matemáticos apresentados oralmente), levando alguns autores (e.g., De Smedt, Taylor, Archibaldi, & Ansari, 2010; Simmons, Singleton, & Horne, 2008; Simmons & Singleton, 2008; Jordan et al., 2010; Lopes-Silva, Moura, Júlio-Costa, Haase, & Wood, 2014; Silva, Moura, Wood, & Haase, 2015; Lopes-Silva et al., 2016) a afirmar que representações fonológicas pouco segmentadas ou distintas contribuem tanto para o desenvolvimento de dificuldades na aprendizagem da leitura e da escrita quanto para dificuldades na aprendizagem da matemática.

Contudo, conforme é descrito a seguir, a evidência de uma associação entre déficits no processamento fonológico, sobretudo na CF e na nomeação seriada rápida (NSR), e o transtorno da aprendizagem da matemática não é, de forma alguma clara. Da mesma maneira, estudos avaliando os correlatos de variações em todo o espectro da habilidade de matemática, isto é, estudos incluindo crianças com e sem dificuldade de matemática, questionam seriamente a hipótese de que variações naquelas habilidades de processamento fonológico contribuem para variações na habilidade de matemática (e.g., Landerl, Fussenegger, Moll, & Willburger, 2009; Willcutt et al., 2013; Archibald, Cardy, Joanisse, & Ansari, 2013; Peterson et al., 2016).

O presente estudo é mais uma tentativa de avaliar em que medida dificuldades de processamento fonológico, se existentes entre crianças com dificuldades isoladas de matemática, são semelhantes às dificuldades encontradas entre crianças com dificuldades isoladas de leitura. Particularmente, o estudo avalia o desenvolvimento do processamento fonológico entre crianças com dificuldades isoladas de matemática vis-à-vis o desenvolvimento de crianças com dificuldades isoladas de leitura, crianças com dificuldades de leitura e matemática e crianças sem dificuldade.

Esta dissertação está organizada da seguinte maneira: nesse primeiro capítulo será apresentada a literatura relevante para o nosso objetivo. Inicialmente, serão apresentados estudos que verificaram a importância preditiva do processamento fonológico para o desenvolvimento da leitura e da escrita. Em um segundo momento, examinaremos a literatura sobre a influência do processamento fonológico para a aprendizagem da matemática. No segundo capítulo, o método adotado para a realização deste estudo é

apresentado. Depois os resultados são descritos e no último capítulo é apresentada a discussão.

1.1. Modelos de déficit único e múltiplo

Segundo um ponto de vista proeminente na literatura, os transtornos específicos de aprendizagem são causados por déficits cognitivos específicos, os quais seriam necessários e suficientes para o surgimento de transtornos do desenvolvimento (Cirino, Fletcher, Ewing-Cobbs, Barnes, & Fuchs, 2007; Landerl, Bevan, & Butterworth, 2004; Landerl et al., 2009; Pennington, 2008). No caso do transtorno da aprendizagem da leitura, o déficit seria no processamento fonológico (Landerl et al., 2009; Pennington, 2008). O transtorno de aprendizagem da matemática, por sua vez, resultaria de uma deficiência no senso numérico (Cirino et al., 2007; Landerl et al., 2004; Landerl et al., 2009; Wilson & Dehaene, 2007). Com base nesses modelos, a comorbidade entre os transtornos da dificuldade da leitura e da matemática pode ser explicada em termos da presença de ambos os déficits em um mesmo indivíduo, isto é, crianças com transtorno de aprendizagem da leitura e da matemática apresentariam déficits tanto no processamento fonológico quanto no senso numérico (ver, e.g., Landerl et al., 2004; Landerl et al., 2009).

Modelos de déficit cognitivo único têm sido, no entanto, alvo de inúmeras críticas nos últimos anos. Em particular, alguns autores (e.g., Pennington, 2006; Willcutt et al., 2010; Willcutt et al., 2013; Peterson et al., 2016) têm argumentado que déficits cognitivos isolados dificilmente podem explicar transtornos complexos do comportamento como, por exemplo, os transtornos da aprendizagem. Na sua opinião, vários déficits diferentes estão implicados no desenvolvimento desses transtornos, nenhum dos quais é suficiente ou necessário para causar o transtorno. Por exemplo, embora o processamento fonológico desempenhe um papel fundamental na aprendizagem da leitura e da escrita, há crianças que aprendem a ler normalmente a despeito de dificuldades acentuadas em tarefas de CF. Esse é o caso, por exemplo, de muitas crianças com transtorno fonológico da fala (e.g., Raitano, Pennington, Tunick, Boada, & Shriberg, 2004) ou com dificuldade específica da linguagem (Bishop & Snowling, 2004). Da mesma forma, existem crianças com dificuldades de aprendizagem da leitura que não parecem apresentar uma dificuldade de CF (Wolf & Bowers, 1999; Wolf et al., 2002). Aparentemente, um déficit na CF (ou em

uma outra habilidade) pode ser compensado por um desenvolvimento adequado em outras habilidades também importantes para a aprendizagem da leitura. Isso explicaria porque, além de déficits no processamento fonológico, crianças com dificuldades na aprendizagem da leitura comumente também apresentam dificuldades mais amplas de linguagem (Snowling & Hulme, 2012) e déficits na velocidade de processamento (McGrath et al., 2011).

O mesmo parece ser verdade em relação ao transtorno da aprendizagem da matemática. Em outras palavras, além de um déficit no senso numérico (ver, e.g., Landerl et al., 2004), déficits em processos cognitivos gerais também estão associados ao transtorno de aprendizagem da matemática, incluindo a velocidade de processamento (Bull & Johnston, 1997) a flexibilidade cognitiva (e.g., van der Sluis, de Jong & van der Leij, 2004; Willcutt et al., 2013), o controle inibitório (Lonigan, Allan, Goodrich, Farrington, & Phillips, 2015; Wang, Tasi, & Yang, 2012) e a memória verbal e visuoespacial de trabalho (Rasmussen & Bisanz, 2005). Finalmente, alguns autores têm sugerido a presença de déficits na linguagem (Ellerton & Clarkson, 1996; Shaftel, Belton-Kocher, Glasnapp & Poggio, 2006, Moll, Snowling, Göbel & Hulme, 2015b) e, como observamos anteriormente, déficits no processamento fonológico, em crianças com transtorno da aprendizagem da matemática (ver Silva et al., 2015, e Simmons & Singleton, 2008, para uma revisão da literatura).

Como a descrição acima sugere, os transtornos da aprendizagem da leitura e da matemática parecem apresentar déficits cognitivos em comum, tanto em processos cognitivos de domínio geral (e.g., memória verbal e velocidade de processamento) como de domínio específico (e.g., consciência fonológica e habilidade de linguagem). É possível que modelos de déficits múltiplos sejam, portanto, mais apropriados para explicar não apenas o transtorno da aprendizagem da matemática e o transtorno da aprendizagem da leitura, mas também sua comorbidade. Em outras palavras, essa comorbidade resultaria do fato de que, além de déficits cognitivos específicos, não-compartilhados, esses transtornos apresentam déficits cognitivos em comum (Pennington, 2006). Conforme observado anteriormente, o presente estudo avalia a hipótese de De Smedt, et al. (2010) de que déficits no processamento fonológico são comuns aos transtornos da aprendizagem da leitura e ao transtorno da aprendizagem da matemática.

As seções a seguir apresentam os resultados de estudos avaliando a contribuição do processamento fonológico para a aprendizagem da matemática, tanto em amostras não selecionadas de crianças quanto em crianças com transtornos de aprendizagem. Antes, porém, discutimos brevemente a evidência da importância dessa variável para a aprendizagem da leitura e da escrita.

1.2. O processamento fonológico e a aprendizagem da leitura e da escrita

De acordo com Wagner e Torgesen (1987), o processamento fonológico compreende três habilidades distintas, mas relacionadas: a consciência fonológica, o acesso lexical e a memória verbal de curto prazo. A consciência fonológica (CF) é a habilidade de prestar atenção consciente aos sons que constituem a fala. Ela é comumente avaliada por tarefas que envolvem o julgamento de semelhanças ou diferenças fonológicas entre palavras (e.g., “Qual palavra – *maca*, *mala* ou *nata* -- começa com um som diferente?) e/ou a segmentação ou manipulação de segmentos fonológicos nas palavras (e.g., “Quantos sons há na palavra “mar”?”).

O acesso lexical, por sua vez, consiste na habilidade de recuperar a forma fonológica das palavras na memória de longo prazo. Essa habilidade é comumente avaliada por tarefas de Nomeação Seriada Rápida (NSR), nas quais o examinando deve nomear uma série de estímulos familiares (e.g. letras, números ou figuras de objetos) com acurácia e rapidez (Denckla & Rudel, 1976). Finalmente, a memória verbal de curto prazo refere-se à capacidade de armazenar informação de natureza fonológica na memória de trabalho. Um exemplo de tarefa que avalia essa habilidade é o Subteste de Repetição de Dígitos Ordem Direta das Escalas Wechsler de Inteligência (Wechsler, 2002).

Ao contrário de Wagner e Torgesen (1987), Wolf e Bowers (1999) argumentam que a NSR não é apropriadamente descrita como um subcomponente do processamento fonológico. As autoras argumentam que, apesar de tarefas de NSR envolverem processos fonológicos, elas também subentendem a utilização de processos de natureza perceptual, lexical e motora. Na opinião das autoras, seria todo esse conjunto de habilidades, e não apenas a habilidade fonológica, que seria responsável pela estreita associação entre a NSR e as habilidades de leitura e escrita. Em consonância com essa sugestão, vários estudos têm mostrado que a CF e a NSR contribuem de forma independente para a leitura e a escrita. Esses resultados têm sido encontrados tanto em línguas com ortografias em que

as relações letra-som são relativamente consistentes como, por exemplo, o alemão e o turco (Wimmer & Mayringer, 2002; Babayigit & Stainthorp, 2011), quanto naquelas em que essas relações são menos consistentes, por exemplo, o inglês (Manis, Doi, & Bhadha, 2000; Cardoso-Martins & Pennington, 2004; Powell, Stainthorp, Stuart, Garwood, & Quinlan, 2007; Savage, Pillay, & Melidona, 2008; Stainthorp, Powell, & Stuart, 2013). No Brasil, ainda são poucos os estudos que avaliaram a contribuição relativa da CF e da NSR para a habilidade de leitura e escrita (Corrêa & Cardoso-Martins, 2012; Justi & Roazzi, 2012; Cardoso-Martins, Gonçalves & de Magalhães, 2013; Corrêa & Cardoso-Martins, 2014). Assim como tem sido observado em outras línguas, os resultados desses estudos sugerem que a NSR e a CF contribuem de forma independente para a aprendizagem da leitura e escrita em português.

Embora ainda existam controvérsias sobre o que a NSR avalia, não há dúvidas de que ela está associada à aprendizagem da leitura, sobretudo à fluência de leitura. Também não há dúvida de que habilidades fonológicas estão envolvidas em tarefas de NSR. No presente estudo será adotada a classificação de Wagner e Torgesen (1987), uma vez que ela continua sendo muito utilizada na literatura (ver, e.g., Hulme & Snowling, 2009; Melby-Lervåg, Lyster, Hulme, 2012).

Existe ampla evidência de que o processamento fonológico é importante para a aprendizagem da leitura e da escrita. De forma geral, existem três tipos de evidência em favor dessa hipótese: 1) estudos longitudinais mostram que o processamento fonológico, avaliado na pré-escola, prediz a aprendizagem posterior da leitura e da escrita (Bradley & Bryant, 1983; Bryant, MacLean, Bradley, & Crossland, 1990; Torgesen, Wagner & Rashotte, 1994; Vellutino & Scanlon, 1987; Wagner, Torgesen & Rashotte, 1994; Wagner et al., 1997; Muter & Snowling, 1998; Muter, Hulme, Snowling & Stevenson, 2004); 2) estudos examinando crianças com dificuldade de leitura mostram que essas crianças têm dificuldades de processamento fonológico (Denckla & Rudel, 1976; Vellutino & Scanlon, 1987; Snowling, 1995; Gathercole, Hitch & Martin, 1997) e, finalmente, 3) estudos de intervenção mostram que o treinamento da CF (sobretudo quando combinado ao ensino das correspondências entre as letras e os sons) tem um impacto positivo na aprendizagem da leitura (Vellutino & Scanlon, 1987; Lundberg, 1994; Torgesen et al., 1999; Shaywitz et al., 2004; Snowling & Hulme, 2012; Suggate, 2016; ver Bowey, 2005 para uma revisão da literatura).

Como é descrito a seguir, relativamente poucos estudos avaliaram a relação entre o processamento fonológico e a habilidade matemática. Além disso, ao contrário do que relatamos acima para a habilidade de leitura e escrita, os resultados desses estudos são conflitantes.

1.3. O processamento fonológico e a aprendizagem da matemática

Ao contrário do que tem sido encontrado para as habilidades de leitura e escrita, há ainda muita controvérsia em relação ao papel desempenhado pelo processamento fonológico na aprendizagem da matemática. É verdade, contudo, que muitas operações numéricas, sobretudo aquelas que são aprendidas na escola, subentendem o uso de códigos verbais (Dehaene, 1992). Não seria surpreendente, portanto, se alguns componentes do processamento fonológico como, por exemplo, a habilidade de codificação fonológica na memória verbal de trabalho, desempenhassem um papel importante na aprendizagem da matemática.

De acordo com o modelo do triplo-código de Dehaene (1992), o processamento numérico envolve três tipos de representação mental, cada uma delas associada a um circuito neural diferente no lobo parietal. Especificamente, as quantidades são manipuladas mentalmente em códigos arábicos, verbais ou de magnitude analógica, dependendo da demanda da operação matemática realizada. A representação analógica de magnitude é vista como sendo inata, sendo observada até mesmo em animais e bebês. As demais habilidades seriam dependentes da aprendizagem para o seu desenvolvimento.

O código verbal diz respeito à manipulação mental dos números em sua forma verbal (impresa ou auditiva). O código verbal é usado para a contagem, para o cálculo mental de operações simples e para o armazenamento dos fatos numéricos na memória (e.g., tabuadas). Esse código envolve a ativação do giro angular do hemisfério dominante (geralmente o esquerdo) e do giro fusiforme dos dois hemisférios. O código arábico, por sua vez, é importante para a realização de cálculos multidigitais e para a resolução das operações complexas (por exemplo, $126 \times 14 =$). O giro fusiforme de ambos os hemisférios é ativado e os números são manipulados na sua forma arábica.

A representação analógica de magnitude, corresponde à semântica dos números, envolvendo o senso numérico que se refere, em geral, à capacidade de representar e manipular magnitudes numéricas de forma não simbólica (e.g., determinar qual entre dois

ou mais conjuntos de objetos contém mais elementos). Há evidência de que déficits no senso numérico estão associados a dificuldades na aprendizagem dos algarismos e de seu significado (e.g., a compreensão que '2' é menor que '7') (von Aster e Shalev, 2007), as quais gerariam dificuldades na aprendizagem dos fatos numéricos e na realização de cálculos, dificuldades essas que definem o transtorno da aprendizagem da matemática. A representação analógica de magnitude é relevante, portanto, para a comparação numérica, a estimação numérica e a percepção de quantidade, permitindo cálculos aproximados e comparações de quantidades. O sulco intraparietal de ambos os hemisférios é ativado durante essas atividades (Dehaene, 1992).

O modelo de Dehaene e sua descrição neuropsicológica do processamento numérico é consistente com a visão de que o desenvolvimento de habilidades matemáticas envolve vários mecanismos cognitivos distintos. Assim, esse modelo sugere o envolvimento do processamento fonológico, no que diz respeito à aprendizagem do código verbal e à aprendizagem da associação entre o código verbal e o código arábico. Há, de fato, evidência de que a realização de operações aritméticas simples, como multiplicações (6×7), que podem ser recuperadas da memória de longo prazo, ativa uma região do giro angular que tem também sido relacionada ao processamento da linguagem, incluindo a leitura e a consciência fonológica (LeFevre et al, 2010).

A seguir, são descritos os resultados de estudos que examinaram a relação entre o processamento fonológico e a habilidade de matemática. Essa revisão da literatura está organizada em três seções diferentes: 1) estudos examinando a correlação entre o processamento fonológico e a habilidade de matemática em amostras não selecionadas de crianças (tanto estudos examinando esta relação simultaneamente quanto estudos longitudinais); 2) estudos examinando a habilidade de matemática de crianças com transtorno da leitura, que, como vimos, apresentam, via de regra, dificuldades fonológicas; e, finalmente, 3) estudos avaliando as habilidades de processamento fonológico em crianças com dificuldades isoladas de leitura, dificuldades isoladas de matemática, dificuldades de leitura e matemática, e crianças sem dificuldade de aprendizagem.

1.3.1. A correlação entre o processamento fonológico e a habilidade de matemática

1.3.1.1. Estudos correlacionais

Vários estudos têm encontrado uma relação entre a memória verbal de curto prazo, a memória verbal de trabalho e o desempenho em tarefas de matemática. Faz sentido que a memória verbal de trabalho e a memória verbal de curto prazo contribuam para a resolução de problemas apresentados verbalmente ou que exijam o uso dos códigos verbal e arábico, segundo o modelo do triplo código proposto por Dehaene (1992). As crianças aprendem, por exemplo, a relacionar símbolos quantitativos a rótulos verbais, e essa manipulação verbal demandaria memória de trabalho fonológica porque as crianças devem armazenar informações que são verbais.

Em consonância com essa suposição, o estudo de Rasmussen e Bisanz (2005) demonstrou a relação entre a memória e a resolução de problemas aritméticos em um trabalho em que avaliaram 63 crianças, sendo 34 na pré-escola ($M = 5$ anos e 3 meses) e 29 no 1º ano ($M = 6$ anos e 11 meses). O objetivo do estudo foi avaliar diferentes medidas de memória de trabalho e investigar sua contribuição para diferentes habilidades de matemática. Os autores avaliaram a memória fonológica, a memória visuoespacial e a memória verbal de trabalho e sua contribuição para a resolução de problemas simples de adição apresentados em duas condições: problemas não verbais (i.e., apresentados com fichas de pôquer em que o examinador demonstrava as adições visualmente e o examinando deveria dar a solução mostrando o total de fichas) e problemas apresentados oralmente pelo experimentador (e.g., "Se você tivesse 5 maçãs e eu lhe desse mais 3 maçãs, quantas maçãs você teria?"). Os autores encontraram que na pré-escola, a memória visuoespacial foi o único preditor das habilidades de resolução de problemas não verbais e a tarefa de memória verbal de trabalho dos problemas verbais. Já no 1º ano, a memória fonológica e a memória verbal de trabalho foram preditoras do desempenho em tarefas aritméticas verbais e nenhuma das medidas de memória explicaram significativamente a resolução de problemas não verbais. Uma limitação desse trabalho é que não houve controle de outras variáveis notadamente importantes para o desempenho na matemática, como a inteligência verbal e não verbal, por exemplo.

De fato, Durand, Hulme, Larkin, & Snowling (2005) não encontraram uma relação entre variações na memória verbal e variações na habilidade de leitura ou de matemática em um estudo com 162 crianças, entre 7 e 10 anos, falantes do inglês, que avaliou a inteligência verbal e não verbal, a velocidade de processamento, a memória fonológica e a consciência fonológica. Os autores também avaliaram o conhecimento

dos dígitos pelas crianças em uma tarefa em que eram solicitadas a comparar pares de dígitos. As crianças foram avaliadas em tarefas de leitura (acurácia de leitura de palavras e de pseudopalavras) e matemática (um teste de aritmética envolvendo a escrita de números, problemas de adição, subtração, multiplicação, divisão e uma tarefa de fluência de adição e subtração). A partir de um modelo de análises de caminho, os autores mostraram que apenas a comparação de dígitos e a inteligência verbal predisseram o desempenho nas tarefas de aritmética, e apenas a inteligência verbal e a consciência fonológica predisseram a habilidade de ler palavras e pseudopalavras.

Da mesma maneira, Fuchs et al. (2006) não encontraram uma relação entre a memória verbal de trabalho e a matemática, em um estudo em que avaliou 312 crianças do 3º ano, falantes do inglês. As crianças foram avaliadas em medidas de conhecimento da linguagem, inteligência não verbal, formação de conceitos, velocidade de processamento, memória de longo-prazo, memória verbal de trabalho, atenção, decodificação (leitura de pseudopalavras), fluência de leitura de palavras e matemática (acurácia e fluência de adição e de subtração; resolução de problemas verbais lidos pelo examinador). Análises de caminho indicaram que a decodificação e a velocidade de processamento predisseram o desempenho na matemática. A inteligência não verbal, a formação de conceitos, a leitura de palavras e o conhecimento da linguagem predisseram o desempenho na resolução de problemas verbais. Nesse estudo não haviam medidas de CF, mas os autores utilizaram testes muito associados a CF (e.g., leitura de palavras e de pseudopalavras). Os autores sugerem que as habilidades fonológicas são importantes para a resolução de problemas numéricos envolvendo o código verbal e também na recuperação de fatos.

Szucs, Devine, Soltesz, Nobes, & Gabriel (2014) avaliaram 98 crianças, falantes do inglês, do 3º e 4º ano do ensino fundamental (com idade média de 9 anos), cuja habilidade de leitura era normal (escore padronizado de leitura >85), em uma série de habilidades: compreensão de leitura, decodificação (leitura de pseudopalavras), matemática, inteligência não verbal, inteligência verbal, memória verbal de curto prazo, memória visuoespacial de curto prazo, memória verbal de trabalho, memória visuoespacial de trabalho, funcionamento executivo, comparação simbólica e senso numérico (comparação não simbólica de magnitude e *subitizing* - apreensão imediata de pequenas quantidades, i.e., até 3). A inteligência verbal e não verbal apresentaram alta correlação com a habilidade de matemática e foram controladas nas análises de regressão avaliando

a contribuição das habilidades cognitivas avaliadas para a matemática. Os resultados dessas análises mostraram que além de variações na inteligência verbal, variações na memória visuoespacial de curto prazo e de trabalho, na decodificação e no funcionamento executivo contribuem para o desempenho na matemática. Nenhuma das medidas de senso de número predisse significativamente as habilidades matemáticas. Os autores sugerem que habilidades cognitivas mais gerais sustentam o desenvolvimento das habilidades numéricas. Como Fuchs e colaboradores (2006), esses autores não avaliaram a CF, mas utilizaram uma tarefa de decodificação que apresenta alta correlação com medidas de CF. Esses autores não encontraram associação entre a memória verbal de curto prazo ou a memória verbal de trabalho e a matemática e sugerem que a memória verbal está associada principalmente à compreensão de leitura enquanto a memória visuoespacial é mais relacionada à habilidade matemática.

Notadamente, nem todos os estudos descritos acima encontraram uma associação entre a memória verbal e a matemática. Como descrevemos a seguir, os resultados de estudos que examinaram a relação entre a consciência fonológica e a velocidade de nomeação, por um lado, e a habilidade de matemática, por outro, são ainda mais controversos.

De Smedt et al. (2010) avaliaram 37 crianças com desenvolvimento típico do 4º e 5º anos do ensino fundamental (média de idade de 9 anos e 11 meses), falantes nativos do inglês. O objetivo do estudo foi avaliar a associação existente entre a consciência fonêmica e a resolução de problemas matemáticos (tarefas de adição, subtração e multiplicação, apresentados no formato arábico em uma tela de computador). A memória fonológica de curto-prazo, avaliada através de uma medida de repetição de pseudopalavras, foi usada como controle. Análises de regressão revelaram que a consciência fonêmica correlacionou-se com a resolução de problemas aritméticos simples, cujos resultados eram menores ou iguais a 25 (e.g., $6+3$ e 7×3), aqueles para os quais uma estratégia de recuperação é mais comum. Esses resultados foram encontrados mesmo após o controle do efeito de diferenças na habilidade de leitura de palavras e na memória verbal de curto prazo. Já a resolução de problemas tipicamente associados a estratégias processuais (cálculos multidigitais) de resolução de problemas (sem limite de tempo) não correlacionou-se com o desempenho na tarefa de consciência fonêmica. Nesse estudo os pesquisadores não controlaram a inteligência verbal e não verbal e a memória

de trabalho, variáveis consistentemente relacionadas à resolução de problemas matemáticos.

Lopes-Silva, Moura, Júlio-Costa, Haase e Wood (2014) avaliaram 172 crianças falantes do português no Brasil, do 2º ao 4º ano do Ensino Fundamental (de 7 a 11 anos de idade) em medidas de inteligência não verbal, memória verbal e visuoespacial de trabalho, senso numérico (comparações não simbólicas de magnitude), consciência fonêmica e transcodificação numérica (escrita de números na forma arábica ditados oralmente). Os resultados de uma análise de regressão hierárquica revelaram que a consciência fonêmica contribuiu significativamente para a habilidade de transcodificação numérica mesmo após o controle de variações na idade, na inteligência não verbal, no senso numérico e nas medidas de memória. Em uma análise posterior, os autores encontraram que a relação entre a memória verbal de trabalho e a transcodificação numérica é mediada pela consciência fonêmica. Algumas limitações importantes desse estudo merecem destaque. Infelizmente, os autores não apresentaram informação sobre o desenvolvimento escolar das crianças que participaram do seu estudo, nem tampouco sobre a sua habilidade de linguagem, levantando dúvidas sobre a representatividade da amostra, toda ela oriunda de uma escola pública atendendo a crianças de classe socioeconômica desfavorecida. Além disso, os resultados encontrados são restritos para a habilidade de transcodificação numérica e não podem ser generalizados para a habilidade de matemática de forma geral. Finalmente, é possível que a relação entre a CF e a habilidade de matemática tenha sido mediada por variações na habilidade de linguagem mais geral, um correlato importante tanto da CF quanto da habilidade de matemática (e.g., Peterson et al., 2016).

Em um estudo posterior envolvendo as mesmas 172 crianças, Lopes-Silva, Moura, Júlio-Costa, Wood, Salles e Haase (2016), avaliaram a contribuição da CF para a habilidade de ler e escrever palavras e para a habilidade de ler e escrever números arábicos. Os resultados de análises de regressão múltipla mostraram que mesmo após o controle de variações na idade, na inteligência não-verbal, na memória verbal e visuoespacial de trabalho, e, finalmente, na habilidade de ler (ou escrever) números arábicos, a CF contribuiu significativamente para a habilidade de ler (ou escrever) palavras. Resultados semelhantes foram encontrados para as análises envolvendo a habilidade de ler e escrever números arábicos. Como o estudo anterior, esse estudo sofre de inúmeras limitações, as quais limitam a interpretação dos seus resultados.

No mesmo ano, Peterson et al. (2016) sugeriram que variações na compreensão verbal, mas não na memória de trabalho e na velocidade de processamento contribuem para a sobreposição entre a leitura e matemática. Os pesquisadores avaliaram 636 crianças e adolescentes falantes do inglês, de 8 a 16 anos em uma variedade de habilidades (leitura, matemática, atenção, compreensão verbal, organização perceptual, consciência fonológica, memória verbal de trabalho, velocidade de nomeação, velocidade de processamento e controle inibitório). O estudo envolveu crianças com e sem dificuldade de leitura, matemática e atenção com o objetivo de avaliar a contribuição de uma série de habilidades cognitivas para variações em todo o espectro de variações na habilidade de leitura, de matemática e de atenção. A partir de análises de equação estrutural, os autores buscaram identificar os preditores cognitivos únicos e compartilhados para as habilidades de leitura, matemática e atenção. No modelo de equação estrutural, variações na compreensão verbal, na consciência fonológica e na velocidade de nomeação predisseram variações na leitura, enquanto variações na compreensão verbal, na memória verbal de trabalho e na velocidade de processamento explicaram variações na matemática. Os modelos explicaram 79% e 88% da variância na leitura e na matemática, respectivamente. Análises adicionais revelaram que os resultados encontrados caracterizam tanto as crianças mais jovens quanto aquelas mais velhas, ou seja, os resultados não parecem variar em função do nível de desenvolvimento. Os autores destacaram que os resultados encontrados são consistentes com o modelo de déficits cognitivos múltiplos, devido à associação de várias variáveis cognitivas para cada habilidade avaliada (leitura, matemática e atenção), sendo um fator compartilhado (compreensão verbal compartilhadas entre leitura e matemática) e outros fatores específicos a cada transtorno (consciência fonológica e velocidade de nomeação para a leitura e memória verbal de trabalho e velocidade de processamento para matemática).

Em suma, os resultados dos estudos descritos acima são, de modo geral, controversos. Essa controvérsia pode ser explicada por diferenças entre os estudos no que diz respeito à amostra avaliada e ao método utilizado. Em relação à amostra, a idade dos participantes variou consideravelmente, desde crianças da pré-escola (e.g., Rasmussen e Bisanz (2005) até adolescentes de 16 anos (e.g., Peterson et al., 2016). Além disso, a maioria dos estudos envolveu crianças falantes do inglês (e.g., Durand et al., 2005; Fuchs et al., 2006; De Smedt et al., 2010; Szucs et al., 2014 e Peterson et al., 2016), enquanto apenas dois envolveram crianças brasileiras (e.g., Lopes-Silva et al., 2014 e Lopes-Silva

et al., 2016). Em relação ao método, apenas alguns estudos avaliaram também a leitura das crianças (e.g., Durand et al., 2005; Fuchs et al., 2006; Szucs et al., 2014; De Smedt et al., 2010; Lopes-Silva et al., 2016 e Peterson et al., 2016). Da mesma forma, apenas em alguns estudos houve controle da inteligência verbal (e.g., Durand et al., 2005; Fuchs et al., 2006; Szucs et al., 2014 e Peterson et al., 2016) em outros da inteligência não verbal (e.g., Durand et al., 2005; Fuchs et al., 2006; Szucs et al., 2014; Lopes-Silva et al., 2014; Lopes-Silva et al., 2016 e Peterson et al., 2016), enquanto que, em outros não houve avaliação da inteligência (e.g., Rasmussen e Bisanz, 2005 e De Smedt et al., 2010).

Assim, com a análise desses estudos transversais, de forma geral, temos apenas um estudo que encontrou contribuição da memória verbal para a resolução de problemas matemáticos verbais (Rasmussen e Bisanz, 2005). Em contrapartida, Durand et al. (2005), Fuchs et al. (2006) e Szucs et al. (2014) não encontraram evidência dessa contribuição. Da mesma forma, alguns estudos encontraram contribuição da CF para a matemática (De Smedt et al., 2010, Lopes-Silva et al., 2014 e Lopes-Silva et al., 2016) e, outros estudos encontraram associação da inteligência verbal ou da linguagem com a matemática (Durand et al., 2005, Fuchs et al., 2006, Szucs et al., 2014). Estudos longitudinais serão avaliados na próxima seção, com vistas a buscar esclarecer essas lacunas.

1.3.1.2. Estudos longitudinais

Estudos longitudinais são importantes, pois permitem avaliar em que medida, a variável independente, avaliada anteriormente à variável dependente, contribui para o desenvolvimento posterior desta. Dessa maneira, esse tipo de estudos contribui para a elucidação da natureza da relação entre a variável independente e a variável dependente. Como mostrado anteriormente, existe grande controvérsia em relação à associação dos componentes do processamento fonológico com o desempenho na matemática. Da mesma forma, como descrito a seguir, os resultados dos estudos que investigaram essa questão longitudinalmente também são controversos.

Um dos primeiros estudos a avaliar a relação entre o processamento fonológico e a matemática longitudinalmente foi o estudo de Jong & van der Leij (1999). O estudo incluiu 166 crianças holandesas, falantes do holandês, as quais foram acompanhadas desde o Jardim de Infância até o 2º ano. As crianças foram submetidas a testes de processamento fonológico no início do segundo ano do jardim de infância, e no início e

no final do 1º ano. Foram avaliados os três componentes do processamento fonológico: consciência fonológica, memória verbal de trabalho e velocidade de nomeação de objetos. A fluência de leitura de palavras e pseudopalavras foi avaliada no início e no final do 1º ano e no final do 2º ano. A habilidade de aritmética (fluência e acurácia de realização de cálculos de adição e subtração) foi avaliada no final do 2º ano. A inteligência não verbal, o vocabulário receptivo e expressivo e o conhecimento das letras foram avaliados no início do Jardim de Infância e no início do 1º ano. Os resultados sugeriram que a consciência fonológica e a velocidade de nomeação são preditores independentes e específicos da leitura, enquanto a memória verbal de trabalho prediz tanto a matemática quanto a leitura.

Em um estudo longitudinal, com uma amostra brasileira, apresentado no Congresso Mineiro de Neuropsicologia em 2012, Gonçalves, Magalhães e Cardoso-Martins avaliaram a contribuição do processamento fonológico para a habilidade de leitura, escrita e matemática. Sessenta crianças foram avaliadas em duas ocasiões diferentes: no início do Jardim de Infância (média de 5 anos de idade), e aproximadamente 30 meses depois, no final do 2º ano. Na primeira ocasião, as crianças foram submetidas a testes que avaliavam a consciência fonológica (CF), a nomeação seriada rápida (NSR) de figuras e de dígitos, a memória verbal de curto-prazo (MVCP) e a memória verbal de trabalho (MVT). Na segunda ocasião, avaliou-se a habilidade de ler e escrever palavras e a habilidade de matemática através dos subtestes do Teste de Desempenho Escolar (TDE; Stein, 1994). Finalmente, em ambas ocasiões, foram avaliadas a inteligência verbal e a inteligência não verbal. Análises de regressão múltipla foram realizadas para avaliar a contribuição de variações nas habilidades avaliadas no Jardim de Infância para a habilidade posterior de leitura, escrita e matemática. Os resultados mostraram uma contribuição da inteligência verbal e não-verbal avaliada no Jardim de Infância para todas as três variáveis dependentes. A CF e a MVCP contribuíram significativamente para variações na leitura e na escrita, mas não para a aritmética. Como no estudo de de Jong & van der Leij (1999), a MVT contribuiu tanto para variações na escrita, quanto para variações na matemática. A NSR de objetos contribuiu significativamente apenas para variações na leitura e escrita, enquanto a NSF de dígitos contribuiu para a leitura e escrita e, também para a matemática. Os resultados negativos encontrados para a NSR não alfanumérica sugerem que é habilidade de acessar representações numéricas e não

representações fonológicas em geral, que contribui para as variações na habilidade matemática inicial.

Outro estudo longitudinal que avaliou a contribuição dos componentes do processamento fonológico para a matemática foi o de Hecht, Torgesen, Wagner, & Rashotte (2001). Os autores investigaram uma amostra de 201 crianças, de 8 a 11 anos, falantes fluentes do inglês, avaliadas no início do 2º e do 3º ano e no final do 4º e 5º ano do ensino fundamental. O objetivo do estudo foi observar a contribuição dos diferentes componentes do processamento fonológico (memória fonológica, velocidade de nomeação e consciência fonológica) para o desenvolvimento de habilidades de matemática. Além da matemática como desfecho acadêmico, também foi avaliada a leitura (acurácia e compreensão de leitura). A inteligência verbal e o processamento fonológico foram avaliados em todas as ocasiões. Análises de regressão hierárquica com a habilidade de matemática como variável dependente e a habilidade de matemática anterior, o vocabulário, a leitura e os três componentes do processamento fonológico como variáveis independentes, foram realizadas para os seguintes intervalos: do 2º ao 5º ano, 2º ao 3º ano, 3º ao 4º ano e 4º ao 5º ano. Em todos os períodos, a habilidade de matemática anterior e o vocabulário contribuíram significativamente para a habilidade posterior de matemática. A memória fonológica e a velocidade de nomeação contribuíram significativamente para a habilidade posterior de matemática apenas do 2º para o 3º ano e a consciência fonológica contribuiu significativamente do 3º para o 4º ano e do 4º para o 5º ano, para a habilidade de matemática. Os autores sugerem que as mesmas habilidades de processamento fonológico que influenciam a leitura também parecem contribuir para as habilidades de matemática. Em relação à consciência fonológica, os autores propõem que as demandas de memória de trabalho na realização das tarefas de CF sejam responsáveis pelas relações entre a CF e a matemática. Os autores também encontraram uma relação bidirecional entre a eficiência de realização de cálculos simples e a habilidade de matemática mais complexa, o que sugere que as crianças que podem resolver problemas aritméticos simples eficientemente dispõem de mais recursos atencionais para a seleção e uso de procedimentos adequados para a resolução de problemas matemáticos mais complexos. Um ponto forte do estudo é que foram formadas variáveis latentes com várias medidas para cada construto do processamento fonológico avaliado. No entanto, não houve controle da inteligência não verbal, variável que tem sido

apontada em vários estudos como relevante para o desenvolvimento de habilidades matemáticas.

Passolunghi, Vercelloni & Schadee (2007) avaliaram 170 crianças, falantes do italiano, no início e no final do 1º ano (média de idade de 6 anos e 4 meses). Na primeira fase do estudo foram avaliadas a memória verbal de trabalho, as habilidades fonológicas (avaliada por uma tarefa de memória fonológica: repetição de palavras e pseudopalavras; e tarefas de CF: teste de repetição do som inicial e final de palavras e pseudopalavras; segmentação e aglutinação de palavras), a competência numérica (transcodificação do código arábico para o verbal e vice-versa; comparação de magnitude e contagem) e a inteligência verbal e não verbal. Na segunda fase avaliou-se o desempenho na matemática através de uma tarefa padronizada. Os resultados de análises de equação estrutural mostraram que a memória verbal de trabalho e a contagem verbal (avaliada por tarefas que exigem contagem de elementos de 1 a 10) foram os preditores mais eficientes da aprendizagem inicial da matemática enquanto as habilidades fonológicas, que envolviam as tarefas de memória fonológica e CF, não foram preditores significativos. A inteligência verbal e a inteligência não verbal não influenciaram diretamente a matemática, mas apresentaram um efeito indireto, via a memória verbal de trabalho e a contagem verbal.

Em um estudo posterior, Passolunghi, Lanfranchi, Altoe & Sollazzo (2015) avaliaram as habilidades numéricas iniciais (oito aspectos: comparação, classificação, correspondência um a um, seriação, uso de substantivos numéricos – cardinais e ordinais, contagem até 20, contagem sem os dedos e conhecimento geral de números até 20) através de um teste padronizado de 88 crianças falantes nativas do italiano no início (média de idade de 5 anos e 3 meses) e no final (média de idade de 5 anos e 9 meses) do último ano do Jardim de Infância. No primeiro momento avaliaram também a inteligência verbal e não verbal, e as seguintes habilidades: velocidade de processamento, memória verbal de curto-prazo, memória visuoespacial de curto prazo, memória de trabalho verbal e visuoespacial, contagem (contar de 1 a 10 e contar o número de pontos) e processamento fonológico (avaliado por uma tarefa de memória fonológica e tarefas de CF). Foram realizadas análises de equação estrutural com a inteligência verbal e não verbal como variáveis independentes, as habilidades matemáticas como variável dependente e as seis habilidades cognitivas como variáveis mediadoras entre a inteligência e a matemática. Inicialmente foram realizadas análises de equação estrutural com as variáveis cognitivas e habilidades matemáticas avaliadas no início do Jardim de Infância e os resultados

indicaram um efeito direto da inteligência verbal, das habilidades fonológicas, da memória de trabalho verbal e visuoespacial e da velocidade de processamento nas habilidades numéricas iniciais. O efeito da inteligência não verbal foi mediado pelas três habilidades cognitivas supracitadas. A partir de modelos de análises de caminho, com os dados longitudinais, com o controle das habilidades numéricas avaliadas no início do Jardim de Infância, os autores encontraram efeitos significativos para o processamento fonológico e para a memória de trabalho verbal e visuoespacial para as habilidades numéricas avaliadas no final do Jardim de Infância. Nesse estudo, foi feito um escore composto com as medidas de memória de trabalho verbal e visuoespacial, contudo, a influência de cada um desses construtos separadamente para a matemática é importante. Uma limitação importante dos dois estudos de Passolunghi e colaboradores é que as habilidades fonológicas foram avaliadas por uma medida composta que incluía medidas de CF e de memória fonológica. Assim, pode ser que o efeito das “habilidades fonológicas” avaliadas nesse estudo, seja, na verdade, resultante de um efeito da memória verbal sobre as habilidades matemáticas avaliadas.

Simmons et al. (2008) avaliaram 42 crianças, falantes do inglês, em dois momentos, quando elas possuíam idade média de 5 anos e 3 meses e quando elas possuíam idade média de 6 anos e 2 meses (um ano depois). Os autores avaliaram as habilidades de consciência fonológica (uma tarefa de rima) e a memória visuoespacial dessas crianças na primeira ocasião. Na segunda ocasião foram avaliadas a inteligência não verbal, o vocabulário, a leitura e matemática. A matemática foi avaliada através de uma escala que consiste em 34 problemas aritméticos simples apresentados oralmente, acompanhados de figuras (e.g., “Cada cavalo precisa de sapatos novos. Quantos sapatos o fazendeiro precisa comprar ao todo?”). Nesse estudo os autores encontraram que a consciência fonológica foi um importante preditor tanto para o desenvolvimento da leitura, quanto da matemática. A consciência fonológica contribuiu significativamente para a habilidade de matemática mesmo após o controle do vocabulário, da inteligência não-verbal, da leitura e da memória visuoespacial. Já a memória visuoespacial foi importante apenas para o desenvolvimento da matemática. Este estudo não controlou a memória verbal de trabalho, uma habilidade subentendida na realização do teste de CF e na realização do teste de matemática. Além disso, a matemática foi avaliada apenas por uma tarefa em que os problemas eram apresentados oralmente.

Krajewski e Schneider (2009) acompanharam 91 crianças falantes do alemão desde a pré-escola (média de idade de 5 anos e 7 meses) até o 3º ano do ensino fundamental (média de idade de 8 anos e 8 meses). Os autores avaliaram três níveis de competência aritmética: nível 1 (realizar contagem para frente e para trás e nomear corretamente os algarismos de 1 a 20), nível 2 (tarefas de comparação de quantidades, dizer onde há mais, menos ou a mesma quantidade e tarefas para avaliar a relação entre as quantidades e os algarismos – e.g., quantas coisas correspondem ao algarismo 4) e nível 3 (realizar problemas matemáticos com base em materiais concretos). Além disso, no 3º ano, avaliou-se o desempenho das crianças em um teste padronizado de matemática (tarefas de adição, subtração e multiplicação) e escrita. Os pesquisadores realizaram análises de equação estrutural e encontraram que o impacto da consciência fonológica e da memória de trabalho visuoespacial, avaliada aos 5 anos, para o desempenho posterior na matemática no 3º ano, é mediada pela competência numérica inicial (nível 1), avaliada também aos 5 anos, a qual prediz o desempenho aritmético no 3º ano. A consciência fonológica não apresentou impacto em competências numéricas elevadas (nível 2 e 3), mas predisser competências numéricas mais básicas – nível 1 (e.g., contagem). A memória verbal (dígitos: ordem direta e ordem inversa), não apresentou impacto na aprendizagem posterior da matemática.

Jordan et al. (2010) avaliaram 82 crianças falantes do inglês dos 5 aos 7 anos de idade, em um estudo longitudinal que incluiu três avaliações (tempo 1, 2 e 3). Na primeira avaliação, as crianças ainda não haviam aprendido a ler e foram divididas em três subgrupos: 31 crianças com desenvolvimento típico (DT), 31 crianças com desempenho relativamente fraco em tarefas de CF (avaliadas através de duas tarefas: detecção de rima e deleção de fonema) e em tarefas que avaliavam a matemática (avaliadas através de várias tarefas que envolviam aspectos informais e formais da matemática) e 20 crianças com desempenho relativamente ruim em tarefas de CF, mas desempenho típico para a sua idade em tarefas que avaliavam a matemática. Para ser incluídas nos grupos com dificuldade uma criança deveria apresentar escore inferior ao percentil 35 nas tarefas chave. Para fazer parte do grupo com DT, uma criança tinha de apresentar escore acima do percentil 40 tanto nas tarefas de CF quanto naquelas de matemática. A leitura foi avaliada na 1ª e 3ª ocasiões e a inteligência verbal e não verbal na 3ª. A habilidade de matemática foi avaliada em todas as ocasiões. Primeiramente os autores avaliaram a estabilidade no desempenho da matemática ao longo do estudo. As crianças com

desempenho inicial fraco apenas em tarefas de CF apresentaram progresso semelhante ao das crianças com DT entre a 1ª e a 2ª ocasiões, mas progresso menor entre a 2ª e a 3ª ocasiões nas tarefas de matemática. Aos 7 anos (3ª ocasião), 50% das crianças com dificuldade apenas em tarefas de CF atingiram critério para desempenho relativamente fraco em matemática, sendo aquelas com pior desempenho na inteligência verbal e não verbal.

Moll et al. (2015b) em um estudo longitudinal avaliaram 169 crianças, falantes do inglês, dos 3 anos aos 7 anos, sendo 93 com risco familiar de dislexia (i.e., quando um dos pais se autodeclarou disléxico, quando um dos pais preencheu critérios para dislexia com base em testes normatizados ou quando um irmão mais velho tinha o diagnóstico de dislexia) e 76 controles. Esse estudo também incluiu três avaliações. Na 1ª ocasião, quando as crianças tinham entre 3 e 4 anos, foram avaliadas a inteligência não verbal, a função executiva e a habilidade de linguagem oral. Na 2ª ocasião, entre 4 e 5 anos, avaliou-se habilidades numéricas verbais (contagem e conhecimento dos números) e a consciência fonológica. Finalmente, na 3ª ocasião (5 a 7 anos) foram avaliadas as habilidades matemáticas (fluência e acurácia de adição e subtração – eficiência de cálculos – para avaliar a habilidade de recuperação dos fatos). As crianças do grupo de risco, apresentaram pior desempenho do que os controles na inteligência não verbal e no vocabulário, na 1ª ocasião, na consciência fonológica na 2ª ocasião, e nas habilidades matemáticas na 3ª ocasião. Em ambos os grupos, os preditores mais fortes da habilidade matemática na 3ª ocasião foram a contagem e o conhecimento do número e o preditor mais fraco foi a consciência fonológica. A partir de modelos de análises de caminho, os autores mostraram que a linguagem e as habilidades executivas predisseram variações nas habilidades numéricas verbais na pré-escola e essas, por sua vez, predisseram as habilidades matemáticas na escola. Nem a consciência fonológica, nem a inteligência não verbal predisseram as habilidades aritméticas posteriores. Esses resultados foram encontrados para ambos os grupos de crianças. Os autores argumentam que os problemas no desenvolvimento da linguagem frequentemente encontrados entre crianças com dislexia, constituem, portanto, um fator de risco para a aprendizagem posterior da leitura e da matemática. Além disso, tais dificuldades de linguagem podem ajudar a explicar a comorbidade entre os transtornos da leitura e da matemática.

Como mostrado, os estudos longitudinais apresentados também têm produzido resultados divergentes. Por exemplo, como descrito acima, de Jong & van der Leij (1999),

Gonçalves et al. (2012), Passolunghi et al. (2007 e 2015) encontraram uma associação positiva entre a memória verbal de trabalho e o desenvolvimento da matemática, no entanto, Krajewski e Schneider (2009) não confirmaram tal associação. Em relação à CF, enquanto Hecht e colaboradores (2001) e Simmons et al. (2008) foram capazes de demonstrar uma associação com a matemática, de Jong & van der Leij (1999), Gonçalves et al. (2013), Passolunghi et al. (2007) e Moll et al. (2015b) não demonstraram tal associação. Já no que diz respeito à NSR, apenas Hecht et al (2001) e Gonçalves et al. (2013) demonstraram associação da NSR alfanumérica para a matemática. Assim, por enquanto, não está claro em que medida o processamento fonológico contribui para o desenvolvimento de habilidades matemáticas e tal questão merece mais investigações. Esse estudo será mais uma tentativa de lançar luz a essa questão. Na próxima seção será examinada a relação entre o processamento fonológico e a habilidade de matemática de uma perspectiva diferente, ou seja, examinaremos a habilidade de matemática de crianças com transtorno da aprendizagem da leitura, bem como a presença de déficits no processamento fonológico em crianças com transtorno da aprendizagem da leitura e/ou da matemática.

1.3.2. Estudos examinando a habilidade de matemática de crianças com dificuldade de leitura

Se é verdade que o processamento fonológico é importante para a aprendizagem da matemática, crianças com transtorno da aprendizagem da leitura deveriam apresentar dificuldades de matemática também. A razão disso é que, como observamos anteriormente, as crianças com transtorno da aprendizagem da leitura frequentemente apresentam déficits no processamento fonológico. Vários estudos têm, de fato, examinado as habilidades de matemática de crianças com dislexia do desenvolvimento.

Simmons & Singleton (2008), em uma revisão de estudos empíricos sobre as capacidades aritméticas de indivíduos com dislexia do desenvolvimento sugeriram que déficits no processamento fonológico em indivíduos com dislexia prejudicam aspectos da matemática que dependem da manipulação de códigos verbais (por exemplo, velocidade de contagem, recordação de fatos numéricos). Em contrapartida, outros aspectos da matemática que são menos dependentes de códigos verbais (por exemplo, estimativa de

quantidades e “*subitising*”, i.e., o reconhecimento imediato da numerosidade de grupos de um a três objetos, sem contagem) não seriam prejudicados.

Landerl et al. (2004), avaliaram crianças falantes do inglês, entre 8 e 9 anos de idade, separadas em quatro grupos: com discalculia (n = 10), com dislexia (n = 10), com ambos os transtornos (n = 11) e crianças com desenvolvimento típico (n = 18). O objetivo do estudo foi verificar as habilidades numéricas dos quatro grupos. O critério utilizado para a divisão dos grupos foi, inicialmente, a avaliação dos(as) professores(as) que deveriam indicar as crianças que eles(as) acreditavam possuir inteligência normal, mas que apresentavam sérias dificuldades em leitura e/ou matemática (para os grupos com dificuldade) e desempenho típico em leitura e matemática (para os controles). Foram utilizadas medidas para avaliar o processamento numérico, incluindo medidas do senso numérico e medidas que pressupõem o código verbal. Também foi avaliada a inteligência não verbal, a inteligência verbal e a memória verbal, mas os grupos não diferiram em nenhuma dessas medidas. Foram realizadas ANCOVAs com o controle da idade para comparar os grupos em relação ao desempenho nas medidas de processamento numérico. O grupo disléxico não diferiu dos controles na acurácia e no tempo de reação na realização de cálculos, na nomeação de números de 3 dígitos, na comparação numérica e na contagem de pontos. No entanto, o grupo disléxico foi mais lento do que os controles na nomeação de números (de 1 e 2 dígitos), mas, após o controle da nomeação de cores, eles não diferiram mais dos controles. Por outro lado, o grupo com discalculia continuou mais lento na nomeação de números mesmo após esse controle. Além disso, em nenhuma análise o grupo com discalculia diferiu do grupo comórbido e ambos os grupos diferiram significativamente dos controles nas medidas de processamento numérico, apresentando pior desempenho. Na escrita de números, nenhuma criança do grupo disléxico ou do grupo controle cometeu nenhum erro de inversão e de valor posicional (e.g., escrever 30002 no lugar de 3002). A diferença entre os três tipos de erros de escrita de números (erros de substituição, inversão e de valor posicional) não foi significativa entre os grupos. Houve uma tendência do grupo com dislexia ser mais lento na contagem de números em relação aos controles, apesar da diferença ser significativa apenas nas tarefas de contagem de 2-20 e de 45 a 65. Não houve diferença significativa na contagem de pontos entre os grupos. Os resultados encontrados sugerem que a dislexia não envolve déficits no processamento numérico e que a discalculia pode ser definida em termos de um déficit na representação ou processamento de informações especificamente numéricas.

Boets e De Smedt (2010) avaliaram 13 disléxicos e 16 controles (média de idade de 8 anos), no 3º ano, falantes nativos de holandês. As crianças com dislexia apresentaram desempenho abaixo do percentil 10 em um teste padronizado de leitura ou escrita, tanto no 1º quanto no 3º ano. Foram incluídas apenas crianças sem diagnóstico formal de discalculia e que obtiveram pontuação dentro da faixa normal (acima do percentil 25) em um teste padronizado de matemática. No entanto, apesar de não apresentarem diagnóstico clínico de discalculia, as crianças disléxicas apresentaram desempenho inferior aos controles no teste padronizado de matemática. Os dois grupos não diferiram em testes de inteligência verbal e não verbal. Foram realizadas duas tarefas: uma de multiplicação, solucionável através de estratégias de recordação (e.g., $6 \times 7 =$) e uma de subtração, que deveria envolver estratégias procedimentais (e.g. $12 - 7 =$). Além disso, uma tarefa de velocidade de nomeação de dígitos foi realizada, para controlar as diferenças individuais na identificação dos números. As crianças com dislexia foram significativamente mais lentas do que os controles nessa tarefa. Além disso, as crianças com dislexia apresentaram desempenho significativamente pior do que os controles tanto na multiplicação como na subtração e foram mais lentas na realização de ambas as operações, mesmo após o controle na velocidade de nomeação de dígitos. As crianças do grupo controle foram significativamente mais rápidas na resolução de multiplicações em relação à subtração, o que não ocorreu para os disléxicos. Isso sugere que o grupo controle utilizou estratégias de recordação para a realização das multiplicações, enquanto as crianças com dislexia usaram menos da recordação ou apresentaram uma recuperação menos eficiente (ou uma combinação de ambas). Os autores argumentam que uma possível explicação da diferença entre os seus resultados e os de Landerl et al. (2004) é que esses últimos autores usaram um critério muito frágil para definir as dificuldades de leitura, isto é, desempenho abaixo do percentil 25. Este critério frágil poderia resultar numa amostra heterogênea, incluindo crianças com dislexia e crianças com dificuldades de leitura devido a fatores ambientais. Em contrapartida, o estudo de Boets e De Smedt utilizou um critério muito rigoroso, que levou em consideração tanto a severidade quanto a persistência das dificuldades de leitura. Os autores sugeriram que os déficits fonológicos em crianças com dislexia as colocam em risco de desenvolver dificuldades de recuperação de fatos aritméticos.

Träff e Passolunghi (2015), avaliaram 17 crianças disléxicas falantes do sueco em comparação a 48 crianças com desenvolvimento típico (ambos os grupos com média de idade de 10 anos e 6 meses). Para ser do grupo com dislexia, as crianças deveriam ter

recebido instrução extra ou especial apenas em leitura e escrita e em nenhuma outra disciplina e apresentar desempenho igual ou abaixo do percentil 5 em uma tarefa de leitura e escrita. Quarenta e oito crianças que apresentaram escores nessas tarefas entre o percentil 15 e 85 foram selecionadas para serem controles. Os dois grupos não diferiram na inteligência não verbal, mas o grupo com dislexia apresentou desempenho significativamente inferior aos controles na compreensão de leitura. As crianças também realizaram tarefas de consciência fonológica, fluência fonológica, velocidade de processamento, flexibilidade cognitiva, memória verbal de trabalho, memória verbal de curto-prazo, memória de trabalho visuoespacial e uma grande bateria de habilidades matemáticas. ANOVAs revelaram que o grupo com dislexia apresentou desempenho significativamente inferior ao dos controles apenas na consciência fonológica, na flexibilidade cognitiva e na velocidade de processamento verbal. Em relação às habilidades matemáticas, mesmo após o controle de diferenças na consciência fonológica e na fluência fonológica, ANCOVAs revelaram que as crianças com dislexia apresentaram dificuldades nas tarefas que envolviam o código verbal (e.g., recuperação de fatos numéricos e cálculos multidigitais) e não apresentaram problemas em tarefas que dependiam da representação de magnitude ou do código arábico (e.g., tarefa de aproximação aritmética, em que a criança era solicitada a escolher a resposta que mais se aproximava da solução de uma equação [$52+17 = / 72$ ou $60?$]; e compreensão do valor posicional). Com base no modelo do “triplo-código”, os resultados demonstram que as crianças com dislexia têm problemas com tarefas dependentes do código verbal, mas não têm problemas com tarefas dependentes da representação analógica de magnitude e do código arábico. Os autores argumentam que as representações fonológicas fracas de crianças com dislexia dificultam a recuperação rápida e precisa dos números e sugerem que, segundo o modelo do “triplo código”, o código verbal é usado para estabelecer e recuperar fatos numéricos.

Raddatz, Kuhn, Holling, Moll, & Dobel (2016) avaliaram quatro grupos de crianças entre 6 e 11 anos em uma bateria de tarefas de processamento numérico e de cálculo, pareadas em função da idade e QI, falantes do alemão. Um grupo com dificuldade apenas na aritmética ($n=20$), um grupo com dificuldade apenas na leitura ($n=40$), um grupo comórbido ($n=27$) e um grupo sem dificuldade ($n=40$). O critério para inclusão nos grupos era apresentar um escore padrão abaixo de 85 na habilidade com dificuldade e acima de 90 na habilidade sem dificuldade. Todas as crianças possuíam QI total maior ou

igual a 85. A partir de análises de variância, os autores encontraram que as crianças com dificuldade de leitura apresentaram dificuldade em relação ao grupo controle em tarefas de contagem e de eficiência de transcodificação numérica. O grupo com dificuldade de aritmética apresentou dificuldade na maioria das tarefas, incluindo comparação simbólica e não simbólica de magnitude, *subitizing*, estimação da linha numérica, acurácia de transcodificação numérica e cálculo. Os autores concluíram que o grupo com dificuldade de leitura apresenta dificuldade apenas em tarefas aritméticas que requerem processamento verbal.

De forma geral, como sugerido por Simmons e Singleton (2008), existe algum consenso na literatura de que crianças com dislexia, que apresentam déficits no processamento fonológico, apresentam dificuldades em tarefas de matemática que envolvem o uso do código verbal (e.g., velocidade de contagem e recuperação de fatos aritméticos). Dos estudos relatados, apenas Landerl et al. (2004) encontram resultados contrastantes, o que, como sugerido por Boets e De Smedt (2010), pode ser devido ao critério mais frágil utilizado para definir as debilidades de leitura. No entanto, inclusive no estudo de Landerl houve uma tendência do grupo com dislexia ser mais lento na contagem de números, habilidade essa, que envolve o código verbal. Assim, de forma geral, pode-se dizer que as crianças com dislexia apresentam dificuldades em aspectos da matemática que envolvem o código verbal, mas não têm problemas com tarefas dependentes da representação analógica de magnitude e do código arábico. Como será mostrado, muitos dos estudos descritos a seguir, também sugerem que crianças com transtorno da leitura, mesmo aquelas que não atingem o critério para um diagnóstico de um transtorno da matemática apresentam resultados inferiores em testes padronizados de matemática quando comparadas com crianças sem dificuldades de aprendizagem.

1.3.3. Os transtornos da aprendizagem da leitura e da matemática compartilham um déficit no processamento fonológico?: estudos incluindo crianças com dificuldades de leitura, dificuldades de matemática, dificuldades de leitura e matemática e controles

Poucos estudos compararam as habilidades cognitivas, especificamente o processamento fonológico, de crianças com dificuldades isoladas de leitura, crianças com dificuldades isoladas de matemática, crianças com dificuldade de leitura e matemática e

crianças com desenvolvimento típico. Esses estudos são importantes para avaliar se déficits no processamento fonológico são comuns aos transtornos de aprendizagem da leitura e da matemática, ou específicos ao transtorno de aprendizagem da leitura e, permitem avaliar em que medida dificuldades de processamento fonológico, se existentes entre crianças com dificuldades isoladas de matemática, são semelhantes às dificuldades encontradas entre crianças com dificuldades isoladas de leitura. Alguns desses trabalhos são descritos a seguir.

Landerl et al. (2009) avaliaram crianças falantes do alemão, entre 8 e 10 anos (2º, 3º e 4º ano), sendo 42 crianças com desenvolvimento típico, 21 crianças com dislexia, 20 crianças com discalculia e 26 crianças com ambos os transtornos. O critério utilizado para a divisão dos grupos foi o desempenho das crianças em um teste de fluência de leitura e um teste de acurácia aritmética. As crianças com dislexia apresentaram desempenho inferior a um desvio-padrão da média no teste de leitura e acima da média no teste de aritmética (vice-versa para as crianças com discalculia). O grupo comórbido apresentou desempenho inferior a um desvio-padrão em ambos os testes e os controles apresentaram escores T médios ($M = 50$, $DP = 10$) entre 43 e 57 em leitura e aritmética. Além disso, foram excluídas crianças com QI abaixo de 85 e crianças com diagnóstico clínico de TDAH. Todas as crianças deveriam apresentar desempenho dentro da média em medidas de inteligência verbal e não verbal. Foram avaliadas a consciência fonológica, a fluência verbal, a velocidade de nomeação de dígitos, a memória verbal de curto-prazo (dígitos ordem direta) e de trabalho (dígitos ordem inversa), a memória fonológica (repetição de pseudopalavras), a memória visuoespacial e habilidades de processamento numérico. ANOVAs com os fatores habilidade de leitura e habilidade de matemática mostraram um efeito significativo do fator habilidade de leitura para a consciência fonológica, a fluência verbal, a velocidade de nomeação, a memória verbal de trabalho e a memória fonológica. O efeito da habilidade de matemática foi significativo apenas para a memória verbal de trabalho, a memória fonológica, a memória visuoespacial e para as habilidades de processamento numérico. Houve interação entre a habilidade de leitura e a habilidade de matemática apenas para a memória verbal de curto-prazo. Os autores sugeriram que a comorbidade entre os transtornos da leitura e da matemática pode ser explicada em função da presença de déficits tanto no processamento numérico quanto de déficits no processamento fonológico. Ou seja, esses autores argumentam que a comorbidade entre os transtornos poderia ser explicada em termos de um somatório de déficits específicos.

Willcutt e colaboradores (2013) realizaram um estudo cujo objetivo foi comparar as funções neuropsicológicas de quatro grupos de crianças, entre 8 e 15 anos, falantes do inglês, a saber: 241 crianças com dificuldade específica de leitura (DL, média de idade de 10,9 anos), 183 crianças com dificuldade específica de matemática (DM, média de idade de 11,4 anos), 188 crianças com dificuldades de leitura e matemática (DLM, média de idade de 11,2 anos) e, finalmente, 419 crianças sem nenhum transtorno (C, média de idade de 11,1 anos). Para ser incluído nos grupos com dificuldade, uma criança deveria apresentar escore inferior a 1,25 *DP* abaixo da média da população em medidas de leitura e/ou matemática, dependendo do grupo. ANCOVAs com controle da idade foram realizadas para comparar o desempenho dos quatro grupos nas variáveis neuropsicológicas. As comparações entre os grupos revelaram que o grupo comórbido apresentou o pior desempenho em todas as dez habilidades cognitivas avaliadas, quais sejam: consciência fonêmica, compreensão verbal, controle inibitório, memória verbal de trabalho, flexibilidade cognitiva, atenção seletiva, vigilância, velocidade de processamento, velocidade de nomeação (objetos, números, letras e cores) e variabilidade de resposta. De especial importância para esse trabalho são as variáveis que compõem o processamento fonológico e sua relação com a leitura e a matemática. ANCOVAs revelaram que os três grupos com dificuldade apresentaram desempenho significativamente inferior quando comparados aos controles nas variáveis do processamento fonológico. No entanto, o grupo com DL apresentou desempenho significativamente pior do que o grupo com DM em medidas de consciência fonêmica e velocidade de nomeação. Análises de regressão múltipla, incluindo todas as crianças, revelaram que, mesmo após o controle de variações na inteligência não verbal e no número de sintomas de TDAH, variações na compreensão verbal, na memória verbal de trabalho e na velocidade de processamento contribuíram para a variância tanto da habilidade de leitura quanto da habilidade de matemática. A consciência fonêmica e a velocidade de nomeação associaram-se à habilidade de leitura, mas não à habilidade de matemática, enquanto déficits na flexibilidade cognitiva associaram-se à habilidade de matemática, mas não à habilidade de leitura.

Moll, Göbel, & Snowling (2015a), investigaram três habilidades cognitivas de domínio geral, a saber: velocidade de processamento, processamento temporal (estimação de tempo) e memória verbal de trabalho, em quatro grupos de crianças, falantes do inglês, com idade entre 6 e 11 anos: 21 crianças com dificuldade de leitura, 15 crianças com

dificuldade de matemática, 19 crianças com ambos os transtornos e 44 crianças com desenvolvimento típico. Após o controle de variações na atenção, que se correlacionou com as três habilidades avaliadas, déficits na velocidade de processamento verbal associaram-se unicamente com as dificuldades de leitura, e não com as dificuldades de matemática; déficits no processamento temporal associaram-se unicamente com as dificuldades de matemática. Já a memória verbal de trabalho associou-se a ambos os transtornos.

Cirino, Fuchs, Elias, Powell, & Schumacher (2015) avaliaram 660 crianças do 2º ano, com idade média de 7 anos em uma variedade de habilidades cognitivas, quais sejam: inteligência verbal e não verbal, velocidade de processamento, memória verbal de trabalho, consciência fonológica, nomeação seriada rápida (letras e números), e várias tarefas de matemática. A amostra foi dividida em quatro subgrupos, utilizando o critério de percentil menor do que 25 em tarefas padronizadas de desempenho acadêmico para os grupos com dificuldade: 105 crianças com dificuldade de matemática (DM), 65 com dificuldade de leitura (DL), 87 com dificuldade de leitura e matemática (DLM) e 403 com desempenho acadêmico típico (DT). Os autores também contrastaram os resultados encontrados para o ponto de corte no percentil 25 com os no percentil 10. Usando o critério de percentil menor que 10, os grupos formados foram: 56 crianças com DM, 44 com DL, 30 com DLM e 530 com DT. Análises de variância revelaram que, o grupo com DL apresentou pior desempenho em comparação aos controles na inteligência verbal ($n^2 = 0,71$), na memória verbal de trabalho ($n^2=0,59$), na CF ($n^2=0,76$) e na NSR ($n^2=0,67$). Em contrapartida, quando comparado aos controles, o grupo com DM apresentou pior desempenho na inteligência não verbal ($n^2 = 0,61$), na velocidade de processamento ($n^2 = 0,63$), na memória verbal de trabalho ($n^2 = 0,60$) e na NSR ($n^2 = 0,51$). Como mostrado, apesar de diferir dos controles na NSR, o grupo com DM apresentou tamanho de efeito consideravelmente menor do que o grupo com DL. O grupo com DLM apresentou desempenho pior que os controles com tamanho de efeito médio a grande em todas as variáveis cognitivas avaliadas. Os grupos com DL e com DM não diferiram entre si em nenhuma das habilidades cognitivas avaliadas. Não houve diferenças no padrão dos grupos nas análises com o percentil 10, mas apenas no nível de gravidade dos déficits encontrados. Os autores argumentam que os resultados encontrados são consistentes com a memória verbal de trabalho como uma habilidade de "domínio geral" se associando tanto com a leitura quanto com a matemática.

Slot, van Viersen, De Bree e Kroesbergen (2016) avaliaram 130 crianças falantes do holandês entre 7 e 10 anos (2º ao 5º ano), sendo 32 com desenvolvimento típico (DT), 26 com dificuldade de matemática (DM), 29 com dificuldade de leitura e escrita (DLE) e 43 com dificuldade de leitura, escrita e matemática (DLEM) em relação às seguintes habilidades: leitura, escrita e matemática, inteligência verbal e não verbal, CF, NSR alfanumérica e não alfanumérica, memória verbal de curto-prazo, memória de trabalho visuoespacial e senso numérico. As crianças do grupo com DM apresentaram desempenho abaixo de 1 *DP* da média do grupo com DT em tarefas de aritmética e abaixo do percentil 25 da média populacional em um teste de resolução de problemas matemáticos, além de desempenho igual ou acima do percentil 25 da média populacional nas tarefas de leitura e escrita. As crianças do grupo com DLE apresentaram desempenho abaixo de 1 *DP* da média populacional em leitura de palavras e pseudopalavras e/ou desempenho igual ou abaixo do percentil 10 em uma tarefa de escrita e desempenho dentro da média na matemática. As crianças do grupo comorbido apresentaram dificuldades tanto em matemática, quanto em leitura e escrita, segundo os critérios descritos acima, e o grupo com DT apresentou desempenho dentro da média em todas as tarefas. Em todas as análises houve controle da idade cronológica e todas as crianças apresentaram QI entre 80 e 125. Os resultados de análises de equação estrutural revelaram uma contribuição significativa da CF, da NSR alfanumérica e não alfanumérica e da memória verbal de curto-prazo para a leitura e a escrita. A memória de trabalho visuoespacial, o senso numérico e a consciência fonológica contribuíram para a matemática. Os autores argumentam que a consciência fonológica foi o fator compartilhado entre as habilidades de leitura e escrita e a matemática e que os resultados claramente apoiam o modelo dos déficits múltiplos proposto por Pennington (2006), sendo que DLE e DM podem ser considerados dois transtornos separados, mas correlacionados. Uma limitação desse estudo é que, apesar dos autores terem avaliado a inteligência verbal e não verbal, elas não foram incluídas no modelo de equação estrutural. Assim, é possível que o efeito da CF sobre a matemática seja um reflexo de variações na habilidade de linguagem mais geral.

A literatura atual sugere que os preditores da aprendizagem da leitura são relativamente bem compreendidos. Como mostrado, a matemática é uma habilidade complexa, que envolve habilidades verbais (código verbal) e não verbais (código arábico e representação analógica de magnitude) e, em comparação com a leitura, nossa

compreensão de como as crianças aprendem a matemática ainda está pouco desenvolvida. As evidências apresentadas nos estudos supracitados revelam resultados ainda muito controversos. Assim, ao avaliar em que medida déficits no processamento fonológico estão presentes em crianças com dificuldades isoladas de matemática, nosso estudo pretende enriquecer a literatura existente. Os participantes deste estudo bem como as tarefas aplicadas são apresentados no próximo capítulo.

2. Método

2.1. Participantes

Cento e quatorze crianças, com e sem dificuldade de aprendizagem, matriculadas em classes do 4º e 5º ano do ensino fundamental de quatorze escolas particulares da região metropolitana de Belo Horizonte, participaram do estudo. Apenas crianças de escolas particulares foram incluídas no estudo com o objetivo de minimizar a possibilidade de uma criança apresentar dificuldades de aprendizagem em virtude de oportunidades educacionais inadequadas.

Essas crianças foram selecionadas de um conjunto de crianças ($N = 455$) que estavam participando de um projeto de pesquisa cujo objetivo central é investigar o perfil neuropsicológico da dislexia do desenvolvimento em português e sua relação com outros transtornos do desenvolvimento. Esse projeto é coordenado pela professora Cláudia Cardoso-Martins e foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (processo nº 0141.0.203.000-11) (Anexo A).

As 114 crianças foram divididas em quatro grupos. O primeiro grupo era constituído de 22 crianças, sendo 13 meninos (idade média de 125,36 meses, $DP = 9,03$, entre 111 e 152 meses), classificadas como tendo dificuldades isoladas de leitura e escrita (DLE) com base nos subtestes de leitura e escrita do Teste de Desempenho Escolar (TDE) (Stein, 1994). Para participar desse grupo, uma criança tinha que apresentar escore inferior a 1 DP abaixo da média para o seu ano escolar em ambos os subtestes, e igual ou

acima de 1 *DP* abaixo da média para o seu ano escolar no subteste de aritmética do TDE, de acordo com as normas do TDE¹.

O segundo grupo foi constituído de 19 crianças, sendo 11 meninos (idade média de 119,53 meses, *DP* = 7,61, entre 110 e 134 meses), classificadas como tendo dificuldades isoladas de matemática (DM) com base no seu desempenho no subteste de aritmética do TDE (Stein, 1994). Para participar desse grupo as crianças tinham de apresentar escore inferior a 1 *DP* abaixo da média para o seu ano escolar nesse subteste e escore igual ou acima de 1 *DP* abaixo da média para o seu ano escolar nos subtestes de leitura e escrita do TDE, de acordo com as normas no TDE.

Dezesseis crianças (6 meninos), com idade média de 119,25 meses (*DP* = 8,31, entre 110 e 140 meses) foram designadas para o terceiro grupo, constituído de crianças classificadas como tendo dificuldade de leitura, escrita e matemática (DLEM) de acordo com os testes e parâmetros descritos acima. Finalmente, o quarto grupo era constituído de 57 crianças, sendo 34 meninos (idade média de 122,09 meses, *DP* = 8,48, entre 104 e 152 meses) com desenvolvimento típico de leitura, escrita e matemática (DT), que servirão como controles. Essas crianças foram escolhidas aleatoriamente, levando em consideração o ano escolar das crianças com dificuldade, entre as 116 crianças (34 do 4º ano e 82 do 5º ano) que apresentaram desempenho igual ou superior a 1 *DP* abaixo da média para o seu ano escolar de acordo com as normas do TDE nos subtestes de leitura, escrita e aritmética do TDE.

Em todos os grupos, as crianças apresentaram coeficiente intelectual (QI) total maior ou igual a 75 na Escala Wechsler de Inteligência para Crianças - WISC-III (Wechsler, 2002). Duas crianças não realizaram todos os subtestes do WISC-III, mas a

¹ Um problema com as normas do TDE é que elas são relativamente velhas (1994). Em vista disso, comparamos as médias e os *DPs* relatados no manual do TDE nos subtestes de escrita e aritmética com as médias e os *DPs* obtidos pelo Laboratório de Estudos e Extensão em Autismo e Desenvolvimento (LEAD) com base em uma aplicação coletiva realizada recentemente (2015) desses subtestes em uma amostra de 487 crianças do 2º ao 5º ano de quatro das quatorze escolas que estavam participando da pesquisa. As médias e os *DPs* do manual foram muito semelhantes àquelas encontradas nessa aplicação recente. Além disso, como as “normas” elaboradas pelo LEAD não contemplavam o subteste de leitura do TDE, optou-se pelo uso dos parâmetros relatados no manual do TDE para a classificação dos participantes em função de sua habilidade de leitura, escrita e matemática.

média dos pontos ponderados nos subtestes realizados por elas foi de 10,91 e 9 (ver explicação detalhada adiante), portanto foram incluídas na amostra.

Os grupos diferiram significativamente entre si em relação à idade cronológica ($F(3, 110) = 3,77, p = 0,01, \eta^2_p = 0,09$), com o grupo com DLEM sendo significativamente mais jovem do que o grupo com DLE. Por isso, a idade foi controlada em todas as análises descritas nesse trabalho. Os grupos não diferiram em relação à proporção de meninos e meninas ($X^2(3) = 2,98, p = 0,40$) ou quanto à proporção de alunos do 4º e 5º ano ($X^2(3) = 3,99, p = 0,26$).

A Tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas para os subtestes de leitura, escrita e aritmética do TDE, para os fatores de Compreensão Verbal e Organização Perceptual e para o QI total do WISC-III (Wechsler, 2002), separadamente para os quatro grupos de participantes. Uma vez que os grupos diferiram significativamente entre si em relação à idade, a variável idade cronológica entrou como covariável nas análises dos três subtestes do TDE descritas na Tabela 1.

Tabela 1
Descrição dos Participantes por Grupo

Variáveis	Grupo					
	DLE			DM		
	<i>M</i>	<i>DP</i>	<i>Min-máx</i>	<i>M</i>	<i>DP</i>	<i>Min-máx</i>
TDE Leitura	58,95 ^b	4,38	48-64	66,74 ^a	1,20	64-70
TDE Escrita	20,18 ^b	4,25	10-25	30,32 ^a	1,83	28-35
TDE Aritmética	20,73 ^b	2,87	17-27	15,79 ^c	0,98	14-17
CV QI	106,18 ^b	13,96	81-136	111,11 ^b	14,95	86-139
OP QI	106,36 ^{ab}	15,84	70-132	105,33 ^{ab}	14,93	72-125
QI Total	106,77 ^b	14,40	81-133	108,50 ^b	15,18	79-131

Variáveis	Grupo					
	DLEM			DT		
	<i>M</i>	<i>DP</i>	<i>Min-máx</i>	<i>M</i>	<i>DP</i>	<i>Min-máx</i>
TDE Leitura	55,00 ^b	7,30	41-64	67,75 ^a	1,82	64-70

TDE Escrita	18,88 ^b	3,42	11-23	30,82 ^a	2,47	26-35
TDE Aritmética	13,13 ^c	2,96	6-16	24,05 ^a	3,83	18-37
CV QI	103,20 ^b	18,81	75-131	122,26 ^a	13,62	96-150
OP QI	99,80 ^b	16,54	72-129	112,58 ^a	16,41	77-150
QI Total	100,80 ^b	14,54	82-128	120,21 ^a	13,41	98-154

Nota: CV QI = fator Compreensão Verbal QI, OP QI = fator Organização Perceptual QI, QI Total = coeficiente intelectual total – índices da Escala Wechsler de Inteligência para Crianças - WISC-III (Wechsler, 2002). Células com sobrescritos diferentes diferem significativamente entre si, $p < 0,05$ (de acordo com testes *post-hoc de Bonferroni*, calculados em seguida à realização de uma ANCOVA com o fator grupo como fator entre-sujeitos. A idade foi inserida como covariável para os três subtestes do TDE, tendo em vista que o QI leva a idade em consideração). Duas crianças não têm resultado para o QI total e para a OP QI e uma criança não tem a CV QI e o QI total. Ver Apêndice A com médias e *SEs* estimados, após o controle da idade.

Como pode ser visto na Tabela 1, os grupos diferiram em relação ao desempenho nos subtestes do TDE, nos fatores de Compreensão Verbal e Organização Perceptual e no QI total. Análises de Covariância (ANCOVAs) com o fator grupo como variável independente e com a idade como covariável foram realizadas para descrever os grupos. Resultados significativos foram seguidos de testes *post-hoc de Bonferroni*, com comparações entre todos os pares de grupos.

Como observado na Tabela 1, houve diferença significativa entre os grupos no subteste de leitura do TDE, $F(3,109) = 79,02, p = 0,00, \eta^2_p = 0,69$. As comparações entre os pares de grupos revelaram que as crianças com DLE e as crianças com DLEM apresentaram um escore significativamente inferior ao grupo controle e ao grupo com DM (ambos $p < 0,01$), enquanto o grupo com DM não diferiu dos controles ($p = 1,00$). Os grupos com DLE e com DLEM não diferiram entre si ($p = 0,12$). Da mesma forma, os grupos diferiram significativamente com relação à habilidade de escrita, $F(3,109) = 118,86, p = 0,000, \eta^2_p = 0,77$. As crianças dos grupos com DLE e com DLEM não diferiram entre si ($p = 0,99$) e o grupo com DM não diferiu dos controles ($p = 1,00$). Em contrapartida, os grupos com DLE e DLEM apresentaram desempenho significativamente inferior aos controles e ao grupo com DM (ambos $p = 0,00$).

Ainda como mostrado na Tabela 1, os grupos diferiram significativamente no subteste de aritmética do TDE, $F(3,109) = 68,60, p = 0,00, \eta^2_p = 0,65$. Como esperado, o grupo com DM e o grupo com DLEM apresentaram desempenho significativamente inferior aos controles (ambos $p < 0,01$) e não diferiram entre si ($p = 0,12$). Por fim, o

grupo com DLE também apresentou desempenho significativamente inferior aos controles ($p < 0,01$), mas superior aos grupos com DM e com DLEM ($p < 0,01$). O resultado que revela um desempenho inferior das crianças com dificuldades isoladas de leitura no subteste de aritmética do TDE em relação aos controles é semelhante aos resultados encontrados na literatura (Boets & De Smedt, 2010; Träff & Passolunghi, 2015; ver Simmons & Singleton, 2008 para uma revisão da literatura). Isso indica que os participantes com dificuldades isoladas de leitura e escrita podem exibir dificuldades subclínicas na outra dimensão acadêmica, mesmo que não satisfaçam critérios completos para o outro transtorno (Willcutt et al., 2013).

Em relação aos fatores Compreensão Verbal QI e Organização Verbal QI, também houve diferença significativa entre os grupos, $F(3,108) = 15,08$, $p = 0,00$, $\eta^2_p = 0,30$ e $F(3,107) = 4,40$, $p = 0,01$, $\eta^2_p = 0,11$, respectivamente. No fator Compreensão Verbal QI, como ilustrado na Tabela 1, todos os grupos clínicos apresentaram desempenho significativamente inferior aos controles ($p < 0,01$) e não diferiram significativamente entre si ($p > 0,05$). No fator Organização Perceptual QI, apenas o grupo com DLEM diferiu significativamente dos controles ($p = 0,01$) e os três grupos clínicos não diferiram significativamente entre si ($p > 0,05$).

2.2. Procedimento

As diretoras das escolas assinaram um Termo de Consentimento Livre Esclarecido (Apêndice B). O procedimento para entrar em contato com as famílias das crianças diferiu entre as escolas. Em duas escolas, o termo de consentimento foi enviado para as famílias de todos os alunos da escola, enquanto nas demais os professores enviaram o termo apenas para os alunos que, segundo eles, apresentavam dificuldade de aprendizagem. Nessas escolas os professores também indicaram um número equivalente de crianças que, segundo eles, apresentavam um desempenho acadêmico adequado para sua idade e ano escolar. Apenas crianças cujos pais assinaram o termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice C) foram avaliadas.

A avaliação foi realizada individualmente em uma sala quieta na própria escola da criança. Algumas crianças foram avaliadas no contra turno escolar e outras no mesmo turno em que estudavam, de acordo com a preferência dos pais e das escolas. A avaliação foi realizada pela própria autora desta dissertação ou por alunos do curso de graduação

em Psicologia da UFMG ou da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-Minas) e alunos do curso de pós-graduação em Psicologia da UFMG, devidamente treinados para a aplicação dos testes. As crianças foram submetidas a vários testes padronizados e experimentais, mas apenas os testes incluídos nas análises deste estudo são descritos a seguir. Em média, três sessões de uma hora e meia cada foram necessárias para a aplicação de todos os testes.

2.3. Instrumentos

Os instrumentos utilizados no presente estudo são descritos a seguir, separadamente para as diversas habilidades envolvidas.

Inteligência Verbal e não-Verbal

A inteligência foi avaliada através da Escala Wechsler de Inteligência para Crianças - WISC-III (Wechsler, 2002). As funções avaliadas estão agrupadas em quatro fatores: Compreensão Verbal, Organização Perceptual, Resistência à Distração e Velocidade de Processamento. O fator Compreensão Verbal (CV) é derivado dos subtestes Informação, Semelhanças, Vocabulário e Compreensão. A correlação do fator Compreensão Verbal com a Escala Verbal é de 0,75 segundo o manual. Assim, o fator Compreensão Verbal foi usado como medida de inteligência verbal. O fator Organização Perceptual (OP) é derivado dos subtestes Completar Figuras, Arranjo de Figuras, Cubos e Armar Objetos. A correlação do fator Organização Perceptual com a Escala de Execução é de 0,63 segundo o manual. Assim, o fator Organização Perceptual foi usado como medida de inteligência não verbal.

Uma criança com DM não fez o subteste Armar Objetos do WISC-III, portanto não possui o fator Organização Perceptual. A média dos pontos ponderados nos subtestes realizados por essa criança com DM foi de 10,91. Além disso, uma criança com DLEM não fez os subtestes de Arranjo de Figuras e Compreensão, assim não possui os fatores Organização Perceptual e Compreensão Verbal. A média dos pontos ponderados nos subtestes realizados por essa criança com DLEM foi 9. Por esse motivo, foi calculado um escore médio usando-se escores padronizados, ou seja, calculou-se a média dos escores z correspondentes aos escores brutos nos quatro subtestes correspondentes de

cada fator. No caso das duas crianças que não possuíam algum subteste, foi calculada a média da soma dos escores-Z com base nos subtestes realizados. O coeficiente de fidedignidade, calculado pelo método de Guttman, segundo o manual para cada subteste do fator Compreensão Verbal é de 0,80, 0,76, 0,79 e 0,70, respectivamente para os subtestes Informação, Semelhanças, Vocabulário e Compreensão. Para o fator Organização Perceptual é de 0,78, 0,71, 0,82 e 0,70, respectivamente para os subtestes Completar Figuras, Arranjo de Figuras, Cubos e Armar Objetos.

A aplicação e a correção de todos os subtestes foram realizadas de acordo com as instruções descritas no manual (Wechsler, 2002). O subteste Dígitos foi utilizado para avaliar a memória verbal (ver mais adiante).

Habilidades acadêmicas

Leitura e escrita

Os subtestes de leitura e escrita do Teste de Desempenho Escolar – TDE (Stein, 1994) foram utilizados para avaliar a acurácia da leitura e escrita de palavras. No subteste de leitura, a tarefa da criança consiste em ler 70 palavras, apresentadas em ordem crescente de dificuldade. No subteste de escrita, pede-se ao examinando para escrever o próprio nome e 34 palavras apresentadas oralmente. O examinador lê a palavra, contextualiza em uma frase e lê a palavra novamente (e.g., “*Apenas*. O jogador marcou apenas um gol. *Apenas*”). De acordo com o manual, os índices de confiabilidade (Alpha de Cronbach) dos subtestes de leitura e escrita são, respectivamente, 0,98, 0,94.

Matemática

O subteste de aritmética do Teste de Desempenho Escolar – TDE (Stein, 1994) foi utilizado para avaliar a capacidade da criança efetuar operações aritméticas com acurácia. Neste subteste o examinando é solicitado a solucionar 35 problemas aritméticos apresentados em ordem crescente de dificuldade (e.g., $4 - 1 = \underline{\quad}$; $823 \times 96 = \underline{\quad}$; $3/4 + 2/8 = \underline{\quad}$). De acordo com o manual, o índice de confiabilidade (Alpha de Cronbach) desse subteste é 0,93.

Tarefas que avaliam o processamento fonológico

Consciência Fonêmica (CF)

Dois testes foram utilizados para avaliar a CF (Apêndice D). No teste de subtração de fonemas, a tarefa da criança consistia em subtrair um som determinado de uma palavra enunciada pelo examinador (e.g., “sofá” sem /s/ é? R = “ofá”). Havia sete palavras de treinamento, seguidas de 20 palavras experimentais. O coeficiente de confiabilidade (Alfa de Cronbach) é 0,88 (Cardoso-Martins, de Magalhães & Gonçalves, 2016). O número de respostas corretas foi computado. No teste de inversão de fonemas, a criança deveria inverter o primeiro som de duas palavras enunciadas pelo examinador, um pelo outro (e.g., **banana-caturra**: **canana-baturra**). A tarefa era precedida por 4 ensaios de treinamento, seguidas de 10 ensaios experimentais. Para cada palavra enunciada corretamente (e.g., canana) foi atribuído um ponto, ou seja, o escore máximo na tarefa era 20 pontos. Para a tarefa de inversão de fonemas, após o tempo limite de três minutos a tarefa era descontinuada. A confiabilidade dessa medida foi realizada através da técnica das Metades Partidas (split-half) (Sampieri, 1996) e o coeficiente de correlação linear de Pearson encontrado foi 0,91 (Cardoso-Martins, de Magalhães & Gonçalves, 2016).

A correlação linear de Pearson encontrada entre os escores nos dois testes (subtração de fonemas e inversão de fonemas) foi de 0,70. Em vista dessa alta correlação foi criada uma medida composta que avaliava a consciência fonêmica, que é a média dos escores transformados pelo z de Fisher de cada teste.

Nomeação Seriada Rápida (NSR, adaptada da tarefa RAN de Denckla & Rudel, 1976)

A criança foi instruída a nomear, o mais rápido possível, séries de estímulos familiares impressos em uma prancha de papel. Quatro pranchas, duas com o mesmo tipo de estímulo (dígitos e figuras de objetos), foram utilizadas. Em cada prancha, cinco estímulos diferentes (os números 2, 4, 6, 7 e 9, para as pranchas com dígitos e bola, mesa, chapéu, porta e caixa, para as pranchas com figuras de objetos) eram repetidos 10 vezes cada um em ordem aleatória, no formato de uma matriz composta por cinco fileiras e 10 colunas. Antes da apresentação de cada prancha de teste, uma prancha de exemplo com os cinco estímulos, distribuídos de forma aleatória, era apresentada. Para cada tipo de

estímulo, o escore consistiu na média do tempo gasto na nomeação dos cartões correspondentes (Apêndice E).

A correlação de Pearson entre as duas pranchas com o mesmo estímulo foi de 0,87, tanto para os dígitos (NSR alfanumérica) quanto para as figuras de objetos (NSR não alfanumérica). A correlação de Pearson entre os dois escores médios foi de 0,55. Apesar da correlação entre os dois escores ter sido relativamente alta, serão realizadas análises separadamente para as duas medidas de NSR uma vez que alguns estudos (Gonçalves et al., 2012) têm sugerido que indivíduos com dificuldade de matemática apresentam dificuldades apenas com a NSR de dígitos, mas não com a NSR não alfanumérica.

Memória verbal

Os dois componentes – Ordem Direta e Ordem Inversa – do subteste de Repetição de Dígitos do WISC-III (Wechsler, 2002) foram usados para avaliar a memória verbal de curto prazo e a memória verbal de trabalho, respectivamente. Na repetição de Dígitos Ordem Direta, o participante é solicitado a repetir uma sequência de dígitos (e.g., 5-2-8) na mesma ordem em que foi enunciada pelo examinador. A cada dois ensaios, um número é acrescentado, aumentando assim a quantidade de itens que o participante é solicitado a repetir. O teste é interrompido quando o participante erra os dois ensaios com a mesma quantidade de dígitos. Para cada sequência de dígitos respondida corretamente, é atribuído um ponto. Na repetição de Dígitos Ordem Inversa, o participante também deverá repetir a sequência de dígitos, porém na ordem contrária àquela enunciada pelo examinador. A cada nova sequência de dígitos, um número é acrescentado, aumentando assim a quantidade de elementos que o participante deverá repetir. O teste é interrompido quando o participante erra os dois ensaios com a mesma quantidade de dígitos. Para cada sequência de dígitos respondida corretamente, é atribuído um ponto. Para a avaliação da memória verbal, foi usado o escore total conforme procedimento descrito no WISC-III, ou seja, o escore total corresponde à soma dos pontos da Ordem Direta e da Ordem Inversa. O coeficiente de fidedignidade, calculado pelo método de Guttman, segundo o manual é de 0,74 para o escore total.

3. Análise de dados

Inicialmente foi avaliada a presença de *outliers* para o grupo como um todo. Uma inspeção das distribuições das variáveis revelou que, nas variáveis idade, TDE leitura, TDE aritmética, NSR dígitos, NSR figuras, dígitos score total, havia alguns escores considerados *outliers* com base nos seguintes critérios: situados três ou mais desvios-padrão abaixo ou acima da média do grupo e mais de 0,5 *DP* do último escore mais extremo. Em vista disso, essas variáveis foram submetidas ao método das metades semi-restringidas. Ou seja, tomando o cuidado de preservar a ordem dos escores periféricos, cada valor que estivesse acima ou abaixo de três desvios-padrão da média do grupo foi substituído por um valor igual ao escore não-periférico mais extremo acrescido de uma unidade de medida (Tabachnick & Fidell, 2001). Abordagens semelhantes foram utilizadas em outros estudos (e.g., Willcutt et al., 2005 e Cirino et al., 2015). Esses ajustes foram feitos para 14 participantes ao todo. Duas crianças, sendo uma do grupo com DLE e uma do grupo controle apresentaram escore extremo na idade, duas do grupo com DLEM no TDE leitura, uma criança controle no TDE aritmética, três crianças do grupo com DLEM na NSR dígitos, quatro crianças sendo duas do grupo com DLEM, uma do grupo com DLE e uma do grupo com DM na NSR figuras e duas crianças do grupo controle no dígitos score total. Após esse procedimento todas as variáveis apresentaram valores de curtose e assimetria dentro de um intervalo aceitável, ou seja, entre -1,5 e +1,5 (George & Mallery, 2010).

Mesmo após a realização do método das metades semi-restringidas para o grupo como um todo, ainda foram encontrados *outliers* (segundo os critérios descritos acima) quando as distribuições foram examinadas separadamente para cada grupo. Especificamente, isso ocorreu para quatro crianças, sendo que duas crianças do grupo comórbido exibiram escore extremo na idade e uma criança com DM e uma criança do grupo controle exibiram escore extremo no teste de NSR de figuras. Após a transformação desse escores extremos, todas as variáveis em todos os grupos apresentaram curtose e assimetria entre -1,5 e +1,5.

Dois conjuntos complementares de análises foram utilizados para examinar a relação entre as habilidades de leitura, escrita e matemática e os três componentes do processamento fonológico (ANCOVAs e análises de regressão). Inicialmente, para cada uma das variáveis dependentes investigadas (componentes do processamento

fonológico), uma ANCOVA 2 x 2, isto é, com dois fatores entre sujeitos: habilidade de matemática (dificuldade de matemática *versus* bom desempenho na matemática) e habilidade de leitura (dificuldade de leitura e escrita *versus* bom desempenho na leitura e na escrita) foi realizada. Em todas essas análises, controlou-se o efeito de diferenças na idade e na Organização Perceptual, tendo em vista as diferenças significativas encontradas entre os grupos na idade e na Organização Perceptual (usada como medida de inteligência não verbal). A inteligência não verbal tem sido apontada em vários estudos (Fuchs et al., 2006; Lopes-Silva et al., 2014 e 2016) como variável importante e possível preditora do desempenho na matemática. O design 2 x 2 é interessante, pois permite testar a hipótese de que o transtorno da leitura e o transtorno da matemática compartilham déficits fonológicos em comum (ver e.g., Landerl et al., 2009 e Willcutt et al., 2013). Especificamente, caso essa hipótese seja correta, a interação entre os fatores habilidade de leitura e habilidade de matemática deveria ser significativa. Mais especificamente, esperar-se-ia que o déficit fonológico fosse menor no grupo comórbido do que a soma dos déficits fonológicos encontrados para cada um dos dois grupos com dificuldades isoladas. Nas análises em que os efeitos principais e/ou a interação foram significativos, testes *post-hoc* com correção de *Bonferroni* foram realizados para comparar o desempenho dos quatro grupos de participantes.

Tendo em vista que a definição de quem possui ou não um transtorno de aprendizagem da leitura e/ou escrita baseia-se necessariamente em critérios arbitrários (Willcutt et al., 2013; Plomin & Kovas, 2005), as análises de covariância foram complementadas por análises de regressão múltipla. Especificamente, análises de regressão incluindo todos os participantes foram realizadas para avaliar se e, em que medida, variações nos diferentes componentes do processamento fonológico contribuem especificamente para as habilidades de leitura, escrita e matemática, para além de variações na idade cronológica e na inteligência verbal e não-verbal. As Tabelas 2 a 6 e as Figuras 1 a 7 descrevem os resultados de ambos os conjuntos de análises. Para todas as análises, o intervalo de confiança adotado foi de 95%.

4. Resultados

O objetivo do presente trabalho foi investigar se o transtorno da aprendizagem da leitura e o transtorno da aprendizagem da matemática compartilham um déficit no

processamento fonológico. Mais especificamente investigar em que medida dificuldades no processamento fonológico estão presentes em crianças com transtorno específico da aprendizagem da matemática e investigar se essas dificuldades são semelhantes àquelas de crianças com transtorno específico da aprendizagem da leitura. Os resultados das análises examinando essas questões são descritos a seguir.

4.1. Análises de covariância

Processamento fonológico

A Tabela 2 descreve a média e o desvio-padrão para as medidas dos três componentes do processamento fonológico, separadamente para os quatro grupos de participantes. Abaixo são relatados os resultados das análises para cada componente do processamento fonológico separadamente.

Tabela 2

Média (e Desvio Padrão) das Variáveis de Processamento Fonológico em Função do Grupo

Variáveis	Grupo							
	DLE		DM		DLEM		DT	
	<i>M</i>	<i>DP</i>	<i>M</i>	<i>DP</i>	<i>M</i>	<i>DP</i>	<i>M</i>	<i>DP</i>
SF	10,77 ^{bc}	4,66	13,16 ^{ab}	4,85	7,31 ^c	4,76	15,75 ^a	3,07
IF	6,55 ^{bc}	5,11	10,37 ^{ab}	6,37	4,19 ^c	4,09	14,44 ^a	5,00
CF*	-0,57 ^{bc}	0,75	-0,03 ^{ab}	0,91	-1,10 ^c	0,71	0,54 ^a	0,58
NSR dígitos	29,98 ^b	5,86	25,58 ^a	3,73	33,28 ^b	11,13	25,23 ^a	3,92
NSR figuras	56,30 ^b	13,89	48,74 ^a	11,71	64,06 ^b	16,81	45,37 ^a	8,33
DT	11,23 ^b	2,54	11,16 ^b	2,29	10,56 ^b	1,67	13,64 ^a	2,72

Nota: SF=tarefa de subtração de fonemas, IF=tarefa de inversão de fonemas, CF = Consciência fonêmica, NSR=nomeação seriada rápida, DT = dígitos escore total. *Escore z composto. Células com sobrescritos diferentes diferem significativamente entre si, $p < 0,05$ (de acordo com testes *post-hoc de Bonferroni*, calculados em seguida à realização de uma ANCOVA com o fator grupo como fator entre-sujeitos e com a idade e a Organização Perceptual como covariáveis). Ver Apêndice F com médias e *SEs* estimados, após o controle da idade e da OP.

4.1.1. Consciência fonêmica

Análises de covariância 2 (habilidade de leitura) x 2 (habilidade de matemática), com a variável composta de consciência fonêmica como variável dependente, mostraram efeitos significativos tanto para a habilidade de leitura, $F(1, 108) = 43,52, p = 0,00, \eta^2_p = 0,29$ quanto para a habilidade de matemática, $F(1, 108) = 6,88, p = 0,01, \eta^2_p = 0,06$. Apenas a covariável Organização Perceptual ($p = 0,00$) foi significativa. Conforme ilustrado na Figura 1, a interação entre a habilidade de leitura e matemática não foi significativa, $F(1, 108) = 0,03, p = 0,89, \eta^2_p = 0,00$.

Embora o efeito de ambos os fatores principais tenha sido significativo, o efeito da habilidade de leitura foi muito maior do que o efeito da habilidade de matemática. De fato, como pode ser observado na Tabela 2, enquanto ambos os grupos com dificuldade de leitura, i. e., o grupo com DLE e o grupo com DLEM, apresentaram escores significativamente inferiores ao grupo controle (ambos os $ps = 0,000$), a diferença entre o grupo com dificuldade isolada de matemática e o grupo controle não chegou a ser estatisticamente significativa ($p = 0,13$). Por outro lado, houve uma tendência para as crianças com DM apresentarem escores significativamente superiores ao das crianças com DLE ($p = 0,06$) e ao das crianças com DLEM ($p = 0,001$), as quais não diferiram significativamente entre si ($p = 0,65$).

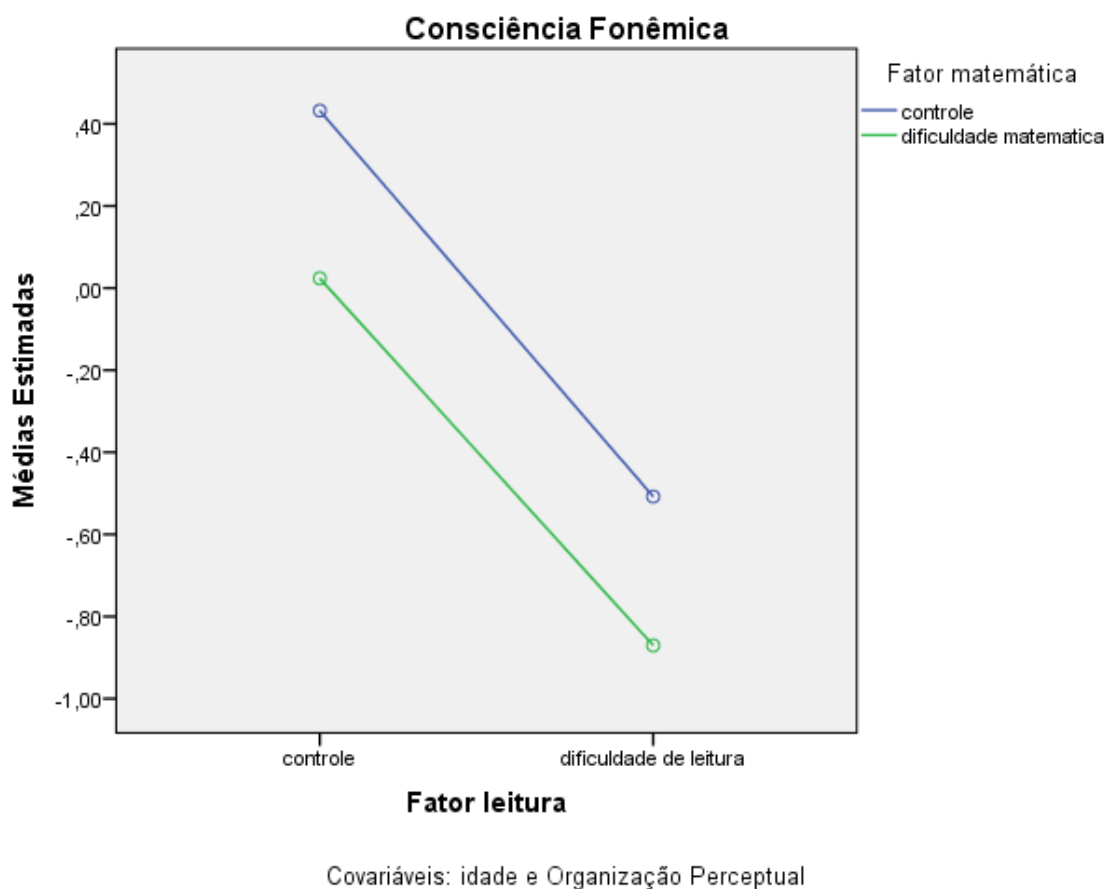


Figura 1: Desempenho médio em CF em função da habilidade de leitura e da habilidade de matemática

4.1.2. Nomeação seriada rápida

Apenas o efeito da habilidade de leitura foi significativo, $F(1, 108) = 25,14$, $p = 0,00$, $\eta^2_p = 0,19$, na ANCOVA com a tarefa de nomeação seriada rápida de dígitos como variável dependente. Ambas as covariáveis apresentaram resultados significativos, idade ($p = 0,02$) e Organização Perceptual ($p = 0,00$). O efeito da habilidade de matemática não foi significativo, $F(1, 108) = 0,13$, $p = 0,72$, $\eta^2_p = 0,00$. Como ilustrado na Figura 2, a interação entre os fatores habilidade de leitura e habilidade de matemática tampouco foi significativa, $F(1, 108) = 0,05$, $p = 0,82$, $\eta^2_p = 0,00$. Comparações entre todos os pares de grupos (testes *post-hoc de Bonferroni*) indicaram que as crianças com DLE e com DLEM não diferiram entre si na tarefa de NSR dígitos ($p = 1,00$) e apresentaram escores significativamente inferiores aos escores apresentados pelos controles (ambos $ps = 0,00$)

e pelo grupo com DM (ambos $ps = 0,01$), os quais não diferiram entre si ($p = 1,00$) (ver Tabela 2).

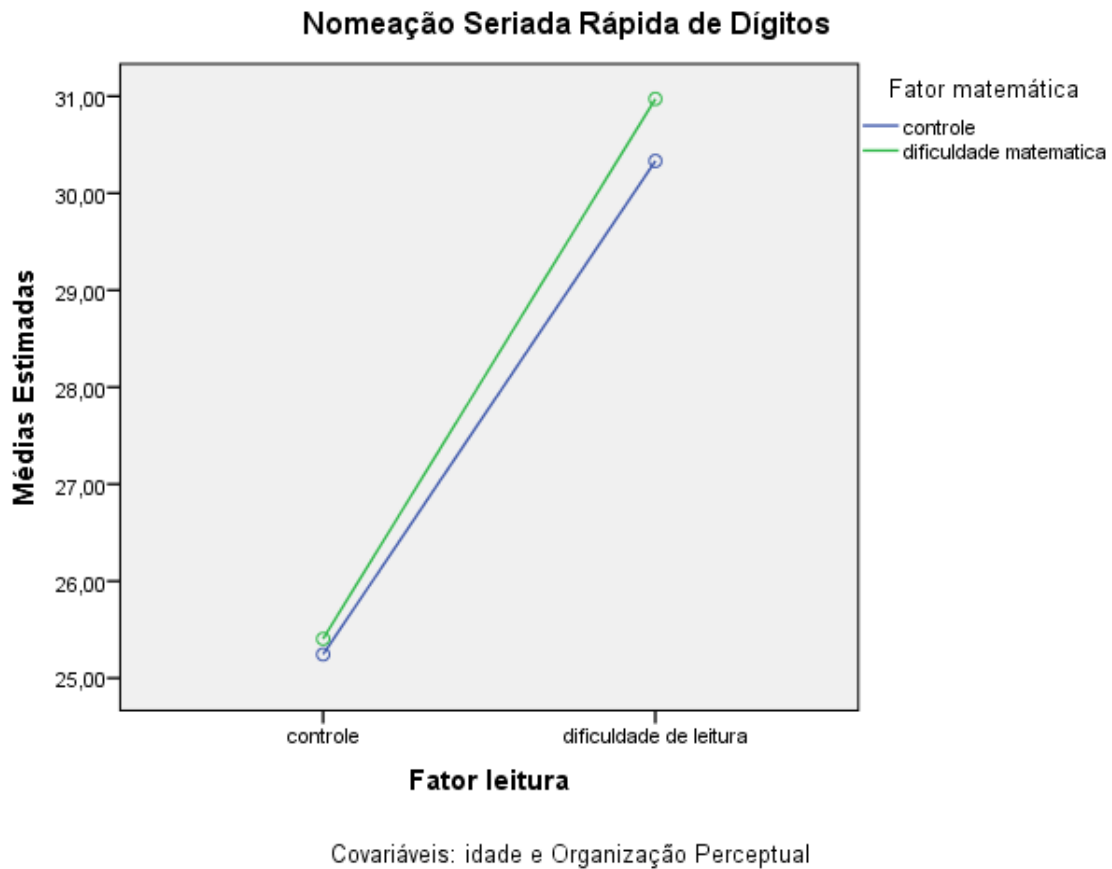


Figura 2: Desempenho médio em NSR dígitos em função da habilidade de leitura e da habilidade de matemática

Resultados semelhantes foram obtidos para a tarefa de nomeação seriada rápida de figuras, em que apenas o efeito da habilidade de leitura foi significativo, $F(1, 108) = 32,58$, $p = 0,00$, $\eta^2_p = 0,23$. Novamente, ambas as covariáveis, idade ($p = 0,02$) e Organização Perceptual ($p = 0,01$) tiveram efeitos significativos. O efeito da habilidade de matemática também não foi significativo, $F(1, 108) = 1,55$, $p = 0,22$, $\eta^2_p = 0,01$. Como ilustrado na Figura 3, a interação entre os fatores habilidade de leitura e habilidade de matemática também não foi significativa, $F(1, 108) = 0,40$, $p = 0,53$, $\eta^2_p = 0,00$. Como pode ser visto na Tabela 2, testes *post-hoc de Bonferroni* com comparações entre todos os grupos mostraram que ambos os grupos com dificuldade de leitura, i. e., DLE e DLEM apresentaram escores significativamente inferiores aos controles (ambos $ps = 0,00$) e ao

grupo com DM (ambos $p < 0,02$) e não diferiram entre si ($p = 1,00$). O grupo com DM não diferiu dos controles ($p = 1,00$).

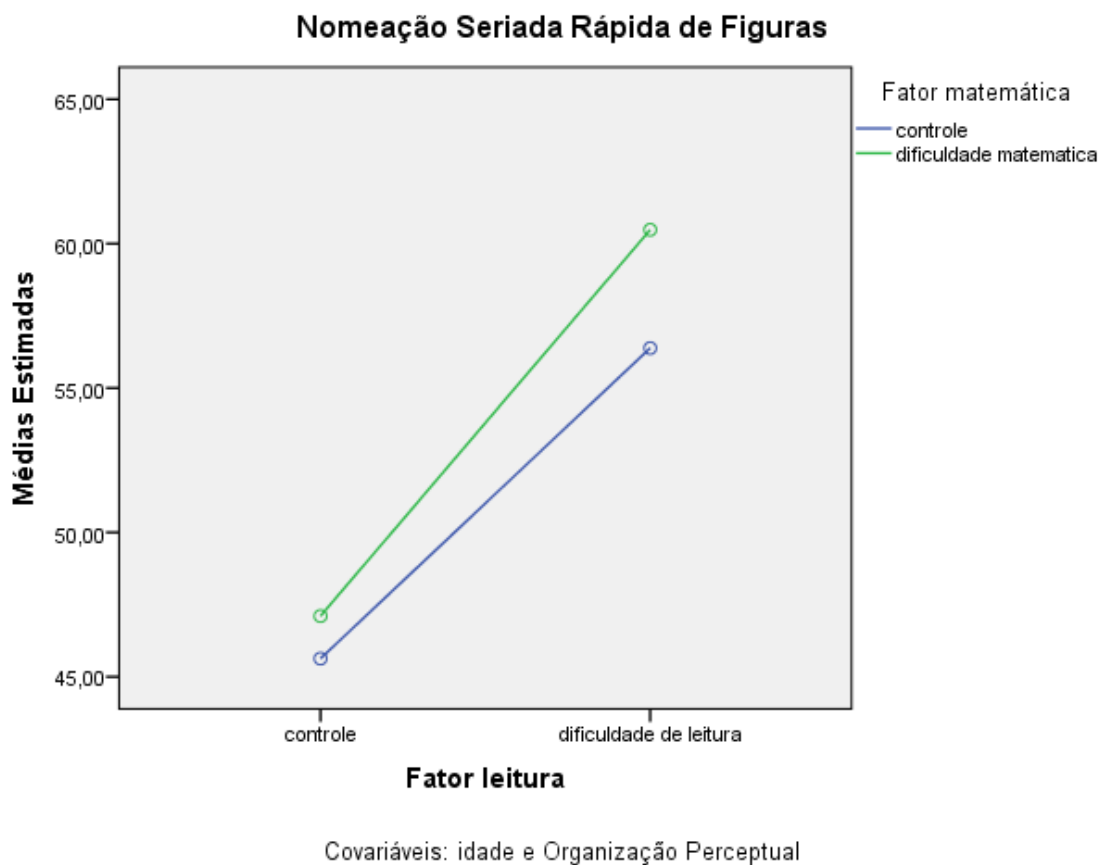


Figura 3: Desempenho médio em NSR figuras em função da habilidade de leitura e da habilidade de matemática

4.1.3. Memória verbal

Como os resultados encontrados para a NSR, apenas o efeito da leitura ($F(1, 108) = 5,69, p = 0,02, \eta^2_p = 0,05$) foi significativo, embora o efeito da habilidade de matemática tenha sido marginalmente significativo ($F(1, 108) = 2,88, p = 0,09, \eta^2_p = 0,03$). Apenas a covariável Organização Perceptual ($p = 0,05$) foi significativa, enquanto variações na idade não apresentaram efeito significativo ($p = 0,12$). Ao contrário dos resultados encontrados para a CF e a NSR, a interação entre a habilidade de leitura e a habilidade de matemática foi significativa (ver Figura 4), $F(1, 108) = 4,39, p = 0,04, \eta^2_p = 0,04$. Como pode ser visto na Figura 4, essa interação resultou do fato de que o desempenho do grupo comorbido em memória verbal foi equivalente ao desempenho dos grupos com

dificuldade isolada de leitura e escrita e dificuldade isolada de matemática. De fato, testes *post-hoc de Bonferroni* com comparações entre todos os pares de grupos indicaram que os três grupos clínicos não diferiram entre si ($p = 1,00$) e apresentaram escores significativamente inferiores aos controles ($p < 0,03$).

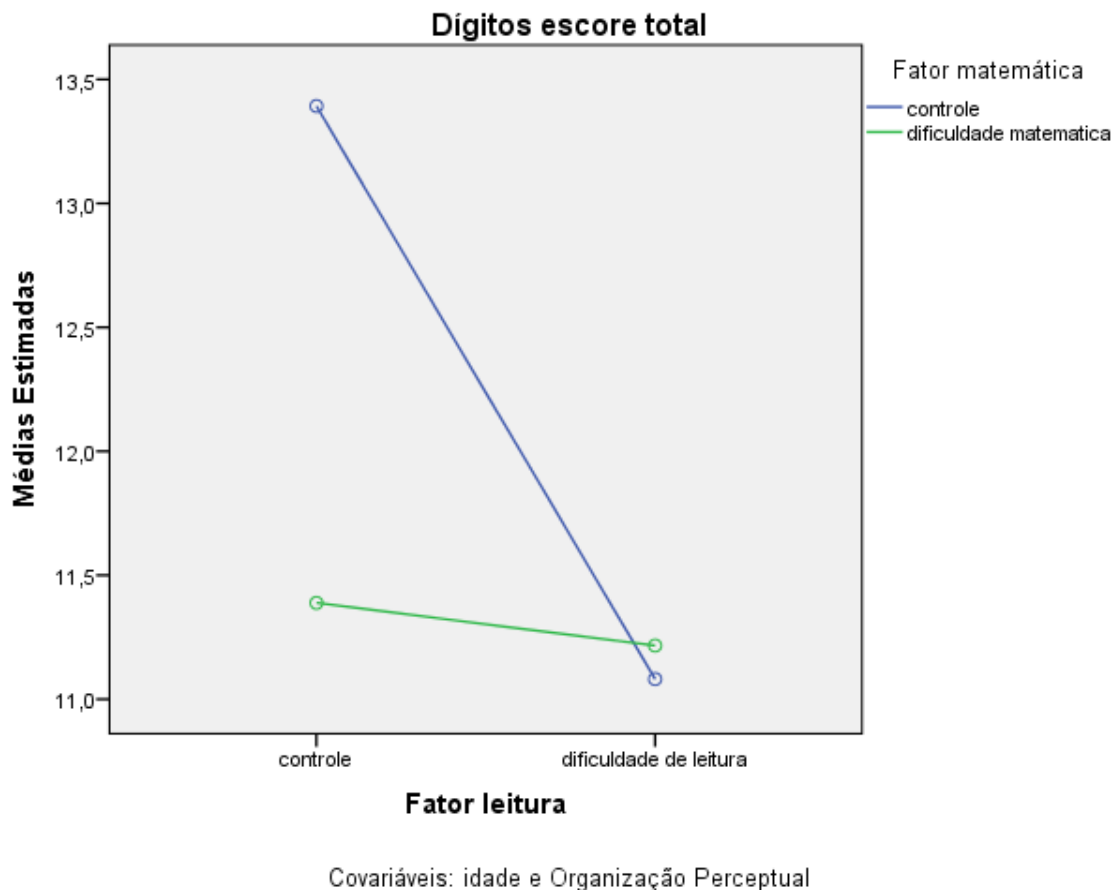


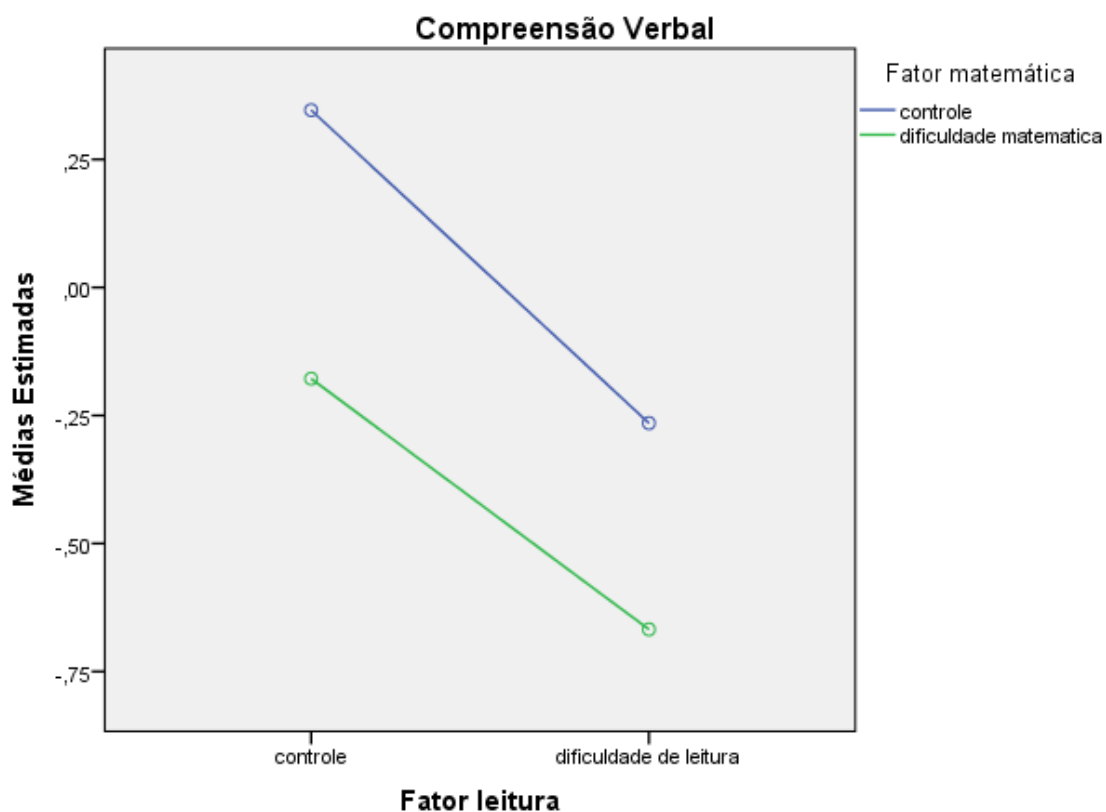
Figura 4: Desempenho médio em memória verbal em função da habilidade de leitura e da habilidade de matemática

4.1.4. Compreensão verbal

Alguns estudos têm mostrado que tanto crianças com dificuldades de matemática (Moll et al., 2015b; Gonçalves et al., 2012) quanto aquelas com dificuldades de leitura (Pennington & Bishop, 2009; Snowling, 2014) apresentam dificuldades de linguagem quando comparadas com crianças sem dificuldades de aprendizagem. De fato, alguns pesquisadores têm sugerido que crianças com transtorno de aprendizagem da leitura e crianças com transtorno da aprendizagem da matemática compartilham déficits na

Compreensão Verbal (e.g., Peterson et al., 2016). Em vista disso, uma ANCOVA 2 (leitura normal vs. dificuldade de leitura) x 2 (matemática normal vs. dificuldade de matemática) com o fator Compreensão Verbal como variável dependente foi realizada para avaliar a hipótese de que a interação entre a habilidade de leitura e matemática é significativa, o que iria corroborar essa hipótese.

Os resultados revelaram efeitos significativos tanto para a habilidade de leitura ($F(1, 108) = 18,00, p = 0,00, \eta^2_p = 0,14$) quanto para habilidade de matemática ($F(1, 108) = 11,42, p = 0,00, \eta^2_p = 0,10$), após o efeito de variações na idade ($p = 0,72$) e na Organização Perceptual ($p = 0,00$) terem sido controlados. No entanto, não encontramos um efeito significativo para a interação entre a habilidade de leitura e matemática ($F(1, 108) = 0,23, p = 0,63, \eta^2_p = 0,00$), conforme ilustrado na Figura 5. Comparações entre todos os pares de grupos (testes *post-hoc de Bonferroni*) indicaram que os três grupos clínicos apresentaram desempenho significativamente inferior aos controles ($p < 0,01$) e não diferiram significativamente entre si (todos os $ps > 0,12$). Embora não tenha havido uma diferença significativa entre o grupo comórbido e os demais grupos clínicos, as crianças do grupo comórbido tiveram um desempenho numericamente inferior ao das crianças com DLE ($p = 0,34$) e com DM ($p = 0,12$).



Covariáveis: idade e Organização Perceptual

Figura 5: Desempenho médio em Compreensão Verbal em função da habilidade de leitura e da habilidade de matemática

4.2. Análises de covariância adicionais investigando a contribuição do fator habilidade de matemática para a CF

Como discutido no primeiro capítulo, alguns autores encontram uma associação significativa entre a CF e a habilidade de matemática (Hecht et al., 2001; Krajewski e Schneider, 2009; Lopes-Silva et al., 2014, 2016), enquanto outros estudos não encontraram uma correlação significativa entre essas variáveis (de Jong e van der Leij, 1999; Durand et al., 2005; Archibald et al., 2013; Gonçalves et al., 2012). Assim, os resultados encontrados na literatura são contraditórios. Para investigar melhor a contribuição da habilidade de matemática para a CF, análises adicionais foram realizadas. Primeiramente foram realizadas ANCOVAs com o fator leitura e o fator matemática como os dois fatores entre sujeitos e a variável composta de consciência fonêmica como variável dependente, com as variáveis idade, OP e CV como covariáveis, para investigar

se o fator matemática continuaria contribuindo para a CF após o controle de variações na CV. No segundo momento, ANCOVAs 2 (habilidade de leitura) x 2 (habilidade de matemática), com a variável de consciência fonêmica como variável dependente e a idade, a OP, a CV e a memória verbal (MV) como covariáveis foram realizadas, para investigar se a contribuição da matemática para a CF é mediada por variações na MV. Isso foi realizado, tendo em vista que os testes de CF utilizados no nosso estudo pressupõe a habilidade de memória verbal.

4.2.1. ANCOVAs 2 x 2 com a idade, a OP e a CV como covariáveis

Análises de covariância 2 (habilidade de leitura) x 2 (habilidade de matemática), com a variável composta de consciência fonêmica como variável dependente, com as variáveis idade ($p = 0,11$), Compreensão Verbal ($p = 0,10$) e Organização Perceptual ($p = 0,00$), como covariáveis, continuaram mostrando efeitos significativos tanto da habilidade de leitura, $F(1, 107) = 30,58, p = 0,00, \eta^2p = 0,22$ quanto da habilidade de matemática, $F(1, 107) = 4,01, p = 0,05, \eta^2p = 0,04$, para a CF, embora o efeito da habilidade de leitura tenha sido, ainda, muito maior do que o efeito da habilidade de matemática. Conforme ilustrado na Figura 6, a interação entre a habilidade de leitura e matemática não foi significativa, $F(1, 107) = 0,01, p = 0,93, \eta^2p = 0,00$. Os mesmos resultados das comparações entre todos os pares de grupos (testes *post hoc* de *Bonferroni*) na ANCOVA controlando apenas as variações na idade e na OP, foram obtidos nessa análise de covariância.

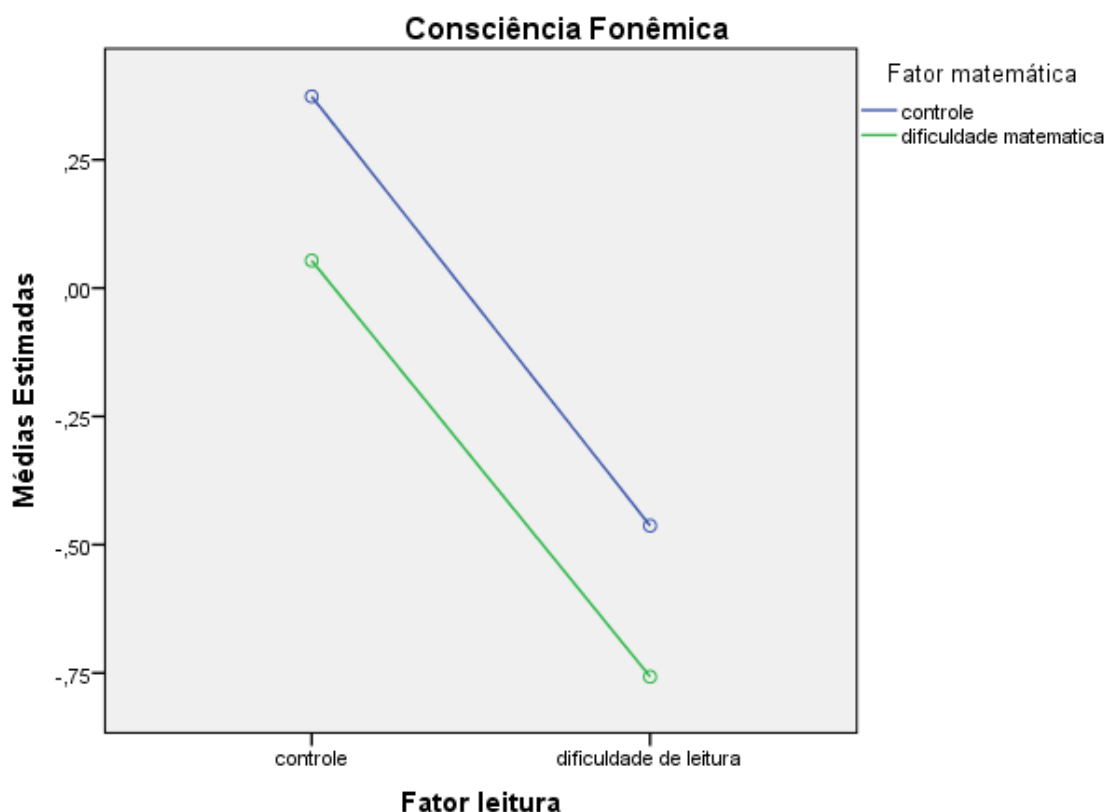
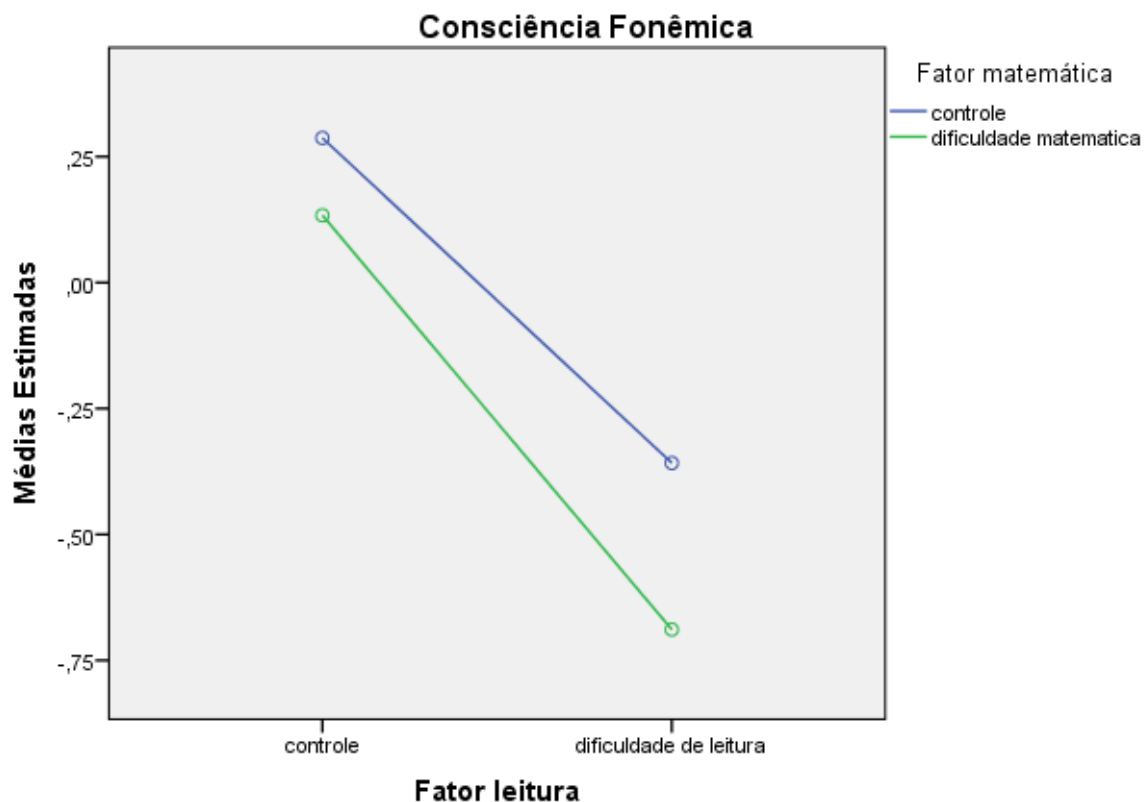


Figura 6: Desempenho médio em CF em função da habilidade de leitura e da habilidade de matemática, com a idade, a OP e a CV como covariáveis

4.2.2. ANCOVAs 2 x 2 com a idade, a OP, a CV e a MV como covariáveis

Apenas o efeito da habilidade de leitura foi significativo, $F(1, 106) = 27,12$, $p = 0,00$, $\eta^2_p = 0,20$, na ANCOVA com a CF como variável dependente, com as covariáveis idade ($p = 0,02$), OP ($p = 0,00$), CV ($p = 0,25$) e MV ($p = 0,00$). Após esse controle, o efeito da habilidade de matemática deixou de ser significativo, $F(1, 106) = 2,82$, $p = 0,096$, $\eta^2_p = 0,03$. Como ilustrado na Figura 7, a interação entre os fatores habilidade de leitura e habilidade de matemática tampouco foi significativa, $F(1, 106) = 0,47$, $p = 0,49$, $\eta^2_p = 0,00$. Comparações entre todos os pares de grupos (testes *post-hoc de Bonferroni*) apresentaram resultados semelhantes às ANCOVAs com apenas a idade e a OP como covariáveis.



Covariáveis: idade, Organização Perceptual, Compreensão Verbal e Memória Verbal

Figura 7: Desempenho médio em CF em função da habilidade de leitura e da habilidade de matemática, com a idade, a OP, a CV e a MV como covariáveis

4.3. Análises de regressão

A Tabela 3 apresenta os resultados de análises de correlação de Pearson para as diversas medidas utilizadas no estudo e entre essas medidas e a idade cronológica dos participantes, para o grupo como um todo, ou seja, para as 114 crianças que participaram do estudo. Como é possível observar nessa tabela, a idade cronológica dos participantes correlacionou-se apenas com o desempenho no subteste de aritmética do TDE. De um modo geral, todas as outras correlações foram significativas. As medidas de inteligência verbal e não verbal correlacionaram-se com as três medidas de desempenho acadêmico e, como era de se esperar, as três medidas de desempenho acadêmico, i.e., leitura, escrita e aritmética, correlacionaram-se entre si. Da mesma forma, as quatro medidas do processamento fonológico correlacionaram-se significativamente com a leitura, a escrita

e a aritmética. Finalmente, com exceção da associação entre a OP e a NSR de dígitos, as habilidades de processamento fonológico correlacionaram-se significativamente com variações nas medidas de inteligência verbal e não verbal.

Tabela 3
Correlações de Pearson entre as Diversas Medidas

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Idade	1									
2. Leitura	0,09	1								
3. Escrita	-0,07	0,81**	1							
4. Aritmética	0,35**	0,51**	0,45**	1						
5. CV	0,09	0,52**	0,55**	0,61**	1					
6. OP	0,17	0,41**	0,40**	0,53**	0,52**	1				
7. CF ^a	0,05	0,69**	0,71**	0,47**	0,56**	0,53**	1			
8. NSRd	-0,13	-0,51**	-0,46**	-0,35**	-0,38**	-0,15	-0,26*	1		
9. NSRf	-0,14	-0,57**	-0,52**	-0,40**	-0,35**	-0,29*	-0,52**	0,50**	1	
10. MV	0,18	0,44**	0,45**	0,52**	0,43**	0,35**	0,55**	-0,32*	-0,38**	1

Nota. Leitura=TDE Leitura; Escrita=TDE Escrita; Aritmética=TDE Aritmética; CV=Compreensão Verbal; OP= Organização Perceptual; CF= Consciência Fonêmica, NSR d=Nomeação Seriada Rápida dígitos, NSR f=Nomeação Seriada Rápida figuras, MV= Memória Verbal (avaliada pelo dígitos escore total). ^aEscore z compostos. p<0,01*, p<0,001**

Tendo em vista esse padrão de intercorrelações, análises de regressão múltipla foram realizadas com o objetivo de examinar em que medida variações em cada um dos componentes do processamento fonológico contribui para as variações na habilidade de leitura, escrita e matemática, independentemente de variações nos demais componentes do processamento fonológico, na idade e nas medidas de inteligência verbal e não verbal. Duas análises foram realizadas para cada variável dependente: uma análise em que a medida de NSR correspondia à NSR de dígitos, e uma em que ela correspondia à NSR de figuras. Os resultados dessas análises são descritos nas Tabelas 4, 5 e 6.

4.3.1. Leitura

Tabela 4
Análises de Regressão Múltipla: O Processamento Fonológico Contribui Unicamente Para a Leitura?

VI	Variável dependente				Variável dependente				
	TDE Leitura				TDE Leitura				
	B	SE	β	t	B	SE	β	t	
Idade	0,06	0,05	0,09	1,31	Idade	0,05	0,05	0,07	1,00

CV ^a	0,70	0,60	0,10	1,16	CV ^a	1,20	0,60	0,16	2,00*
OP ^a	0,12	0,58	0,02	0,21	OP ^a	0,07	0,59	0,01	0,11
CF ^a	3,68	0,56	0,58	6,62***	CF ^a	2,94	0,62	0,47	4,77***
NSR d	-0,31	0,07	-0,29	-4,28***	NSR f	-0,13	0,04	-0,26	-3,45**
MV	-0,04	0,17	-0,02	-0,27	MV	0,02	0,17	0,01	0,14
$F(6,107) = 26,82^{***}$					$F(6,107) = 24,54^{***}$				
$R^2 = 0,58$					$R^2 = 0,56$				

Nota: VI=variáveis independentes; CV=Compreensão Verbal; OP= Organização Perceptual; CF= Consciência Fonêmica, NSR d=Nomeação Seriada Rápida dígitos, NSR f=Nomeação Seriada Rápida figuras, MV= Memória Verbal (avaliada pelo dígitos escore total). ^aEscore z compostos. p<0,05*, p<0,01**, p<0,001***

Como pode ser visto na Tabela 4, em ambas as análises, variações na CF e na NSR contribuíram significativa e independentemente para as variações na habilidade de leitura. A única diferença foi que no modelo com a NSR de figuras, além da CF e da NSR, a CV também contribuiu significativamente para as variações na habilidade de leitura.

4.3.2. Escrita

Tabela 5

Análises de Regressão Múltipla: O Processamento Fonológico Contribui Unicamente Para a Escrita?

VI	Variável dependente				Variável dependente				
	TDE Escrita				TDE Escrita				
	B	SE	β	t	B	SE	β	t	
Idade	-0,06	0,05	-0,08	-1,26	Idade	-0,07	0,05	-0,10	-1,44
CV ^a	1,19	0,62	0,16	1,92	CV ^a	1,67	0,62	0,22	2,71*
OP ^a	-0,03	0,60	-0,00	-0,05	OP ^a	-0,08	0,61	-0,01	-0,14
CF ^a	3,50	0,57	0,54	6,10***	CF ^a	2,82	0,64	0,43	4,44***
NSR d	-0,29	0,07	-0,27	-3,93***	NSR f	-0,12	0,04	-0,23	-3,10**
MV	0,05	0,17	0,02	0,29	MV	0,12	0,17	0,05	0,66
$F(6,107) = 26,59^{***}$					$F(6,107) = 24,46^{***}$				
$R^2 = 0,58$					$R^2 = 0,56$				

Nota: VI=variáveis independentes; CV=Compreensão Verbal; OP= Organização Perceptual; CF= Consciência Fonêmica, NSR d=Nomeação Seriada Rápida dígitos, NSR f=Nomeação Seriada Rápida figuras, MV= Memória Verbal (avaliada pelo dígitos score total). ^a Escores z compostos. $p<0,05^*$, $p<0,01^{**}$, $p<0,001^{***}$

A Tabela 5 mostra que, de forma semelhante ao resultado obtido para a habilidade de leitura, em ambas as análises, a CF e a NSR predisseram significativamente o desempenho na tarefa de ditado de palavras do TDE. Da mesma forma, no modelo com a NSR de figuras, além da CF e da NSR, a CV também contribuiu significativamente para as variações na habilidade de escrita. Como ocorreu para a habilidade de leitura de palavras, variações na idade, na inteligência não verbal e na MV não contribuíram para as variações na habilidade de escrita de forma significativa, quando consideradas em conjunto com a CV, a CF e a NSR.

4.3.3. Matemática

Tabela 6

Análises de Regressão Múltipla: O Processamento Fonológico Contribui Unicamente Para a Matemática?

VI	Variável dependente				Variável dependente				
	TDE Aritmética				TDE Aritmética				
	B	SE	β	t	B	SE	β	t	
Idade	0,16	0,05	0,24	3,58**	Idade	0,15	0,05	0,23	3,33**
CV ^a	2,28	0,56	0,35	4,05***	CV ^a	2,29	0,54	0,35	4,25***
OP ^a	1,28	0,54	0,19	2,36*	OP ^a	1,32	0,54	0,20	2,47*
CF ^a	0,33	0,52	0,06	0,63	CF ^a	-0,02	0,56	-0,0	-0,03
NSR d	-0,04	0,07	-0,04	-0,52	NSR f	-0,06	0,03	-0,13	-1,66
MV	0,42	0,16	0,22	2,70**	MV	0,41	0,15	0,22	2,71**
	$F(6,107) = 22,50^{***}$				$F(6,107) = 23,43^{***}$				
	$R^2 = 0,53$				$R^2 = 0,54$				

Nota: CV=Compreensão Verbal; OP= Organização Perceptual; CF= Consciência Fonêmica, NSR=Nomeação Seriada Rápida, MV= Memória Verbal (avaliada pelo dígitos total de pontos). *Escore z compostos. $p<0,05^*$, $p<0,01^{**}$, $p<0,001^{***}$

Ao contrário dos resultados obtidos para a leitura e a escrita, nem a CF, nem a NSR (de dígitos ou figuras), contribuíram significativamente para variações na habilidade de matemática. Em contrapartida, a idade, a compreensão verbal, a organização perceptual e a memória verbal explicaram, cada uma, uma porção significativa das diferenças individuais no teste utilizado para avaliar as habilidades matemáticas no presente estudo (ver Tabela 6).

5. Discussão

Os transtornos da leitura e da matemática co-ocorrem frequentemente – mais frequentemente do que seria esperado ao acaso. Segundo o modelo de déficits múltiplos (e.g., Pennington, 2006), essa comorbidade elevada resulta do fato de que, além de apresentarem déficits específicos, esses transtornos apresentam déficits em comum entre si. Nesse sentido, os resultados desse estudo serão discutidos em relação a dois pontos, a saber, 1) investigar a hipótese de que o transtorno específico da aprendizagem da leitura e o transtorno específico da aprendizagem da matemática resultam, ambos, de uma multiplicidade de déficits cognitivos; alguns dos quais são específicos e outros compartilhados; e 2) investigar a hipótese de que os dois transtornos compartilham déficits no processamento fonológico e que esses déficits explicariam a elevada comorbidade entre os dois transtornos.

Os resultados do presente estudo foram claramente consistentes com (1). Ou seja, consistentemente com o modelo dos déficits múltiplos (Pennington, 2006), os grupos com dificuldades de aprendizagem, mesmo aqueles com dificuldades isoladas de leitura ou matemática, apresentam déficits em duas ou mais das habilidades avaliadas, quando comparados ao grupo controle. Além disso, análises de regressão múltipla revelaram que diversas habilidades contribuem independentemente para as variações na habilidade de leitura e matemática. Por outro lado, os resultados para a segunda questão não foram tão claros. Os resultados do presente estudo confirmaram os resultados de estudos anteriores de que os transtornos da aprendizagem da leitura estão associados a déficits em todos os componentes do processamento fonológico (Denckla & Rudel, 1976; Vellutino & Scanlon, 1987; Snowling, 1995; Gathercole, Hitch & Martin, 1997). Por outro lado, os resultados do presente estudo questionam a hipótese de que os transtornos da aprendizagem da matemática e os transtornos da leitura compartilham déficits no

processamento fonológico. Conforme é discutido a seguir, ao contrário do grupo com dificuldades de leitura (isoladas ou não) o grupo com dificuldades isoladas de matemática não apresentou déficits na CF e na NSR, quando comparado aos controles. Além disso, ao contrário do que seria esperado caso déficits nessas habilidades fossem compartilhados pelos dois transtornos, o grupo comórbido apresentou um desempenho inferior ao apresentado pelos dois grupos com dificuldades isoladas tanto na CF quanto na NSR. Em contrapartida, os três grupos de crianças com dificuldades de aprendizagem apresentaram desempenho igualmente ruim e inferior ao apresentado pelos controles na MV, sugerindo que déficits na MV são comuns ao transtorno de aprendizagem da leitura e ao transtorno da aprendizagem da leitura e, possivelmente, contribuem para a comorbidade elevada observada entre eles. Esses resultados são discutidos mais detalhadamente a seguir.

5.1. Perfis cognitivos no processamento fonológico de cada grupo com dificuldade de aprendizagem

5.1.1. Dificuldades isoladas de leitura e escrita

Nossos resultados mostraram que as crianças com dificuldades de aprendizagem da leitura e da escrita apresentaram um desempenho significativamente inferior ao dos controles na CF, na NSR e na MV, independentemente de apresentarem ou não dificuldades de aprendizagem da matemática. Esses resultados foram obtidos mesmo após o controle do efeito de variações na CV e na OP, confirmando o resultado de estudos que compararam crianças com dificuldades de aprendizagem da leitura e crianças com desenvolvimento típico (e.g., Landerl et al., 2009, Willcutt et al., 2013; Cirino et al., 2015; Slot et al., 2016).

Os resultados das análises de regressão múltipla incluindo todos os participantes mostraram que variações na CF e na NSR contribuíram especificamente para variações na leitura e na escrita e explicaram grande parte das variações nessas habilidades. Resultados semelhantes foram encontrados por vários estudos (Landerl et al., 2009; Willcutt et al., 2013; Slot et al., 2016). Por outro lado, a memória verbal não contribuiu com variação adicional para a leitura ou a escrita, quando considerada em conjunto com as demais variáveis incluídas no presente estudo, a saber, a idade, a CF, a NSR, a OP e a CV. Há, de fato, evidência de que, relativamente à CF e à NSR, a MV contribui relativamente pouco para variações na habilidade de leitura (e.g., Landerl et al., 2013).

Em suma, nossos resultados reiteram a importância do processamento fonológico, sobretudo da CF e da NSR, para a aprendizagem da leitura e da escrita.

5.1.2. Dificuldades isoladas de matemática

Nossos resultados sugerem que as dificuldades isoladas de matemática não estão associadas a déficits na CF e na NSR, mas apenas a déficits na MV e são, portanto, convergentes aos achados de Landerl et al. (2009). Cirino et al. (2015) encontraram resultados semelhantes, mas o grupo com dificuldades isoladas de matemática do seu estudo também apresentou déficits na NSR alfanumérica, embora consideravelmente menores do que o grupo com dificuldade de leitura e os controles.

Embora tenhamos encontrado um efeito positivo para o fator habilidade de matemática na ANCOVA avaliando a CF (resultados contrastantes com os relatados por Landerl et al., 2009) é possível que esse efeito tenha resultado do fato de que várias crianças com dificuldade de matemática, também tinham dificuldade de leitura (i.e., as crianças do grupo comórbido). Em uma ANCOVA controlando o efeito de variações na idade, na OP, na CV e na MV, variáveis notadamente importantes para o desempenho na matemática, o efeito da habilidade de matemática não foi mais significativo. Além disso, de forma semelhante ao encontrado por Landerl et al. (2009) a interação entre os fatores habilidade de leitura e habilidade de matemática não foi significativa, um resultado que indica que déficits na CF não são compartilhados pelos transtornos da aprendizagem da leitura e da matemática. Da mesma forma, as crianças do grupo com DM não diferiram significativamente dos controles nas tarefas de consciência fonêmica utilizadas nesse estudo.

Assim, em relação à CF, nossos achados são contrastantes com os relatados por De Smedt et al. (2010), Lopes-Silva et al. (2014), Lopes-Silva et al. (2016), Slot et al. (2016). Uma possível explicação para esses resultados é que, como sugerido por Moll et al. (2015b), é possível que se a habilidade de linguagem oral não for controlada em estudos de desenvolvimento da aritmética, então uma medida de consciência fonológica pode atuar como uma medida indireta para a linguagem, sendo que a contribuição da CF, seria, na verdade, devido à alta correlação encontrada entre a CF e a linguagem. Em consonância com esse argumento, todos os autores supracitados (i.e., De Smedt et al., 2010; Lopes-Silva et al., 2014; Lopes-Silva et al., 2016 e Slot et al., 2016) não

controlaram a linguagem, ou a inteligência verbal dos participantes em suas análises. Outra possibilidade é que as dificuldades experimentadas por crianças com dificuldades de matemática em tarefas de CF podem ser explicadas por suas dificuldades de memória verbal, tendo em vista que tais tarefas, requerem, com frequência a habilidade de memória verbal de trabalho. Como proposto por Hecht et al. (2001), sugere-se que o efeito significativo da habilidade de matemática para a CF, pode ser explicado pelo fato de que, os mesmos recursos de memória verbal de trabalho que são ligados à resolução de problemas de matemáticos são utilizados para realizar tarefas de consciência fonológica. Assim, é provável que as tarefas de consciência fonológica sejam preditores de diferenças individuais em habilidades de matemática porque tanto a realização de tarefas de CF, como a matemática requerem substancialmente recursos dedicados à memória verbal. Em consonância com esse argumento, como mencionado anteriormente, no nosso estudo, após o controle de variações na idade, na OP, na CV e na MV, o efeito da habilidade de matemática não foi mais significativo para a CF.

De um modo geral, os estudos não indicam uma relação entre a NSR e a matemática (Peterson et al., 2016; de Jong & van der Leij, 1999; Landerl et al., 2009; Slot et al., 2016), embora alguns estudos tenham encontrado uma relação para a NSR de dígitos e a matemática, argumentando que a NSR de dígitos seria importante para o desenvolvimento da matemática, na medida em que a habilidade de acessar representações numéricas contribuiria para as variações na habilidade de matemática (Willburger, Fussenegger, Moll, Wood, & Landerl, 2008; Gonçalves et al., 2012). Os resultados do presente estudo sugerem, no entanto, que déficits na NSR de dígitos ou de figuras não estão presentes em crianças com dificuldades isoladas de matemática, sendo convergentes aos resultados encontrados por Landerl et al. (2009) e Slot et al. (2016).

Nossos resultados referentes à existência de déficits na memória verbal em crianças com dificuldades isoladas de matemática são consistentes com os resultados encontrados por vários estudiosos (ver Raghobar, Barnes & Hecht, 2010 para uma revisão de literatura; Landerl et al., 2009; Willcutt et al., 2013; Gonçalves et al., 2012; Moll et al., 2015a; Cirino et al., 2015). Como sugerido por Hecht et al. (2001), durante a resolução de problemas, as representações fonológicas dos termos, bem como a resposta gerada, precisam ser mantidas na memória verbal de trabalho. Por exemplo, a criança pode codificar "um mais dois igual" ao resolver um problema aritmético simples (e.g., " $1 + 2 =$ "). Com uma memória de trabalho fraca, a representação dos números pode enfraquecer

antes que uma estratégia de processamento baseada em contagem, por exemplo, se complete. A eficiência da memória verbal também pode influenciar a capacidade das crianças de recuperar rápida e precisamente respostas aritméticas simples da memória de longo prazo. As respostas aritméticas simples parecem ser recuperadas eficientemente quando se formam ligações fortes entre os problemas aritméticos e suas representações de respostas corretas na memória de longo prazo. Da mesma forma, a codificação e a manutenção eficientes da informação fonológica na memória de trabalho devem permitir que a criança consagre a máxima quantidade de recursos atencionais possível à resolução dos problemas matemáticos (Hecht et al., 2001).

Nossos resultados para as análises de regressão múltipla sugerem que as variações na matemática são explicadas por variações na idade, na inteligência verbal, na inteligência não verbal e na MV, mas não por variações na CF ou na NSR, tanto alfanumérica quanto não alfanumérica. Em consonância com os resultados encontrados por Landerl et al. (2009), Willcutt et al. (2013), variações na consciência fonêmica e na velocidade de nomeação associaram-se à habilidade de leitura, mas não à habilidade de matemática. Nossos resultados são contrastantes com os apresentados por Slot et al. (2016), que encontraram uma contribuição significativa da consciência fonológica tanto para a leitura e escrita quanto para a matemática. Como discutido anteriormente, é possível que esses resultados tenham sido encontrados, pois os autores não incluíram as medidas de inteligência verbal e não verbal no modelo de equação estrutural.

5.1.3. Coocorrência da dificuldade de leitura e escrita e da dificuldade de matemática

Os resultados do presente estudo sugerem que, se algum déficit no processamento fonológico é compartilhado entre o transtorno específico da aprendizagem da leitura e o transtorno específico da aprendizagem da matemática, este déficit é na MV. Como relatado anteriormente, além dos três grupos clínicos terem apresentado desempenho significativamente inferior aos controles na MV, o efeito da interação entre o fator leitura e o fator matemática foi significativo apenas para a memória verbal. De modo importante, ao contrário do que foi observado para os déficits na CF e na NSR, o déficit na MV no grupo comórbido não foi aditivo, mas equivalente àquele encontrado nos grupos com transtornos isolados da leitura ou da matemática, sugerindo que déficits na MV, mas não

na CF ou na NSR, são compartilhados pelos transtornos de aprendizagem da leitura e da matemática. Resultados semelhantes também foram relatados por Landerl et al., 2009.

5.2. Compreensão verbal

Vários estudos têm sugerido que déficits na compreensão verbal (e.g., Peterson et al., 2016) ou na linguagem (e.g., Moll et al., 2015b) são compartilhados pelos transtornos da aprendizagem da leitura e da matemática. Nossos resultados mostraram que atrasos na compreensão verbal ocorreram nos três grupos clínicos, sendo que os três grupos apresentaram desempenho significativamente inferior aos controles, resultados semelhantes foram encontrados por Willcutt et al. (2013). Isso sugere que atrasos na compreensão verbal estão implicados tanto na leitura quanto na matemática, mas, aparentemente este déficit na compreensão verbal não é compartilhado. Provavelmente não encontramos interação significativa entre os fatores habilidade de leitura e habilidade de matemática para a compreensão verbal, e, portanto, não encontramos resultados sugestivos de compartilhamento de déficits nessa habilidade, pois, apesar da diferença entre os três grupos clínicos não ter sido significativa, o grupo comórbido apresentou desempenho numericamente inferior aos grupos com dificuldade isolada na compreensão verbal.

Uma limitação desse estudo que pode ser discutida a esse respeito é que nesse estudo apenas o raciocínio verbal, avaliado pela medida de compreensão verbal do WISC-III, foi utilizada (como no estudo de Willcutt et al., 2013). Seria importante, como sugerido por Moll et al. (2015b), que estudos futuros avaliassem a habilidade de linguagem oral das crianças, uma vez que, aparentemente, tal habilidade está implicada não só na aprendizagem da leitura e da escrita, mas também na aprendizagem da matemática.

Outro achado importante diz respeito à contribuição significativa da inteligência verbal e não verbal para a matemática. Apesar dos três grupos clínicos apresentarem coeficiente intelectual total dentro da média, ou seja, não apresentaram deficiência intelectual, o desempenho na inteligência verbal foi significativamente pior em comparação aos controles para os três grupos, apesar das crianças dos quatro grupos serem todas provenientes das mesmas escolas e de nível socioeconômico semelhante. Além disso, o desempenho na inteligência não verbal foi significativamente pior do que

os controles apenas para o grupo comórbido, mas numericamente inferior do que os controles para o grupo com dificuldades isoladas. Vários estudos não controlaram a inteligência verbal (Krajewski e Schneider, 2009; De Smedt et al., 2010; Lopes-Silva et al., 2014; Lopes-Silva et al., 2016; Slot et al., 2016) e não verbal (Hecht et al., 2001; Krajewski e Schneider, 2009; De Smedt et al., 2010; Slot et al., 2016) em suas análises, o que limita as interpretações dos resultados encontrados. Assim, estudo longitudinais futuros são importantes para averiguar se essas diferenças intelectuais existem de antemão, antes da escolarização formal, ou se elas resultam das dificuldades de aprendizagem das crianças.

5.3. Modelos de déficits múltiplos

Os resultados das análises de regressão desse estudo, são, portanto, consistentes com o modelo de déficits múltiplos proposto por Pennington (2006), na medida em que os resultados sugerem que, tanto o transtorno específico da aprendizagem da leitura, quanto o transtorno específico da aprendizagem da matemática estão associados a mais de um déficit cognitivo, i.e., vários déficits cognitivos contribuem para o desenvolvimento de dificuldades de leitura e escrita, quais sejam, déficits na CF, na NSR, na CV e na memória verbal, enquanto vários déficits também são responsáveis pelo desenvolvimento de dificuldades de matemática (i.e., déficits na CV, na OP e na memória verbal).

Além disso, como relatado por Kovas et al. (2007), a elevada comorbidade encontrada entre os transtornos da leitura e escrita e matemática ficou evidente nesse estudo, tendo em vista a elevada correlação encontrada entre os subtestes de leitura e escrita e o subteste de aritmética ($r = 0,51$ e $r = 0,45$, respectivamente). Além disso, consistentemente com o modelo dos déficits múltiplos, sugere-se a existência de déficits na memória verbal como um fator compartilhado entre os transtornos da leitura e da matemática explicando, dessa forma, a elevada comorbidade encontrada entre eles.

6. Conclusões

Algumas limitações desse trabalho merecem destaque para possibilitar replicações futuras que visem saná-las. Em primeiro lugar, as medidas do TDE de leitura,

escrita e matemática que foram usadas como critério de seleção dos grupos possuem normas antigas (Stein, 1994) e que, portanto, podem estar desatualizadas. No entanto, como discutido anteriormente, essas normas claramente não são obsoletas, pois as médias e os *DPs* do manual do TDE foram muito semelhantes àquelas encontradas em uma aplicação recente realizada pelo LEAD. Da mesma forma, essas tarefas foram capazes de distinguir crianças com e sem dificuldade de leitura, escrita e matemática.

Além disso, apenas uma medida (o TDE de aritmética) foi utilizada para avaliar a habilidade de matemática e seria, portanto, importante também ter incluído medidas de senso numérico diante da sugestão de que déficits nessas habilidades são específicos às dificuldades de matemática (Landerl et al., 2004). Estudos futuros deverão utilizar mais de uma medida de matemática, com o propósito de verificar a contribuição do processamento fonológico para diferentes aspectos da matemática, por exemplo, tarefas que avaliem senso numérico, estimativa e percepção de quantidades, cálculos aproximados, comparação de quantidades, transcodificação numérica e fluência de realização de cálculos simples. Como mostrado, a contribuição dos diferentes componentes do processamento fonológico pode diferir para diferentes aspectos da matemática. Assim, estudos futuros que avaliassem diferentes aspectos da matemática forneceriam informações adicionais úteis para a literatura.

Outro ponto a ser discutido diz respeito às variações nos critérios utilizados pelos estudos que compararam crianças com e sem dificuldade de leitura e matemática, variando desde desempenho abaixo de um desvio-padrão da média, como no nosso estudo (e.g., Landerl et al., 2009; Slot et al., 2016), abaixo de 1,25 DP (Willcutt et al., 2013) e abaixo do percentil 25 (Landerl et al., 2004; Cirino et al., 2015). Isso torna difícil a comparação entre os resultados dos estudos. Como apontado por Boets e De Smedt (2010), o uso de um critério frágil poderia resultar numa amostra heterogênea, incluindo crianças com dislexia e crianças com dificuldades de leitura devido a fatores ambientais. No entanto, Cirino et al. (2015) utilizou tanto critérios mais frágeis, quanto mais rigorosos e não encontrou diferenças em seus resultados.

A despeito dessas limitações o presente estudo apresenta muitas implicações relevantes e estende a pesquisa anterior de várias maneiras. Primeiramente, diferente de grande parte dos estudos (De Smedt et al., 2010; Lopes-Silva et al., 2014; Lopes-Silva et al., 2016 e Slot et al., 2016) esse trabalho controlou variáveis importantes para o desempenho na matemática, quais sejam, a inteligência verbal e não verbal, para

averiguar a real contribuição do processamento fonológico para a matemática. Além disso, trata-se do primeiro estudo brasileiro que inclui crianças com dificuldades isoladas de leitura e escrita, dificuldades isoladas de matemática e dificuldades de leitura, escrita e matemática, além de controles, com vistas a verificar a contribuição do processamento fonológico para a matemática. Além disso, os resultados desse estudo são uma nova evidência em favor do modelo de déficits múltiplos proposto por Pennington (2006).

Os resultados do presente trabalho também contribuirão para a realização de programas de avaliação e intervenção em crianças com transtornos específicos da aprendizagem no Brasil. Nesse sentido, os resultados sugerem que crianças com dificuldades de leitura e escrita se beneficiariam não só do treinamento das relações letra-som, mas também de intervenções que facilitassem o desenvolvimento da linguagem de forma geral. Da mesma forma, crianças com dificuldade de matemática, também se beneficiariam de intervenções voltadas para a linguagem. Além disso, tendo em vista a evidência de que crianças com dificuldade de leitura também apresentam dificuldade com alguns aspectos da matemática, é importante que a intervenção voltada para essas crianças também envolva o treinamento de habilidades matemáticas, tais como a automatização de fatos aritméticos.

REFERÊNCIAS

- American Psychiatric Association (2014). Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais: DSM-5. (Maria Inês Corrêa Nascimento, M. I. C, et al., Trad.). Porto Alegre: Artmed.
- Archibald, L. M., Cardy, J. O., Joanisse, M. F., & Ansari, D. (2013). Language, reading, and math learning profiles in an epidemiological sample of school age children. *PLoS one*, 8(10), e77463.
- Babayigit, S., & Stainthorp, R. (2011). Modeling the relationships Between Cognitive-Linguistic Skills and Literacy Skills: New insights from a transparent orthography. *Journal of Educational Psychology*, 103, 169-189.
- Bishop, D. V., & Snowling, M. J. (2004). Developmental dyslexia and specific language impairment: Same or different?. *Psychological bulletin*, 130(6), 858.
- Boets, B., & De Smedt, B. (2010). Single-digit arithmetic in children with dyslexia. *Dyslexia*, 16(2), 183-191.
- Bowey, J. A. (2005). Predicting individual differences in learning to read. In M. J. Snowling & C. Hulme (Eds.), *The science of reading: A handbook* (pp. 155-172). Oxford, UK: Blackwell.
- Bradley, L., & Bryant, P. E. (1983). Categorizing sounds and learning to read: A causal connection. *Nature*.
- Bryant, P. E., MacLean, M., Bradley, L. L., & Crossland, J. (1990). Rhyme and alliteration, phoneme detection, and learning to read. *Developmental Psychology*, 26, 429-438.
- Bull, R., & Johnston, R. S. (1997). Children's arithmetical difficulties: Contributions from processing speed, item identification, and short-term memory. *Journal of experimental child psychology*, 65(1), 1-24.
- Cardoso-Martins, C., & Pennington, B. F. (2004). The relationship between phoneme awareness and rapid serial naming and literacy acquisition: the role of developmental period and reading ability. *Scientific Studies of Reading*, 8(1), 27-52.

- Cardoso-Martins, C., Gonçalves, D. T., & de Magalhães, C. G. (2013). Preditores da habilidade de leitura e escrita em português: Um estudo longitudinal. *Manuscrito em preparação*.
- Cardoso-Martins, C., de Magalhães, C. G. & Gonçalves, D. T. (2016). Normas das tarefas experimentais, elaboradas pelo Laboratório de Estudos e Extensão em Autismo e Desenvolvimento. UFMG, Belo Horizonte, MG.
- Cirino, P., Fletcher, J. M., Ewing-Cobbs, L., Barnes, M. A., & Fuchs, L. S. (2007). Cognitive arithmetic differences in learning difficulty groups and the role of behavioral inattention. *Learning Disabilities Research and Practice, 22*, 25–35.
- Cirino, P. T., Fuchs, L. S., Elias, J. T., Powell, S. R., & Schumacher, R. F. (2015). Cognitive and mathematical profiles for different forms of learning difficulties. *Journal of Learning Disabilities, 48*, 156–175.
- Corrêa, M. F., & Cardoso-Martins, C. (2012). O papel da consciência fonológica e da nomeação seriada rápida na alfabetização de adultos. *Psicologia: Reflexão e Crítica, 25* (4), 802-808.
- Corrêa, M. F., & Cardoso-Martins, C. (2014). Phoneme awareness and rapid naming make different contributions to reading and spelling: evidence from Brazilian Portuguese-speaking adults with low levels of literacy. In *Twenty-first annual meeting of the Society for the Scientific Studies of Reading*. Santa Fe, New Mexico.
- de Jong, P. F., & van der Leij, A. (1999). Specific contributions of phonological abilities to early reading acquisition: Results from a Dutch latent variable longitudinal study. *Journal of Educational Psychology, 91*(3), 450.
- De Smedt, B., Taylor, J., Archibald, L., & Ansari, D. (2010). How is phonological processing related to individual differences in children's arithmetic skills? *Developmental Science, 13*, 508-520.
- Dehaene, S. (1992). Varieties of numerical abilities. *Cognition, 44*, 1-42.
- Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P., & Cohen, L. (2003). Three parietal circuits for number processing. *Cognitive neuropsychology, 20*(3-6), 487-506.

- Delazer, M., Domahs, F., Bartha, L., Brenneis, C., Lochy, A., Trieb, T., & Benke, T. (2003). Learning complex arithmetic—an fMRI study. *Cognitive Brain Research*, *18*(1), 76-88.
- Denckla, M., & Rudel, R. (1976). Rapid automatized naming (RAN): Dyslexia differentiated from other learning disabilities. *Neuropsychology*, *14*, 471-479.
- Durand, M., Hulme, C., Larkin, R., & Snowling, M. (2005). The cognitive foundations of reading and arithmetic skills in 7-to 10-year-olds. *Journal of Experimental Child Psychology*, *91*(2), 113-136.
- Ellerton, N. F., & Clarkson, P. C. (1996). Language factors in mathematics teaching and learning. In *International handbook of mathematics education* (pp. 987-1033). Springer Netherlands.
- Fayol, M. (2012). Numeramento: aquisição das competências matemáticas. São Paulo: Parábola Editorial.
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., Compton, D. L., Powell, S. R., Seethaler, P. M., Capizzi, A. M., ... & Fletcher, J. M. (2006). The cognitive correlates of third-grade skill in arithmetic, algorithmic computation, and arithmetic word problems. *Journal of Educational Psychology*, *98*(1), 29.
- Gathercole, S. E., Hitch, G. J., & Martin, A. J. (1997). Phonological short-term memory and new word learning in children. *Developmental psychology*, *33*(6), 966.
- George, D. & Mallery, M. (2010). Using SPSS for Windows step by step: a simple guide and reference. Boston, MA: Allyn & Bacon.
- Gonçalves, D. T., Magalhães, C. G. & Cardoso-Martins, C. (2012). O processamento fonológico prediz a habilidade inicial de matemática?: evidência de um estudo longitudinal. In *Congresso Mineiro de Neuropsicologia*. Belo Horizonte, MG, Brasil.
- Grabner, R. H., Ansari, D., Reishofer, G., Stern, E., Ebner, F., & Neuper, C. (2007). Individual differences in mathematical competence predict parietal brain activation during mental calculation. *Neuroimage*, *38*(2), 346-356.

- Hart, S. A., Petrill, S. A., Thompson, L. A., & Plomin, R. (2009). The ABCs of math: A genetic analysis of mathematics and its links with reading ability and general cognitive ability. *Journal of educational psychology*, *101*(2), 388.
- Hart, S. A., Petrill, S. A., & Thompson, L. A. (2010). A factorial analysis of timed and untimed measures of mathematics and reading abilities in school aged twins. *Learning and Individual Differences*, *20*(2), 63-69.
- Hecht, S. A., Torgesen, J. K., Wagner, R. K., & Rashotte, C. A. (2001). 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*, *79*(2), 192-227.
- Hulme, C., & Snowling, M. J. (2009). *Developmental disorders of language learning and cognition*. John Wiley & Sons.
- Jordan, J. A., Wylie, J., & Mulhern, G. (2010). Phonological awareness and mathematical difficulty: A longitudinal perspective. *British Journal of Developmental Psychology*, *28*(1), 89-107.
- Justi, C. N. G., & Roazzi, A. (2012). A Contribuição de variáveis cognitivas para a leitura e escrita no português brasileiro. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, *25* (3), 605-614.
- Kovas, Y., Harlaar, N., Petrill, S. A., & Plomin, R. (2005). 'Generalist genes' and mathematics in 7-year-old twins. *Intelligence*, *33*(5), 473-489.
- Kovas, Y., Haworth, C. M., Harlaar, N., Petrill, S. A., Dale, P. S., & Plomin, R. (2007). Overlap and specificity of genetic and environmental influences on mathematics and reading disability in 10-year-old twins. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *48*, 914-922.
- Krajewski, K., & Schneider, W. (2009). Exploring the impact of phonological awareness, visual-spatial working memory, and preschool quantity-number competencies on mathematics achievement in elementary school: findings from a 3-year longitudinal study. *Journal of Experimental Child Psychology*, *103*(4), 516-531.
- Landerl, K., Bevan, A., & Butterworth, B. (2004). Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: a study of 8-9-year-old students. *Cognition*, *93*(2), 99-125.

- Landerl, K., Fussenegger, B., Moll, K., & Willburger, E. (2009). Dyslexia and dyscalculia: two learning disorders with different cognitive profiles. *Journal of Experimental Child Psychology*, *103* (3), 309-324.
- Landerl, K., & Moll, K. (2010). Comorbidity of learning disorders: prevalence and familial transmission. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *51*(3), 287-294.
- Landerl, K., Ramus, F., Moll, K., Lyytinen, H., Leppänen, P. H., Lohvansuu, K., ... & Kunze, S. (2013). Predictors of developmental dyslexia in European orthographies with varying complexity. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *54*(6), 686-694.
- LeFevre, J. A., Fast, L., Skwarchuk, S. L., Smith-Chant, B. L., Bisanz, J., Kamawar, D., & Penner-Wilger, M. (2010). Pathways to mathematics: Longitudinal predictors of performance. *Child development*, *81*(6), 1753-1767.
- Lonigan, C. J., Allan, D. M., Goodrich, J. M., Farrington, A. L., & Phillips, B. M. (2015). Inhibitory Control of Spanish-Speaking Language-Minority Preschool Children Measurement and Association With Language, Literacy, and Math Skills. *Journal of learning disabilities*, 0022219415618498.
- Lopes-Silva, J. B., Moura, R., Júlio-Costa, A., Haase, V. G., & Wood, G. (2014). Phonemic awareness as a pathway to number transcoding.
- Lopes-Silva, J. B., Moura, R., Júlio-Costa, A., Wood, G., Salles, J. F., & Haase, V. G. (2016). What Is Specific and What Is Shared Between Numbers and Words?. *Frontiers in psychology*, *7*.
- Lundberg, I. (1994). Reading difficulties can be predicted and prevented: A Scandinavian perspective on phonological awareness and reading.
- Manis, F. R., Doi, L. M., & Bhadha, B. (2000). Naming speed, phonological awareness, and orthographic knowledge in second graders. *Journal of Learning Disabilities*, *33*(4), 325-333.
- McGrath, L. M., Pennington, B. F., Shanahan, M. A., Santerre-Lemmon, L. E., Barnard, H. D., Willcutt, E. G., Defries, J. C., & Olson, R. K. (2011). A multiple deficit model of reading disability and attention-deficit/hyperactivity disorder: Searching for shared cognitive deficits. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *52* (5), 547-557.

- Melby-Lervåg, M., Lyster, S. H., Hulme, C. (2012). Phonological skills and their role in learning to read: A meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, *138*(2), 322-352.
- Moll, K., Göbel, S. M., & Snowling, M. J. (2015a). Basic number processing in children with specific learning disorders: comorbidity of reading and mathematics disorders. *Child Neuropsychology*, *21*(3), 399-417.
- Moll, K., Snowling, M. J., Göbel, S. M., & Hulme, C. (2015b). Early language and executive skills predict variations in number and arithmetic skills in children at family-risk of dyslexia and typically developing controls. *Learning and Instruction*, *38*, 53-62.
- Muter, V., & Snowling, M. (1998). Concurrent and longitudinal predictors of reading: The role of metalinguistic and short-term memory skills. *Reading Research Quarterly*, *33*(3), 320-337.
- Muter, V., Hulme, C., Snowling, M. J., & Stevenson, J. (2004). Phonemes, rimes, vocabulary, and grammatical skills as foundations of early reading development: evidence from a longitudinal study. *Developmental psychology*, *40*(5), 665.
- Passolunghi, M. C., Vercelloni, B., & Schadee, H. (2007). The precursors of mathematics learning: Working memory, phonological ability, and numerical competence. *Cognitive Development*, *22*, 165–184.
- Passolunghi, M. C., Lanfranchi, S., Altoè, G., Sollazzo, N. (2015). Early numerical abilities and cognitive skills in kindergarten children. *Journal of Experimental Child Psychology*, *135*, 25–42.
- Pennington, B. F. (2006). From single to multiple deficit models of developmental disorders. *Cognition*, *101*, 385-413.
- Pennington, B. F. (2008). *Diagnosing learning disorders: A neuropsychological framework*. Guilford Press.
- Pennington, B. F., & Bishop, D. V. M. (2009). Relations among speech, language, and reading disorders. *Annual Review of Psychology*, *60*, 283–306.

- Peterson, R. L., Boada, R., McGrath, L. M., Willcutt, E. G., Olson, R. K., & Pennington, B. F. (2016). Cognitive Prediction of Reading, Math, and Attention Shared and Unique Influences. *Journal of learning disabilities*, 0022219415618500.
- Plomin, R., & Kovas, Y. (2005). Generalist genes and learning disabilities. *Psychological Bulletin*, 131(4), 592.
- Powell, D., Stainthorp, R., Stuart, M., Garwood, H., & Quinlan, P. (2007). An experimental comparison between rival theories of rapid automatized naming performance and its relationship to reading. *Journal of Experimental Child Psychology*, 98, 46–68.
- Raddatz, J., Kuhn, J. T., Holling, H., Moll, K., & Dobel, C. (2016). Comorbidity of Arithmetic and Reading Disorder Basic Number Processing and Calculation in Children With Learning Impairments. *Journal of Learning Disabilities*, 0022219415620899.
- Raitano, N. A., Pennington, B. F., Tunick, R. A., Boada, R., & Shriberg, L. D. (2004). Pre-literacy skills of subgroups of children with speech sound disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45(4), 821-835.
- Rasmussen, C., & Bisanz, J. (2005). Representation and working memory in early arithmetic. *Journal of Experimental Child Psychology*, 91(2), 137-157.
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., Lucio, P. B. (1996). Metodología de la investigación. México: McGraw Hill.
- Savage, R., Pillay, V, & Melidona, S. (2008). Rapid serial naming is a unique predictor of spelling in children. *Journal of Learning Disabilities*, 41(3), 235-250.
- Shaftel, J., Belton-Kocher, E., Glasnapp, D., & Poggio, J. (2006). The impact of language characteristics in mathematics test items on the performance of English language learners and students with disabilities. *Educational Assessment*, 11(2), 105-126.
- Shaywitz, S. E., Shaywitz, B. A., Pugh, K. R., Fulbright, R. K., Constable, R. T., Mencl, W. E., ... & Katz, L. (1998). Functional disruption in the organization of the brain for reading in dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95(5), 2636-2641.

- Shaywitz, B. A., Shaywitz, S. E., Blachman, B. A., Pugh, K. R., Fulbright, R. K., Skudlarski, P., ... & Fletcher, J. M. (2004). Development of left occipitotemporal systems for skilled reading in children after a phonologically-based intervention. *Biological psychiatry*, *55*(9), 926-933.
- Silva, J. B. L., Moura, R. J. D., Wood, G., & Haase, V. G. (2015). Processamento fonológico e desempenho em aritmética: uma revisão da relevância para as dificuldades de aprendizagem. *Temas em Psicologia*, *23*(1), 157-173.
- Simmons, F. R. & Singleton, C. (2008). Do Weak Phonological Representations Impact on Arithmetic Development? A Review of Research into Arithmetic and Dyslexia. *Dyslexia*, *14*, 77-94. doi: 10.1002/dys.341.
- Simmons, F., Singleton, C. & Horne, J. (2008). Phonological awareness and visual-spatial sketchpad functioning predict early arithmetic attainment: Evidence from a longitudinal study. *European Journal of Cognitive Psychology* *20*, 711-722.
- Slot, E., van Viersen, S., De Bree, E., & Kroesbergen, E. (2016). Shared and Unique Risk Factors Underlying Mathematical Disability and Reading and Spelling Disability. *Frontiers in Psychology*, *7*, 803.
- Snowling, M. J. (1995). Phonological processing and developmental dyslexia. *Journal of research in reading*, *18*(2), 132-138.
- Snowling, M. J. (2014). Dyslexia: A language learning impairment. *Journal of the British Academy*, *2*(1), 43-58.
- Snowling, M. J. & Hulme, C. (2012). Annual Research Review: The nature and classification of reading disorders – a commentary on proposals for DSM-5. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* *53* (5), 593-607.
- Snowling, M. J., & Hulme, C. (2012). Interventions for children's language and literacy difficulties. *International Journal of Language & Communication Disorders*, *47*(1), 27-34.
- Stainthorp, R., Powel, D., & Stuart, M. (2013). The relationship between rapid naming and word spelling in English. *Journal of Research in Reading*, *36*(4), 371-388.

- Stein, L. (1994). TDE: Teste de Desempenho Escolar: Manual para Aplicação e Interpretação. São Paulo: Casa do Psicólogo.
- Suggate, S. P. (2016). A meta-analysis of the long-term effects of phonemic awareness, phonics, fluency, and reading comprehension interventions. *Journal of learning disabilities, 49*(1), 77-96.
- Szucs, D., Devine, A., Soltesz, F., Nobes, A., & Gabriel, F. (2014). Cognitive components of a mathematical processing network in 9-year-old children. *Developmental Science, 17*, 506–524.
- Tabachnick, B. G., Fidell, L. S., & Osterlind, S. J. (2001). Using multivariate statistics.
- Temple, E., Poldrack, R. A., Salidis, J., Deutsch, G. K., Tallal, P., Merzenich, M. M., & Gabrieli, J. D. (2001). Disrupted neural responses to phonological and orthographic processing in dyslexic children: an fMRI study. *Neuroreport, 12*(2), 299-307.
- Torgesen, J. K., Wagner, R. K., & Rashotte, C. A. (1994). Longitudinal studies of phonological processing and reading. *Journal of learning disabilities, 27*(5), 276-286.
- Torgesen, J. K., Wagner, R. K., Rashotte, C. A., Rose, E., Lindamood, P., Conway, T., & Garvan, C. (1999). Preventing reading failure in young children with phonological processing disabilities: Group and individual responses to instruction. *Journal of Educational Psychology, 91*(4), 579.
- Träff, U., & Passolunghi, M. C. (2015). Mathematical skills in children with dyslexia. *Learning and Individual Differences, 40*, 108-114.
- van der Sluis, S., de Jong, P. F., & van der Leij, A. (2004). Inhibition and shifting in children with learning deficits in arithmetic and reading. *Journal of Experimental Child Psychology, 87*, 239–266.
- Von Aster, M. G., & Shalev, R. S. (2007). Number development and developmental dyscalculia. *Developmental Medicine & Child Neurology, 49*(11), 868-873.v
- Vellutino, F. R., & Scanlon, D. M. (1987). Phonological coding, phonological awareness, and reading ability: Evidence from a longitudinal and experimental study. *Merrill-Palmer Quarterly (1982-), 321-363*.

- Wagner, R. K., & Torgesen, J. K. (1987). The nature of phonological processing and its causal role in the acquisition of reading skills. *Psychological Bulletin*, *101*(2), 192-212.
- Wagner, R. K., Torgesen, J. K., & Rashotte, C. A. (1994). Development of reading-related phonological processing abilities: New evidence of bidirectional causality from a latent variable longitudinal study. *Developmental psychology*, *30*(1), 73.
- Wagner, R. K., Torgesen, J. K., Rashotte, C. A., Hecht, S. A., Barker, T. A., Burgess, S. R., ... & Garon, T. (1997). Changing relations between phonological processing abilities and word-level reading as children develop from beginning to skilled readers: a 5-year longitudinal study. *Developmental psychology*, *33*(3), 468.
- Wang, L. C., Tasi, H. J., & Yang, H. M. (2012). Cognitive inhibition in students with and without dyslexia and dyscalculia. *Research in developmental disabilities*, *33*(5), 1453-1461.
- Wechsler D. (2002). WISC-III: Escala de Inteligência Wechsler para Crianças. São Paulo, SP: Casa do Psicólogo.
- Willburger, E., Fussenegger, B., Moll, K., Wood, G., & Landerl, K. (2008). Naming speed in dyslexia and dyscalculia. *Learning and individual differences*, *18*(2), 224-236.
- Willcutt, E. G., Pennington, B. F., Duncan, L., Smith, D. D., Keenan, J. M., Wadsworth, S., DeFries, J. C., & Olson, K. R. (2010). Understanding the Complex Etiologies of Developmental Disorders: Behavioral and Molecular Genetic Approaches. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, *31*, 533-544.
- Willcutt, E. G., Petrill, S. A., Wu, S., Boada, R., DeFries, J. C., Olson, R. K., & Pennington, B. F. (2013). Comorbidity between reading disability and math disability: Concurrent psychopathology, functional impairment, and neuropsychological functioning. *Journal of learning disabilities*, *46*(6), 500-516.
- Wilson, A. J., & Dehaene, S. (2007). Number sense and developmental dyscalculia. In D. Coch, G. Dawson & K. Fischer (Eds.), *Human behavior, learning, and the developing brain: Atypical development* (pp. 212-238). New York: Guilford.

Wimmer, H., & Mayringer, H. (2002). Dysfluent reading in the absence of spelling difficulties: A specific disability in regular orthographies. *Journal of Educational Psychology, 94* (2), 272-277.

Wolf, M., & Bowers, P. G. (1999). The Double-Deficit Hypothesis for the Developmental Dyslexias. *Journal of Educational Psychology, 91* (3), 415-438.

Wolf, M., O'rourke, A. G., Gidney, C., Lovett, M., Cirino, P., & Morris, R. (2002). The second deficit: An investigation of the independence of phonological and naming-speed deficits in developmental dyslexia. *Reading and Writing, 15*(1-2), 43-72.

APÊNDICE A – Tabela com descrição dos participantes com escores estimados após o controle da idade

Tabela 7

Descrição dos Participantes por Grupo - Média (e Erro Padrão) Estimados após o Controle da Idade

Variáveis	Grupo							
	DLE		DM		DLEM		DT	
	<i>M</i>	<i>SE</i>	<i>M</i>	<i>SE</i>	<i>M</i>	<i>SE</i>	<i>M</i>	<i>SE</i>
TDE Leitura	58,68 ^b	0,72	66,89 ^a	0,76	55,95 ^b	0,85	67,72 ^a	0,44
TDE Escrita	20,23 ^b	0,65	30,29 ^a	0,68	18,82 ^b	0,76	30,83 ^a	0,39
TDE Aritmética	20,12 ^b	0,62	16,13 ^c	0,66	13,85 ^c	0,73	23,92 ^a	0,38

Nota: Células com sobrescritos diferentes diferem significativamente entre si, $p < 0,05$ (de acordo com testes *post-hoc de Bonferroni*, calculados em seguida à realização de uma ANCOVA com o fator grupo como fator entre-sujeitos e com a idade como covariável). Escores estimados após a inclusão da idade como covariável.

APÊNDICE B - Termo de Consentimento das escolas

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Eu, Cláudia Cardoso-Martins, professora do programa de pós-graduação em Psicologia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), venho, por meio desta, convidar-lhes para participar do projeto de pesquisa intitulado “**DIFICULDADES PERSISTENTES DE LEITURA EM PORTUGUÊS E SUA RELAÇÃO COM OUTROS TRANSTORNOS DO DESENVOLVIMENTO: O PAPEL DO PROCESSAMENTO FONOLÓGICO, DA VELOCIDADE DE PROCESSAMENTO E DA INTELIGÊNCIA VERBAL E NÃO-VERBAL**”. O objetivo principal do projeto é investigar os correlatos neuropsicológicos da dislexia de desenvolvimento em português. O projeto visa também especificar a natureza das dificuldades de leitura e escrita apresentadas por crianças aprendendo a ler em português, assim como a sua relação com outros transtornos da aprendizagem como, por exemplo, as dificuldades de aprendizagem da matemática e o transtorno de déficit de atenção e/ou hiperatividade. Além de contribuir para a nossa compreensão dos transtornos de aprendizagem da leitura, os resultados da nossa pesquisa os resultados da nossa pesquisa serão importantes para o desenvolvimento de programas mais eficazes de ensino da leitura e da escrita. A seguir, descrevemos brevemente os procedimentos que serão utilizados na realização do projeto.

Três grupos de crianças participarão do projeto: um grupo de crianças entre 7 e 10-11 anos de idade que estejam evidenciando dificuldades de leitura e dois grupos de crianças com habilidade de leitura apropriada para a sua idade: um grupo emparelhado às crianças com dificuldades de leitura em função da idade cronológica e um grupo mais jovem, emparelhado a essas crianças em função da habilidade de ler palavras isoladas.

As crianças serão avaliadas em quatro sessões de aproximadamente 30-60 minutos cada. As avaliações serão realizadas por estudantes do curso de Psicologia da UFMG com ampla experiência de avaliação psicológica, e ocorrerão na instituição de ensino da criança, no Serviço de Psicologia Aplicada (SPA) do departamento de Psicologia da UFMG ou na residência da criança, de acordo com a preferência da criança e/ou de seus responsáveis. As avaliações serão individuais e incluirão testes que avaliam habilidades de leitura, escrita e matemática, inteligência (verbal e não-verbal), memória, velocidade de processamento de informação verbal e não-verbal, atenção e consciência fonológica. Todas as avaliações serão agendadas conforme a disponibilidade da criança, de seus pais (quando for o caso) e da instituição de ensino a que ela está vinculada.

Os pais e os professores das crianças também participarão. Será realizada uma entrevista com os pais para que sejam verificados os seguintes aspectos: nível sócio-econômico, complicações perinatais e a presença de dificuldades de atenção e/ou hiperatividade. Os/as professores/as serão entrevistados para avaliar esse último item, ou seja, a presença de possíveis dificuldades de atenção e/ou hiperatividade na sala de aula. Todas as entrevistas serão agendadas conforme a disponibilidade dos participantes.

Todos os dados pessoais dos participantes serão salvaguardados sigilosamente e sua identidade não será revelada em nenhuma publicação que possa resultar da pesquisa. Ao final do estudo, as escolas participantes assim como os pais das crianças serão informados sobre os resultados obtidos.

Estaremos sempre à disposição para responder perguntas sobre a pesquisa e seus resultados, através dos telefones (31) (3409-3804/6270). Os senhores podem, também,

entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (COEP/UFMG) através do telefone (31) 3409-4592 (Endereço: Unidade Administrativa II; 2º. Andar, sala 2005, UFMG).

É importante salientar que o/a senhor/a poderá retirar seu consentimento posteriormente, sem que isso incorra em qualquer tipo de penalização. A participação é voluntária e não poderemos ressarcir os gastos que porventura existirem em decorrência da sua participação.

Desde já, agradecemos a sua atenção.

Atenciosamente,

Cláudia Cardoso-Martins, Ph.D.
Professora Titular
Pesquisadora do CNPq

Eu, _____, concordo, nos termos descritos neste ofício, em participar do estudo ***“DIFICULDADES PERSISTENTES DE LEITURA EM PORTUGUÊS E SUA RELAÇÃO COM OUTROS TRANSTORNOS DO DESENVOLVIMENTO: O PAPEL DO PROCESSAMENTO FONOLÓGICO, DA VELOCIDADE DE PROCESSAMENTO E DA INTELIGÊNCIA VERBAL E NÃO-VERBAL”***, sob a coordenação da Prof. Dra. Cláudia Cardoso-Martins.

(Coordenador/a)

Belo Horizonte, ____ de _____ de 20__.

Prof. Dra. Cláudia Cardoso-Martins – (31)3409-6270 ou (31) 8203-8522
Comitê de Ética em Pesquisa / Universidade Federal de Minas Gerais – (31) 3409-4592.

APÊNDICE C - Termo de Consentimento dos pais

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Eu, Cláudia Cardoso-Martins, professora do programa de pós-graduação em Psicologia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), venho, por meio desta, convidar-lhe para participar do projeto de pesquisa intitulado “**DIFICULDADES PERSISTENTES DE LEITURA EM PORTUGUÊS E SUA RELAÇÃO COM OUTROS TRANSTORNOS DO DESENVOLVIMENTO: O PAPEL DO PROCESSAMENTO FONOLÓGICO, DA VELOCIDADE DE PROCESSAMENTO E DA INTELIGÊNCIA VERBAL E NÃO-VERBAL**”. O objetivo principal do projeto é investigar os correlatos neuropsicológicos da dislexia de desenvolvimento em português. O projeto visa também especificar a natureza das dificuldades de leitura e escrita apresentadas por crianças aprendendo a ler em português, assim como a sua relação com outros transtornos do desenvolvimento como, por exemplo, as dificuldades de aprendizagem da matemática e o transtorno de déficit de atenção e/ou hiperatividade. Além de contribuir para a nossa compreensão dos transtornos de aprendizagem da leitura, os resultados da nossa pesquisa serão importantes para o desenvolvimento de programas mais eficazes de ensino da leitura e da escrita. A seguir, descrevemos brevemente os procedimentos que serão utilizados na realização do projeto.

Três grupos de crianças participarão do projeto: um grupo de crianças entre 7 e 10-11 anos de idade que estejam evidenciando dificuldades de leitura e dois grupos de crianças com habilidade de leitura apropriada para a sua idade: um grupo emparelhado às crianças com dificuldades de leitura em função da idade cronológica e um grupo mais jovem, emparelhado a essas crianças em função da habilidade de ler palavras isoladas.

As crianças serão avaliadas em quatro sessões de aproximadamente 30-60 minutos cada. As avaliações serão realizadas por estudantes do curso de Psicologia da UFMG com ampla experiência de avaliação psicológica, e ocorrerão na instituição de ensino da criança, no Serviço de Psicologia Aplicada (SPA) do departamento de Psicologia da UFMG ou na residência da criança, de acordo com a preferência da criança e/ou de seus responsáveis. As avaliações serão individuais e incluirão testes que avaliam habilidades de leitura, escrita e matemática, inteligência (verbal e não-verbal), memória, velocidade de processamento de informação verbal e não-verbal, atenção e consciência fonológica. Todas as avaliações serão agendadas conforme a disponibilidade da criança, de seus pais (quando for o caso) e da instituição de ensino a que ela está vinculada.

Os pais e os professores das crianças também participarão. Será realizada uma entrevista com os pais para que sejam verificados os seguintes aspectos: nível sócio-econômico, complicações perinatais e a presença de dificuldades de atenção e/ou hiperatividade. Os/as professores/as serão entrevistados para avaliar esse último item, ou seja, a presença de possíveis dificuldades de atenção e/ou hiperatividade na sala de aula. Todas as entrevistas serão agendadas conforme a disponibilidade dos participantes.

Todos os dados pessoais dos participantes serão salvaguardados sigilosamente e sua identidade não será revelada em nenhuma publicação que possa resultar da pesquisa. Ao final do estudo, as escolas participantes assim como os pais das crianças serão informados sobre os resultados obtidos.

Estaremos sempre à disposição para responder perguntas sobre a pesquisa e seus resultados, através dos telefones (31) (3409-3804/6270). Os senhores podem, também, entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (COEP/UFMG) através do telefone (31) 3409-4592 (Endereço: Unidade Administrativa II; 2º. Andar, sala 2005, UFMG).

Caso concorde em participar deste estudo, queira, por gentileza, preencher o termo de consentimento abaixo e retorná-lo à direção do colégio. É importante salientar que o/a senhor/a poderá retirar seu consentimento posteriormente, sem que isso incorra em qualquer tipo de penalização. A participação é voluntária e não poderemos ressarcir os gastos que porventura existirem em decorrência desta participação. Os pais das crianças que participarem do estudo receberão um breve relatório sobre o desempenho de sua criança nos diversos instrumentos de avaliação. Esperamos, dessa maneira, recompensá-los pela sua participação no projeto.

Desde já agradecemos a sua atenção.
Atenciosamente,

Cláudia Cardoso-Martins, Ph.D.
Professora Titular
Pesquisadora do CNPq

Concordamos, nos termos descritos neste ofício, com a participação de nosso/a filho/a _____ no estudo **“DIFICULDADES PERSISTENTES DE LEITURA EM PORTUGUÊS E SUA RELAÇÃO COM OUTROS TRANSTORNOS DO DESENVOLVIMENTO: O PAPEL DO PROCESSAMENTO FONOLÓGICO, DA VELOCIDADE DE PROCESSAMENTO E DA INTELIGÊNCIA VERBAL E NÃO-VERBAL”**, sob a coordenação da Prof. Dra. Cláudia Cardoso-Martins.

(Pai, mãe ou responsável)

Belo Horizonte, ____ de _____ de 20 __.
Prof. Dra. Cláudia Cardoso-Martins – (31)3409-6270 ou (31)8203-8522
Comitê de Ética em Pesquisa / Universidade Federal de Minas Gerais – (31) 3409-4592.

APÊNDICE D – Folha de respostas das tarefas de consciência fonêmica

NOME: _____
 ESCOLA: _____ TURNO: _____
 SÉRIE: _____ PROFESSORA: _____
 DATA NASCIMENTO: ____/____/____ DATA APLICAÇÃO: ____/____/____
 APLICADOR: _____

TESTE DE SUBTRAÇÃO DE FONEMA

Item	Resposta	Escore (0 ou 1)
Exemplo		
A) Sofá sem /s/		
B) Letra sem /r/		
Itens de Prática		
A) Xale sem /x/		
B) Fita sem /t/		
C) Porta sem /r/		
D) Caverna sem /v/		
E) Frase sem /f/		
Itens de Teste		
1. Sapo sem /s/		
2. Carroça sem /rr/		
3. Cloro sem /c/		
4. Fivela sem /v/		
5. Garfo sem /r/		
6. Planta sem /l/		
7. Tribo sem /t/		
8. Cobre sem /b/		
9. Flecha sem /f/		
10. Pedra sem /d/		
11. Rosa sem /r/		
12. Tecla sem /l/		
13. Mesa sem /m/		
14. Brasa sem /r/		
15. Cheque sem /x/		
16. Festa sem /s/		
17. Circo sem /k/		
18. Banco sem /b/		
19. Livro sem /r/		
20. Rosto sem /t/		
Total		

NOME: _____
 ESCOLA: _____ TURNO: _____
 SÉRIE: _____ PROFESSORA: _____
 DATA NASCIMENTO: ____/____/____ DATA APLICAÇÃO: ____/____/____
 APLICADOR: _____

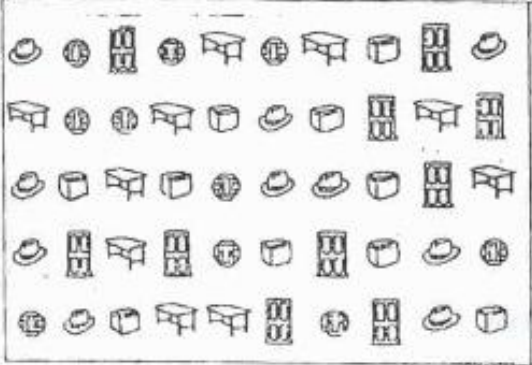
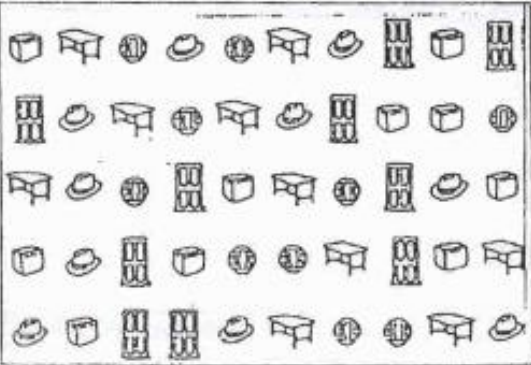
TESTE DE SPOONERISMO

Item	Realização	Escore
Itens de Prática		
A) Pai nosso → (nai posso)		
B) Tatu bola → (batu tola)		
C) Leão marinho → (meão larinho)		
D) Peixe boi → (beixe poi)		
Itens de Teste		
1. Banana caturra → (canana baturra)		
2. Santa Maria → (manta saria)		
3. Couve flor → (fouve clor)		
4. Saca rolha → (raca solha)		
5. Mata piolho → (pata miolho)		
6. Saci Pererê → (paci sererê)		
7. Porta voz → (vorta poz)		
8. Sapo jururu → (japo sururu)		
9. Milho verde → (vilho merde)		
10. Salva vida → (valva sida)		
Total		

APÊNDICE E – Folha de respostas da tarefa de Nomeação Automatizada Rápida

NOME: _____
 ESCOLA: _____ TURNO: _____
 SÉRIE: _____ PROFESSORA: _____
 DATA NASCIMENTO: ____/____/____ DATA APLICAÇÃO: ____/____/____
 APLICADOR: _____

NOMEAÇÃO DE DÍGITOS			
<p style="text-align: center;">2_9 7 6 4 7 9 2 2 6</p> <p style="text-align: center;">6_4 9 7 6 2 4 7 9 4</p> <p style="text-align: center;">4_2 6 9 7 4 2 6 9 7</p> <p style="text-align: center;">7_4 4 6 9 2 7 6 2 9</p> <p style="text-align: center;">9_7 2 4 6 9 4 2 6 7</p>	<p style="text-align: center;">9_2 6 7 9 4 9 4 2 9</p> <p style="text-align: center;">2_4 6 9 2 7 4 6 7 2</p> <p style="text-align: center;">7_6 6 4 7 9 4 2 6 7</p> <p style="text-align: center;">4_6 4 9 2 7 2 9 6 4</p> <p style="text-align: center;">2_7 6 4 9 2 9 7 7 6</p>		
<p>Número de erros <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p>Tempo <input style="width: 50px;" type="text"/></p>	<p>Número de erros <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p>Tempo <input style="width: 50px;" type="text"/></p>		
<p>Média em Nomeação de dígitos = $\frac{\text{Tempo do Cartão 1} + \text{Tempo do Cartão 2}}{2}$ <input style="width: 50px;" type="text"/></p>			

NOMEAÇÃO DE FIGURAS	
	
Número de erros <input style="width: 50px;" type="text"/>	Número de erros <input style="width: 50px;" type="text"/>
Tempo <input style="width: 50px;" type="text"/>	Tempo <input style="width: 50px;" type="text"/>
Média em Nomeação de Figuras = $\left[\frac{\text{Tempo do Cartão 1} + \text{Tempo do Cartão 2}}{2} \right]$ <input style="width: 50px;" type="text"/>	

NOMEAÇÃO DE LETRAS	
o a s d p a o s p d s d a p d o a p s o a o s a s d p o d a d s p o d s a s o p s o d p a p o a p d	p s a d p o a s o d a o p s d a d o s p p a d o d s p s a o s p o p d a d o p a o d s a p o s a d s
Número de erros <input style="width: 50px;" type="text"/>	Número de erros <input style="width: 50px;" type="text"/>
Tempo <input style="width: 50px;" type="text"/>	Tempo <input style="width: 50px;" type="text"/>
Média em Nomeação de Letras = $\left[\frac{\text{Tempo do Cartão 1} + \text{Tempo do Cartão 2}}{2} \right]$ <input style="width: 50px;" type="text"/>	

APÊNDICE F – Tabela com escores estimados das variáveis de processamento fonológico

Tabela 8
Média (e Erro Padrão) Estimados das Variáveis de Processamento Fonológico em Função do Grupo

Variáveis	Grupo							
	DLE		DM		DLEM		DT	
	<i>M</i>	<i>SE</i>	<i>M</i>	<i>SE</i>	<i>M</i>	<i>SE</i>	<i>M</i>	<i>SE</i>
SF	11,10 ^{bc}	0,82	13,44 ^{ab}	0,87	8,43 ^c	1,01	15,22 ^a	0,51
IF	6,91 ^{bc}	1,06	10,76 ^{ab}	1,13	5,68 ^c	1,31	13,75 ^a	0,67
CF*	-0,51 ^{bc}	0,14	0,02 ^{ab}	0,15	-0,87 ^c	0,17	0,43 ^a	0,09
NSR dígitos	30,33 ^b	1,06	25,41 ^a	1,13	30,97 ^b	1,31	25,24 ^a	0,67
NSR figuras	56,38 ^b	2,11	47,10 ^a	2,25	60,48 ^b	2,61	45,63 ^a	1,33
DT	11,08 ^b	0,52	11,39 ^b	0,55	11,22 ^b	0,64	13,39 ^a	0,33

Nota: CF = Consciência fonêmica, SF=tarefa de subtração de fonemas, IF=tarefa de inversão de fonemas, NSR=nomeação seriada rápida, DT = dígitos escore total. *Escore z compostos. Células com sobrescritos diferentes diferem significativamente entre si, $p < 0,05$ (de acordo com testes *post-hoc de Bonferroni*, calculados em seguida à realização de uma ANCOVA com o fator grupo como fator entre-sujeitos e com a idade e a Organização Perceptual como covariáveis). Escores estimados após a inclusão da idade e da Organização Perceptual como covariáveis.

ANEXO A – Parecer do COEP



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP

Projeto: CAAE – 0141.0.203.000-11

Interessado(a): Profa. Cláudia Cardoso Martins
Departamento de Psicologia
FAFICH - UFMG

DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 06 de setembro de 2011, após atendidas as solicitações de diligência, o projeto de pesquisa intitulado **"Dificuldades persistentes de leitura em português e sua relação com outros transtornos do desenvolvimento: o papel do processamento fonológico, da velocidade de processamento e da inteligência verbal e não-verbal"** bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.


Profa. Maria Teresa Marques Amaral
Coordenadora do COEP-UFMG