

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

Luciana Vellinho Corso

Dificuldades na Leitura e na Matemática:

um estudo dos processos cognitivos em alunos da 3^a a 6^a série do Ensino Fundamental

Porto Alegre

2008

Luciana Vellinho Corso

Dificuldades na Leitura e na Matemática:

um estudo dos processos cognitivos em alunos da 3^a a 6^a série do Ensino Fundamental

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Educação.

Orientadora:
Prof^a Dr^a Beatriz Vargas Dorneles.

Porto Alegre

2008

Aos meus pais, Sady e Heloisa, por serem os pais que são e por terem me ensinado a descobrir os vários caminhos possíveis a percorrer.

Ao Fernando pelo companheirismo, afeto, amizade e apoio constantes.

Ao meu filho Pedro, minha maior fonte de inspiração, pela paciência e compreensão nos meus momentos de ausência.

A minha avó Lygia por sua vontade de viver.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Prof^a Dr^a Beatriz Vargas Dorneles, pelo acompanhamento competente e atento que foi crucial para o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço imensamente por sua acolhida em meu segundo ano do curso de doutorado.

À Faculdade de Educação da UFRGS e ao Departamento de Estudos Especializados (DEE) pelo período de afastamento concedido para a realização do doutorado.

Ao professor Sérgio Franco pela orientação realizada em meu primeiro ano de curso.

Aos alunos participantes desta pesquisa pela disponibilidade e carinho.

Às cinco escolas pesquisadas, em especial às equipes pedagógicas e às professoras das turmas, pela disponibilidade.

Às psicólogas Fernanda Müller Heuser e Graziela Jungbluth Freitas pelo auxílio nesta pesquisa.

À minha irmã Laura, sou profundamente grata, por sua incansável e competente leitura deste trabalho, pelo incentivo e apoio.

Às minhas irmãs Helena e Fernanda pela torcida e pelo incentivo de sempre.

Às colegas do grupo de pesquisa pelas trocas e amizade.

À Lourdes Duval com quem sempre pude contar, mesmo antes de meu ingresso no doutorado.

Enfim, a todos aqueles que de alguma forma me auxiliaram nesta caminhada.

RESUMO

A co-ocorrência entre as dificuldades na leitura e na matemática é freqüente indicando que processos cognitivos comuns subjacentes a tais dificuldades possam estar deficitários. Este estudo procurou compreender e identificar as relações entre as dificuldades na leitura e na matemática em 79 alunos brasileiros do 3º ao 6º ano do Ensino Fundamental. Os alunos foram divididos em quatro grupos: com dificuldades na leitura (DL), com dificuldades na matemática (DM), com dificuldades nas duas áreas (DLM) e sem dificuldades (controle).

Avaliamos o perfil cognitivo dos grupos por meio de tarefas que envolveram: processamento fonológico (memória fonológica de dígitos, frases e relatos, consciência fonológica e velocidade de processamento), senso numérico, memória de trabalho (componente executivo central), e estratégias de contagem e de recuperação da memória.

O grupo de alunos com dificuldades na leitura e na matemática evidenciou problemas que abrangem o processamento fonológico, o senso numérico e o componente executivo central da memória de trabalho. Tal resultado sugere que todas estas habilidades desempenham um importante papel no aprendizado eficiente da leitura e da matemática. Os alunos com DL apresentaram baixo desempenho nas tarefas de consciência fonológica e velocidade de processamento de letras, e números e letras. Os alunos com DM mostraram desempenho significativamente inferior na tarefa de memória de relatos e de recuperação de fatos da memória. Este grupo utilizou estratégias de contagem imaturas, mas não evidenciou dificuldades com o senso numérico, como foi previsto.

O estudo indica que a Teoria dos Dois Fatores oferece uma importante contribuição para se compreender a coexistência de dificuldades na leitura e na matemática. No entanto, em concordância com Hopkins e Lawson (2006), nossos resultados sugerem um avanço na teoria, fornecendo papel de destaque à velocidade de processamento.

Os resultados do estudo oferecem uma importante implicação educacional: a necessidade de se incluir, ao longo do Ensino Fundamental, tarefas escolares voltadas para o desenvolvimento do processamento fonológico e do senso numérico, habilidades estas ainda pouco conhecidas pela escola brasileira.

PALAVRAS-CHAVE: Dificuldades na leitura e na matemática. Processos cognitivos.

ABSTRACT

The co-occurrence between the difficulties in reading and mathematics is frequent, indicating that common cognitive processes underlying these difficulties may be impaired. This study sought to understand and identify the relationship between the difficulties in reading and mathematics in 79 Brazilian students from the 3rd to the 6th year of elementary school. The students were divided into four groups: difficulties in reading (RD), difficulties in mathematics (MD), difficulties in both areas (MD-RD) and the ones without difficulties (control).

We assessed the cognitive profile of the groups by means of tasks involving: phonological processing (phonological memory of digits, sentences and short stories, phonological awareness and processing speed), number sense, working memory (central executive component), counting strategies and arithmetic fact retrieval.

Students with difficulties in reading and mathematics showed problems that range from phonological processing to number sense and working memory tasks. Such a result suggests that all these abilities play an important role in efficient learning in reading and mathematics.

Students with reading difficulties showed a significantly lower performance in the phonological awareness, the letter processing speed and numbers and letters processing speed tasks. Students with mathematics difficulties showed significantly lower performance in the short stories memory task and retrieval of memory facts. This group used immature counting strategies, but showed no difficulties with number sense, as hypothesized.

The study indicates that the Two-Factor Theory offers an important contribution to understanding the coexistence of difficulties in reading and mathematics. However, in agreement with Hopkins and Lawson (2006), our results suggest a breakthrough in the theory, providing a prominent role to the processing speed.

The results provide an important educational implication: the need to include, throughout the elementary school, tasks aiming at the development of phonological processing and number sense, which are still little known by Brazilian schools

KEYWORDS: Difficulties in reading and mathematics. Cognitive processes.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Número de participantes, gênero, idade média e desvio padrão dos diferentes grupos	127
TABELA 2 – Média e desvio padrão obtidos pelos grupos nas medidas de QI estimado e subteste de leitura e matemática do TDE	127
TABELA 3– Coeficiente de correlação de Pearson (r) e o nível de significância (p) entre os subtestes de leitura e aritmética do TDE com o QI	139
TABELA 4 – Desempenho obtido pelos diferentes grupos nas tarefas de consciência da sílaba, consciência do fonema e consciência fonológica total	140
TABELA 5 – Desempenho obtido pelos diferentes grupos nas tarefas de memória fonológica para dígitos, frases e relatos	141
TABELA 6 – Desempenho obtido pelos diferentes grupos nas tarefas de velocidade de processamento	142
TABELA 7 – Desempenho obtido pelos diferentes grupos na tarefa de senso numérico	143
TABELA 8 – Desempenho obtido pelos diferentes grupos nas tarefas de memória de trabalho (componente executivo central).....	144
TABELA 9 – Desempenho obtido pelos diferentes grupos na tarefa de adição simples com a escolha espontânea da estratégia a ser utilizada	146
TABELA 10 – Média e desvio padrão da frequência de uso espontâneo das estratégias de contar nos dedos, contagem interna, decomposição e recuperação da memória	145
TABELA 11 – Média e desvio padrão do número de acertos obtidos pelos diferentes grupos quando a escolha espontânea da estratégia foi a recuperação dos fatos de adição da memória	149
TABELA 12 – Média e desvio padrão do número de acertos obtidos pelos diferentes grupos na tarefa de adição simples quando a recuperação de fatos da memória era a única opção de estratégia a ser usada	149
TABELA 13 – Coeficiente de correlação de Pearson (r) e o nível de significância (p) entre as tarefas que avaliam processamento fonológico, senso numérico e estratégias e procedimentos de contagem com o QI	217

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Esquema para a identificação e o estudo de dificuldades de aprendizagem potenciais em matemática	76
QUADRO 2 – Características que compõem o conceito de senso numérico ...	106
QUADRO 3 – Amostra de itens do Teste de Conhecimento Numérico	117
QUADRO 4 – Descrição de tarefas para avaliar a matemática inicial	117

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Desempenho dos grupos na tarefa de senso numérico	144
GRÁFICO 2 – Frequência no uso de estratégias pelos alunos de 4 ^a série com e sem dificuldades.....	150
GRÁFICO 3 – Uso de estratégias pelos alunos de 6 ^a série com e sem dificuldades	151
GRÁFICO 4 – Estratégias utilizadas pelos alunos de 4 ^a e 6 ^a séries com dificuldades na matemática	152
GRÁFICO 5 – Estratégias utilizadas pelos alunos de 4 ^a e 6 ^a séries com dificuldades na matemática	152

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 ENQUADRAMENTO TEÓRICO	16
2.1 DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM: CONTROVÉRSIAS CONCEITUAIS	16
2.2 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO UTILIZADOS NA ÁREA DA LEITURA E DA MATEMÁTICA	26
2.3 LEITURA	30
2.3.1 Habilidades Desenvolvidas no Ato de Ler	30
2.3.2 Tipos de Dificuldades de Leitura	34
2.3.3 Interjogo de Fatores Presentes nas Dificuldades de Leitura	37
2.3.4 Causas das Dificuldades na Leitura	40
2.3.4.1 Consciência fonológica	41
2.3.4.1.1 Relação entre consciência fonológica e aquisição da leitura e escrita	44
2.3.4.1.2 Consciência fonológica e as dificuldades em leitura	44
2.3.5 Níveis de Explanação em Teoria de Dificuldades de Aprendizagem	52
2.4 MATEMÁTICA	54
2.4.1 Conhecimento Matemático Informal	56
2.4.2 Conhecimento Matemático Formal	60
2.4.3 Dificuldades de Aprendizagem na Matemática	62
2.4.4 Desempenho e Perfil Cognitivo dos Alunos com Dificuldades de Aprendizagem na Matemática	65
2.4.4.1 Contagem	66
2.4.4.2 Competências no uso de procedimentos aritméticos	67
2.4.4.3 Relação entre conhecimento conceitual e dificuldades procedimentais	71
2.4.4.4 Memória de trabalho	73
2.4.4.5 Velocidade de processamento	84
2.4.4.6 Dificuldade na memória semântica de longo prazo	87
2.4.5 Origem das Dificuldades no Aprendizado da Matemática	92
2.4.6 Últimas Tendências nas Pesquisas Sobre Dificuldades na Matemática ..	94
2.5 A COEXISTÊNCIA DE DIFICULDADES NA APRENDIZAGEM DA LEITURA E MATEMÁTICA	97
2.5.1 Diferentes Perfis Neuropsicológicos	99
2.5.2 O Caso das Dificuldades em Leitura sem a Presença das Dificuldades em Matemática	104
2.5.3 O Caso das Dificuldades em Matemática sem a Presença das Dificuldades em Leitura	105
2.5.4 Senso Numérico	106
2.5.4.1 Qual a origem do senso numérico?	109
2.5.4.2 O senso numérico pode ser ensinado?	112
2.5.4.3 Quais são os componentes do senso numérico?	115
2.5.4.4 Medindo o senso numérico	116
2.6 A TEORIA DOS DOIS FATORES: DIFICULDADES NA APRENDIZAGEM DE FATOS MATEMÁTICOS	119
3 MÉTODO	122
3.1 TEMÁTICA DA PESQUISA	122
3.2 OBJETIVOS	123
3.2.1 Objetivos Gerais	123

3.2.2 Objetivos Específicos	123
3.3 HIPÓTESES DE PESQUISA	124
3.4 AMOSTRA	125
3.5 ESCOLAS	127
3.6 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS	128
3.7 INSTRUMENTOS UTILIZADOS	130
3.7.1 Provas de Leitura e Matemática do Teste de Desempenho Escolar - TDE (STEIN, 1994)	131
3.7.2 Tarefa de Problemas Matemáticos Adaptada de Stein (1994)	131
3.7.3 Provas de Cubos e Vocabulário da Escala Weschsler Para Crianças (WISC-III-R, 1991)	132
3.7.4 Habilidades de Processamento Fonológico	132
3.7.4.1 Memória fonológica	132
3.7.4.2 Consciência fonológica	133
3.7.4.3 Velocidade de acesso a informações da memória de longo prazo	135
3.7.5 Senso Numérico	135
3.7.6 Memória de Trabalho (componente executivo central)	136
3.7.7 Estratégias e Procedimentos de Contagem e de Recuperação da Memória (tarefas adaptadas de GEARY, 2000)	137
3.8 ANÁLISE DOS DADOS	138
4 RESULTADOS	139
4.1 ANÁLISE DE CORRELAÇÃO	139
4.2 ANÁLISE DE VARIÂNCIA	140
4.2.1 Desempenho nas Tarefas de Processamento Fonológico	140
4.2.1.1 Consciência fonológica	140
4.2.1.2 Memória fonológica para dígitos, frases e relatos	141
4.2.1.3 Velocidade de processamento	142
4.2.2 Desempenho nas Tarefas de Senso Numérico	143
4.2.3 Desempenho nas Tarefas de Memória de Trabalho	144
4.2.4 Desempenho dos Diferentes Grupos nas Tarefas de Cálculo de Adição Simples – Estratégias e Procedimentos Utilizados	145
4.2.4.1 Contar todos	147
4.2.4.2 Contar a partir do menor	147
4.2.4.3 Contar a partir do maior	147
4.2.4.4 Contagem interna	148
4.2.4.5 Decomposição	148
4.2.4.6 Recuperação da memória	148
4.2.4.7 Acertos na recuperação	148
4.2.5 Desempenho das Turmas de 4ª e 6ª Séries nas Tarefas de Cálculo de Adição Simples – Estratégias e Procedimentos Utilizados	150
4.2.6 Síntese dos Resultados	153
5 DISCUSSÃO	154
5.1 PROCESSAMENTO FONOLÓGICO	155
5.1.1 Consciência Fonológica	155
5.1.2 Memória Fonológica Para Dígitos, Frases e Relatos	156
5.1.3 Velocidade de Processamento	158
5.2 SENSO NUMÉRICO	158
5.3 MEMÓRIA DE TRABALHO (COMPONENTE EXECUTIVO CENTRAL)	161
5.4 ESTRATÉGIAS E PROCEDIMENTOS DE CONTAGEM UTILIZADOS	

PELOS DIFERENTES GRUPOS	163
5.5 ESTRATÉGIAS E PROCEDIMENTOS UTILIZADOS NAS TAREFAS DE CÁLCULO DE ADIÇÃO SIMPLES PELAS TURMAS DE 4ª E 6ª SÉRIES COM E SEM DIFICULDADES NA MATEMÁTICA	165
5.6 FINALIZANDO	166
6 DIFERENTES CONTEXTOS EM QUE OCORRE O DESENVOLVIMENTO COGNITIVO	168
7 IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO E PESQUISA	175
8 CONCLUSÕES GERAIS	179
REFERÊNCIAS	184
ANEXOS	202

1 INTRODUÇÃO

As dificuldades na leitura e na matemática são responsáveis pelos alarmantes índices de fracasso escolar que atingem o sistema educacional brasileiro. Tal situação sempre esteve em pauta e ainda continua muito presente nas atuais discussões e pesquisas da área de dificuldades de aprendizagem.

A busca de superação para tais dificuldades requer avanços nas investigações científicas dedicadas ao estudo das habilidades cognitivas subjacentes às aprendizagens da leitura e da matemática. Pesquisas deste tipo nos permitem avançar nos processos de prevenção e de tratamento dos problemas de aprendizagem.

Nas últimas duas décadas, houve um grande progresso no entendimento das dificuldades em leitura, ao passo que as dificuldades em matemática ainda são pouco compreendidas. O grande investimento das pesquisas na área da leitura permitiu a criação de uma variedade de ferramentas de avaliação e intervenção, assim como a identificação de crianças em risco de desenvolverem problemas em leitura, permitindo, então, a criação de um trabalho preventivo nas etapas iniciais desta aprendizagem. Em muitos casos, a identificação e a intervenção precoces ajudam a evitar que os alunos em risco venham a desenvolver dificuldades de aprendizagem.

Infelizmente, o mesmo não ocorre na área da matemática que ainda está em um momento inicial na formulação de teorias coerentes que possam explicar a variedade de dificuldades comumente observadas nas crianças e nos adultos. Por ser um tipo de dificuldade de aprendizagem pesquisada mais recentemente do que a leitura, os avanços são menores. O conhecimento que está sendo construído até então nesta área está relacionado à aritmética simples especialmente; portanto, pouco sabemos sobre problemas aritméticos complexos e até mesmo sobre outras sub-áreas da matemática. Não resta dúvida de que este campo do saber necessita de mais atenção para que possamos compreender as causas, características, prognósticos e programas de intervenção na área da matemática.

A literatura indica que a coexistência de dificuldades na leitura e na matemática é freqüente. Os estudos que tratam deste tema nos fazem questionar a respeito das possíveis relações existentes entre estas áreas. De fato, um novo e promissor campo de pesquisa se abre quando buscamos compreender tais relações.

Este trabalho tem como objetivo compreender e identificar os processos cognitivos deficitários que estão subjacentes aos problemas na leitura e na matemática.

Apesar do estudo privilegiar as habilidades cognitivas que apóiam a aprendizagem da leitura e da matemática, este também inclui uma reflexão sobre os diferentes contextos em que ocorre o desenvolvimento cognitivo, destacando fatores que contribuem para favorecer ou dificultar o desenvolvimento daquelas habilidades.

No segundo capítulo, apresentamos o enquadramento teórico da tese. Inicialmente, fazemos uma breve discussão a respeito da polêmica que gira em torno da definição das dificuldades de aprendizagem e dos instrumentos utilizados para avaliá-las. A partir daí, revisamos a literatura em leitura, destacando alguns conceitos importantes e apontando os avanços das pesquisas. A seguir, fazemos o mesmo com a área da matemática. Neste item, chamamos atenção para a falta de consenso que caracteriza os resultados de algumas pesquisas. Do mesmo modo, destacamos as controvérsias referentes a alguns conceitos-chave da área de matemática, como é o caso do conceito de senso numérico. Após, discutimos a coexistência das dificuldades na aprendizagem da leitura e da matemática, mostrando os resultados das pesquisas que se propõem a traçar o perfil cognitivo dos alunos com problemas nestas áreas. Neste tópico, apresentamos a Teoria dos Dois Fatores, de Robinson *et al.* (2002) que inspirou nosso estudo. Tal teoria inclui dois fatores para explicar as dificuldades na aprendizagem de fatos matemáticos: deficiências nas habilidades de processamento fonológico e/ou senso numérico pouco desenvolvido.

No terceiro capítulo, descrevemos o método da investigação, explicitando a temática da pesquisa, os objetivos, as hipóteses, a caracterização dos quatro grupos que compuseram a amostra, os instrumentos utilizados e os procedimentos de coleta de dados.

No capítulo que segue, apresentamos os resultados obtidos para cada uma das tarefas avaliadas: processamento fonológico, componente executivo central da memória de trabalho, senso numérico, e estratégias e procedimentos de contagem e de recuperação da memória.

No quinto capítulo, discutimos os resultados encontrados, relacionando-os com as pesquisas presentes na literatura.

No sexto capítulo, refletimos sobre os diferentes contextos em que ocorre o desenvolvimento cognitivo, destacando, a partir da pesquisa de campo, alguns fatores estressores que contribuem para o surgimento dos problemas de aprendizagem.

No sétimo capítulo, sugerimos algumas implicações deste estudo para o ensino e a pesquisa, dando destaque à importância de se incluir, ao longo do Ensino

Fundamental, tarefas escolares voltadas para o processamento fonológico e o senso numérico, habilidades estas ainda pouco conhecidas pela escola brasileira.

Por fim, no oitavo e último capítulo, apresentamos as conclusões do estudo salientando a importância de distinguirmos os diferentes grupos de alunos com dificuldades de aprendizagem que, por apresentarem perfis cognitivos distintos, necessitam de uma intervenção diferenciada. Destacamos neste item que a Teoria dos Dois Fatores oferece uma contribuição para se compreender a coexistência de dificuldades na leitura e na matemática em alunos brasileiros. No entanto, juntamente com outras pesquisas, sugerimos um avanço nesta teoria.

2 ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1 DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM: CONTROVÉRSIAS CONCEITUAIS

O estudo da área das dificuldades de aprendizagem tem atraído o interesse de diferentes profissionais (médicos, psicólogos, professores, entre outros) que utilizam perspectivas distintas para compreender as dificuldades de aprendizagem (doravante DA), o que resulta em problemas para encontrarmos uma definição consensual. Assim, encontramos distintas abordagens que definem as DA.

Inicialmente, acreditava-se que as DA eram somente conseqüências de um dano cerebral e muitos dos conceitos teóricos e metodologias de ensino associados à área das DA cresceu a partir do trabalho feito, nas décadas de 30 e 40, com crianças que apresentavam retardo mental¹ (KAVALE; FORNESS, 1985).

O uso de termos sugerindo uma deficiência orgânica e a abordagem médica que estava sendo usada para definir as DA não foram aceitas pela comunidade educacional. Para os pais e professores, a etiqueta “dano cerebral” não tinha sentido, uma vez que o dano cerebral era difícil de determinar. Reclamavam também que tal etiqueta não oferecia uma direção em termos de intervenção.

Com o passar do tempo, alguns profissionais argumentaram que era difícil inferir dano cerebral a partir de características comportamentais isoladas e que o termo “dano” deveria ser substituído por “disfunção”, indicando que poderia não existir uma mudança estrutural no cérebro, mas somente um desvio de função (KAVALE; FORNESS, 1985).

Em resposta àquela preocupação evidenciada pela comunidade educacional, Kirk e Bateman (1963, *apud* CHAPMAN; VAN KRAAYENOORD, 1987) introduziram a idéia de “dificuldades de aprendizagem”.

¹ Os primeiros estudos sobre problemas na aprendizagem surgem, no século XIX, das ciências médicas, como por exemplo, neurologia, neurofisiologia e neuropsiquiatria (SCOZ, 1994). A medicina, como uma ciência muito respeitada, observou, classificou e deu uma nomenclatura aos fenômenos do fracasso escolar (RUBINSTEIN, 1999). Surgem, então, termos como *dislexia*, *discalculia*, *disortografia*. No Brasil há uma tendência, a partir da década de 90, de abandonarmos aqueles termos, por sua conotação patologizante, e substituímos por termos como dificuldades na leitura, dificuldades na matemática e dificuldades na ortografia, respectivamente.

Surtem então uma variedade de definições produzidas pelas comunidades médica e educacional, diferindo quanto à forma e ao conteúdo, como consequência das tentativas de se alcançar uma definição para as DA.

A necessidade de uma definição única foi reconhecida quando pressão dos pais e profissionais, representando associações em prol das crianças com DA, foi exercida em busca de apoio do governo para que fossem subsidiados programas de auxílio aos alunos com DA (KAVALE; FORNESS, 1985).

Surge, assim, a definição do NJCLD (*National Joint Committee on Learning Disabilities*), de 1988, bastante aceita em todo o mundo, até hoje. Este comitê foi composto por representantes de oito das mais importantes organizações nacionais dos EUA envolvidas no tema das dificuldades de aprendizagem:

Dificuldade de aprendizagem é um termo geral que se refere a um grupo heterogêneo de transtornos que se manifestam por dificuldades significativas na aquisição e uso da audição, fala, leitura, escrita, raciocínio ou habilidades matemáticas'. Tais transtornos são intrínsecos ao indivíduo, supondo-se devido à disfunção do sistema nervoso central e podem ocorrer ao longo do ciclo vital. Podem existir junto às dificuldades de aprendizagem problemas nas condutas de auto-regulação, percepção social e interação social, mas não constituem por si mesmos uma dificuldade de aprendizagem. Mesmo que as dificuldades de aprendizagem possam ocorrer concomitantemente com outras condições incapacitantes (por exemplo, sensorial, deficiência mental ou transtornos emocionais graves) ou com influências extrínsecas (tais como as diferenças culturais, instrução inapropriada ou insuficiente), não são o resultado dessas condições ou influências. (NATIONAL JOINT COMMITTEE ON LEARNING DISABILITIES, 1991, p.18)

Essa definição foi apoiada pela maioria das organizações científicas e profissionais dos EUA (DORNELES, 1995). Alguns pontos merecem ser comentados.

As dificuldades de aprendizagem referem-se a um determinado tipo de problema, envolvendo as aprendizagens escolares, e são supostamente causadas por fatores internos ao indivíduo (disfunção do sistema nervoso central). Este aspecto da definição vem motivando um número grande de pesquisas a buscar maior compreensão dos processos cognitivos “deficientes” e/ou “enfraquecidos” que caracterizariam tal disfunção. De fato, este tem sido um dos grandes desafios que a área de dificuldades de aprendizagem vem enfrentando. Pesquisas têm evidenciado “algumas” respostas (como veremos mais adiante) para questões do tipo: Quais as diferenças nos processos cognitivos utilizados pelos alunos sem dificuldades e os alunos que enfrentam problemas para aprender? Qual é o perfil cognitivo dos alunos com DA? Tais questionamentos permanecem sendo objetos de investigação.

Alguns pesquisadores consideram que a definição proposta pelo NJCLD apresenta problemas conceituais (GINSBURG, 1997, KAVALE; FORNESS, 2000, STANOVICH; STANOVICH, 2000). De acordo com esta definição, as dificuldades de aprendizagem não são o resultado direto de instrução inapropriada ou insuficiente. No entanto, é tarefa muito difícil controlar esta variável, o que sugere a necessidade de mais pesquisa para se desenvolverem métodos sistemáticos de análise e avaliação de ensino em salas de aula.

Problema de aprendizagem? Problema de ensino? Não resta dúvida que a discussão sobre como se dá a aprendizagem envolve diretamente a discussão sobre a forma como se dá o ensino. Encontramos na literatura autores que questionam de forma enfática se as dificuldades enfrentadas pelos alunos são de fato originadas por problemas internos ao aluno ou se são frutos de problemas de ensino (DORNELES, 1987, 1999, FRANCO, 1995).

As dificuldades de aprendizagem não podem ser entendidas a partir de um único dos fatores possíveis: professor, métodos, recursos, escola, sistema, pois elas podem estar em vários destes fatores ao mesmo tempo, como no sistema e nos métodos, nos recursos e na avaliação. Conforme aponta Dorneles (1999, p. 27): “São diferentes mecanismos internos que atingem cada um destes aspectos e que se relacionam de diversas maneiras determinando o fracasso”.

Devido ao fato de que o termo dificuldades de aprendizagem inclui diferentes populações de crianças, muitos educadores e psicólogos apoiaram a idéia de que o conceito deveria refletir os diferentes tipos de dificuldades de aprendizagem, ao invés de expressar uma categoria geral. Desta forma, os alunos não deveriam ser descritos como alunos com dificuldades de aprendizagem, mas sim descritos em termos de suas dificuldades específicas: alunos com dificuldades em leitura, com dificuldades em matemática (SURAN; RIZZO, 1983).

Encontramos na literatura definições, como as de Farrald e Schamber (1973), que poderiam ser consideradas não categóricas. Para estas autoras, uma criança com dificuldades de aprendizagem é qualquer uma que, por qualquer motivo, consistentemente falha para alcançar as demandas do currículo para o qual ela foi designada. É qualquer criança que apresenta características de aprendizagem que precisam ser revistas, sendo necessária a reconstrução das intervenções por parte do professor para que ela possa aprender. De acordo com esta definição, não deveríamos

nos fixar tanto nas causas das dificuldades, mas sim nos preocuparmos mais com o fato de que todas as crianças que têm problemas para aprender possam receber ajuda.

Apresentamos a seguir as definições dos transtornos de aprendizagem que fazem parte dos dois principais manuais internacionais de diagnóstico: CID-10 (Organizado pela Organização Mundial de Saúde) e DSM-IV (Organizado pela Associação Psiquiátrica Americana).

Manuais internacionais de diagnóstico dos Transtornos de Mentais

Existem outras definições que são também bastante utilizadas. Estas fazem parte de dois manuais internacionais de diagnóstico dos Transtornos Mentais: Classificação de Transtornos Mentais e de Comportamento do CID-10 e Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais, DSM-IV.

O CID-10 situa os Transtornos Específicos do Desenvolvimento das Habilidades Escolares (TEDHE) dentro da categoria dos Transtornos do Desenvolvimento Psicológico e especifica que:

[. . .] compreendem grupos de transtornos manifestados por comprometimentos específicos e significativos no aprendizado de habilidades escolares. Estes comprometimentos no aprendizado não são resultado direto de outros transtornos (tais como retardo mental, déficits neurológicos), embora eles possam ocorrer simultaneamente em tais condições. (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 1993, p. 237)

Nesse manual, a subdivisão básica do TEDHE é: Transtorno Específico da Leitura (F81.0); Transtorno Específico de Soletrar (F81.1) e Transtorno Específico das Habilidades Aritméticas (F81.2).

De acordo com o CID-10, os problemas que as crianças com Transtorno de Aprendizagem apresentam são mais persistentes e não evoluem, mesmo nos casos em que elas recebam um trabalho pedagógico individualizado. Os transtornos “[. . .] não são simplesmente a consequência de uma falta de oportunidade de aprender nem são decorrentes de qualquer forma de traumatismo ou de doença cerebral adquirida.” (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 1993, p. 236). Bem como destaca Moojen (1999), os fatores etiológicos não estão muito claros, mas há um consenso no sentido de que se originam de “[. . .] anormalidades no processo cognitivo que derivam em grande parte de algum tipo de disfunção biológica.” (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 1993, p. 236).

Os Transtornos de Aprendizagem para o DSM-IV “[. . .] são diagnosticados quando os resultados do indivíduo em testes padronizados e individualmente administrados de leitura, matemática, ou expressão escrita estão substancialmente abaixo do esperado para a sua idade, escolarização ou nível de inteligência.” (DSM-IV, 1995, p. 46). Aqui, aparece o conceito de discrepância entre a capacidade intelectual e o desempenho pedagógico. Este tem sido o principal critério usado, tanto pelas escolas quanto pela comunidade científica internacional em suas pesquisas realizadas, para a definição das dificuldades de aprendizagem (STANOVICH; STANOVICH, 2000).

O DSM IV situa tais dificuldades no eixo 1, na categoria dos transtornos geralmente diagnosticados pela primeira vez na infância ou adolescência, e classifica-os em: Transtorno da Leitura (315.00), Transtorno da Matemática (315.1) e Transtorno da Expressão Escrita (315.19). O critério diagnóstico fundamental para o transtorno do desenvolvimento da leitura, segundo este manual, é: “O rendimento em leitura, medido por um teste padronizado e individualmente aplicado, está acentuadamente abaixo do nível esperado, dada a escolarização e a capacidade intelectual do indivíduo (determinada por um teste de QI aplicado individualmente).” (DSM-IV, 1995, p. 44). O critério diagnóstico para o transtorno de desenvolvimento da aritmética é análogo: “As habilidades aritméticas, medidas por um teste padronizado e individualmente aplicado, estão acentuadamente abaixo do nível esperado, dada a escolarização e a capacidade intelectual do indivíduo (determinada por um teste de Q.I. aplicado individualmente).” (DSM-IV, 1995, p. 42).

O Quociente Intelectual (QI) nada mais é do que um escore atribuído a partir da realização de um teste de quantificação de habilidades cognitivas. O QI procura ser uma ferramenta para quantificar um tipo de inteligência, que é valorizada dentro do ambiente escolar (COLOM; FLORES-MENDOZA, 2006). O debate em torno da relação existente entre o nível intelectual e o desempenho acadêmico é intenso produzindo resultados nem sempre consensuais.

Alguns trabalhos apontam uma forte ligação entre QI e desempenho acadêmico em muitas áreas (CECI, 1991), incluindo a leitura e a matemática (CLARREN, *et al.*, 1991, DORNELES, *et al.*, 2008) e habilidades fonológicas (TORGESEN, *et al.*, 1994). Outros estudos não encontram o mesmo resultado, como é o caso da não correlação evidenciada entre habilidades de memória de trabalho (o componente executivo central e o componente fonológico avaliados por meio das tarefas de *digit span backward* e *forward* do WISC) e desempenho em matemática de alunos brasileiros de 2ª a 4ª série

(COSTA, 2008). Do mesmo modo, nossa pesquisa também não encontrou correlação positiva entre o desempenho em leitura e matemática e o QI evidenciado pelos participantes. Apresentamos este dado mais adiante.

Embora pesquisas mostrem que alunos com altos escores nos testes de inteligência revelam melhores resultados nas avaliações escolares do que aqueles que apresentam baixos escores, autores como Colom e Flores-Mendonza (2006) ressaltam que outros fatores exercem influência sobre estes resultados, do tipo heterogeneidade de critérios utilizados para avaliar desempenho, doenças, qualidade do ensino, nível de motivação, estresse e dificuldades emocionais, falta de condições materiais, entre outros.

Tal discussão remete à idéia de que o QI não é imutável (GOTTFREDSON, 2004). A falsa premissa da invariabilidade do QI ainda permanece no âmbito escolar. Essa crença acaba por transformar algumas dificuldades de aprendizagem em debilidades constitucionais, rotulando muitos alunos. Cordié (1996) lembra que a variabilidade das habilidades, as capacidades, as experiências passadas e as oportunidades futuras podem influenciar o QI de uma pessoa. Portanto, o QI seria a medição atual da capacidade de funcionamento intelectual.

A discussão a respeito da validade e fidedignidade dos testes de inteligência e desempenho utilizados para medir a discrepância está muito presente na literatura. Vários pesquisadores apontam para o fato de que os tipos de testes utilizados são, algumas vezes, tecnicamente inadequados (MERCER, 1987, YSSELDYKE; ALGOZZINE, 1984, GINSBURG, 1997).

O conceito de dificuldade de aprendizagem que vem sendo oficialmente usado na Espanha, a partir da Lei 696/1995, é bem mais amplo do que aquele aplicado nos Estados Unidos em que os critérios de discrepância e exclusão são utilizados como referência. Casas e Castellar (2004) pontuam que os termos *dificuldades de aprendizagem* e *necessidades educativas especiais* são praticamente equivalentes. Na Espanha, um aluno tem necessidades educativas especiais se, por qualquer razão, apresentar dificuldades (maiores do que a dos outros alunos) para adquirir as habilidades estabelecidas pelo currículo, correspondentes a sua idade. Para que possa compensar suas dificuldades, o aluno necessita de adaptações em várias áreas do currículo. Assim, as dificuldades de aprendizagem na Espanha são identificadas com base na diferença entre aqueles alunos que não aprendem, no contexto da sala de aula com materiais típicos, e aqueles que aprendem. Deste modo, as dificuldades de

aprendizagem são compreendidas como uma inadequação entre as necessidades dos alunos e os recursos de ensino, enfatizando a natureza interativa destes dois fatores já que o problema pode estar tanto no aluno como no professor.

Dificuldades de Aprendizagem e necessidades educativas especiais: Legislação brasileira

É importante destacarmos que a legislação brasileira também evidencia uma relação entre os termos *dificuldades de aprendizagem e necessidades educativas especiais*. A Resolução N° 2 do Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Básica, de fevereiro de 2001, define o aluno com necessidades educativas especiais:

Art. 5º Consideram-se educandos com necessidades educacionais especiais os que, durante o processo educacional, apresentarem:

I- **dificuldades acentuadas de aprendizagem** ou limitações no processo de desenvolvimento que dificultem o acompanhamento das atividades curriculares, compreendidas em dois grupos:

a) aquelas não vinculadas a uma causa orgânica específica;

b) aquelas relacionadas a condições, disfunções, limitações ou deficiências; (CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2001, p. 2, grifo nosso)

A Lei 9394/96 – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, em seu Artigo 59, Capítulo V (Da Educação Especial), refere que os sistemas de ensino assegurarão aos educandos com necessidades especiais - entre outros aspectos: currículos, métodos, técnicas, recursos educativos e organização específicos para atender as suas necessidades.

O Plano Nacional de Educação – Educação Especial especifica que:

Requer-se um esforço determinado das autoridades educacionais para valorizar a permanência dos alunos nas classes regulares, eliminando a nociva prática de encaminhamento para classes especiais daqueles que apresentam **dificuldades comuns de aprendizagem**, problemas de dispersão de atenção ou de disciplina. A esses deve ser dado maior apoio pedagógico nas suas próprias classes, e não separá-los como se precisassem de atendimento especial. (BRASIL, 2001, p. 4, grifo nosso)

A relação entre *dificuldades de aprendizagem e necessidades educativas especiais*, presente na legislação brasileira, levando-se em consideração essas citações, parece fazer uma diferenciação entre os alunos com dificuldades “comuns de aprendizagem” e os alunos com necessidades educativas especiais. No entanto, a legislação brasileira fundamenta-se na Declaração de Salamanca que traz uma definição mais abrangente de necessidades educacionais especiais, afirmando “[. . .] que todos

possuem ou podem possuir, temporária ou permanentemente, ‘necessidades educacionais especiais’.” (MENEZES; SANTOS, 2001). Para uma relação mais estreita entre aqueles termos, segundo nossa interpretação, a legislação brasileira deveria definir que, independente do grau da dificuldade (acentuada ou comum), os alunos que enfrentam dificuldades devem ter suas necessidades educacionais atendidas seja sob forma de maior apoio pedagógico nas suas próprias classes, em classes especiais ou escolas especiais.

Diferentes denominações utilizadas

Dificuldades, problemas, distúrbios, transtornos? Não existe consenso na literatura em relação à terminologia utilizada para designar os problemas para aprender evidenciados por alguns alunos². Moojen (1999, p. 243) chama atenção para o fato de que estes termos “[. . .] vêm sendo usados aleatoriamente na literatura e na prática clínica e escolar para designar quadros diagnósticos distintos”. Em razão disto, a autora sugere uma delimitação mais precisa para alguns destes termos, sobretudo, no que se refere à classificação de Transtornos e Dificuldades.

A autora destaca que, quando se trata de transtornos, as alterações nos padrões normais de aquisição de habilidades estão presentes desde os estágios iniciais do desenvolvimento, embora, muitas vezes, somente após um ou dois anos de escolaridade esses transtornos sejam passíveis de diagnóstico, pois muitas crianças iniciam a 1ª série com dificuldades que podem ser resolvidas, espontaneamente, por meio de mediação adequada, ou com o aumento do tempo de escolaridade. Os transtornos são mais persistentes e não evoluem, apesar de um trabalho pedagógico individualizado.

Já as dificuldades de aprendizagem são resultado de um baixo rendimento escolar em consequência de diversos fatores isolados, ou em interação, dos quais poderíamos citar, como exemplos, falta de interesse e motivação, perturbação emocional, inadequação metodológica ou mudança no padrão de exigência da escola. Sabe-se que qualquer aluno pode enfrentar problemas para aprender em função de aspectos como estes (MOOJEN, 1999).

² Neste trabalho optamos pela terminologia dificuldades de aprendizagem (DA).

Conforme a discussão apontada anteriormente, o CID-10 reconhece que

“[. . .] infelizmente, não há meios diretos e exatos de diferenciar dificuldades escolares decorrentes de falta de experiências adequadas daquelas que decorrem de algum transtorno individual. Há boas razões para se supor que a distinção é real e clinicamente válida, mas o diagnóstico em casos individuais é difícil.” (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 1993, p. 237).

Podemos também encontrar a possibilidade de existência de transtornos e de dificuldades coexistirem num mesmo indivíduo (MOOJEN, 1999).

Romanelli (2003) propõe a subdivisão dos problemas de aprendizagem em três categorias: deficiências, dificuldades e distúrbios. Na categoria de deficientes estão os indivíduos que apresentam nível de inteligência abaixo da média e, por conseqüência, são portadores de necessidades especiais. O autor utiliza o termo dificuldades de aprendizagem como sinônimo de problemas: ocorrem devido a situações negativas de interação social. “A criança detecta alguma ameaça de ordem afetiva que vai bloquear as sinapses favoráveis à boa aprendizagem” (ROMANELLI, 2003, p 57). E os distúrbios de aprendizagem ocorrem quando a criança apresenta QI na média, ou acima da média, não evidencia problema de ordem sensorial, de comportamento sócio-emocional e motor, mas evidencia dificuldades para ler, escrever e/ou contar.

A necessidade de delimitarmos nossos sujeitos de pesquisa nos obriga a optar por uma definição de dificuldades de aprendizagem. A definição utilizada na Espanha (CASAS; CASTELLAR, 2004), apresentada anteriormente, expressa bem nossa forma de compreender as dificuldades de aprendizagem e, por isso, inspira-nos a definir nossos sujeitos de pesquisa. Portanto, para fins deste estudo, definimos como alunos com dificuldades de aprendizagem aqueles que, independente das razões, apresentam desempenho acadêmico abaixo do que seria esperado para o seu nível de escolaridade necessitando, assim, de um olhar diferenciado.

A polêmica que surge a partir do tema definição demonstra como esta discussão é fundamental. Embora a área das DA ainda não se encontre em um estágio em que se possa definir tais dificuldades de forma consensual, precisamos ter em mente que, quando definimos as dificuldades de aprendizagem, estamos não apenas especificando aqueles que devem ser considerados aprendizes com dificuldades, mas, sobretudo, estamos decidindo quais os alunos que irão receber atendimento³. Então, muito cuidado

³ Esta discussão estende-se aos países em que as DA são subsidiadas pelo governo. Infelizmente, esta situação não faz parte da realidade brasileira.

deve ser tomado para que possamos evitar rótulos inapropriados, assim como, garantir acesso a serviços de intervenção para todos aqueles que necessitam.

As diferentes abordagens de definição apresentadas acima podem ser complementares. Pensando em termos de esforços de pesquisa, uma abordagem categórica – por exemplo, que defende os diferentes tipos de dificuldades de aprendizagem – traria resultados mais significativos para a área, já que estudar os grupos de alunos com dificuldades - apresentando as mesmas características - ajudaria a clarificar aspectos de etiologia, sintomas, diagnóstico. Já, pensando em intervenção, uma abordagem não-categórica (como a citada anteriormente) seria mais adequada, pois, independente das causas, todas as crianças com problemas na aprendizagem deveriam ter acesso a programas de intervenção.

Destacamos neste capítulo que as definições de dificuldades de aprendizagem estão longe de apresentar um consenso, refletindo a complexidade que o tema envolve. Um dos grandes desafios que precisamos enfrentar é conviver com o fato de que o processo de aprendizagem, juntamente com as dificuldades que dele provêm, são fenômenos multifacetados e complexos, distanciando-se, portanto, de qualquer tentativa de análise simplista e reducionista, o que necessariamente nos causa problemas no momento em que temos de lidar com questões delicadas como é o caso da definição de dificuldades de aprendizagem.

Como não poderia deixar de ser, o debate sobre definição reflete a controvérsia existente em toda a área das DA. Como vamos determinar as causas das DA, identificar as características das crianças com DA, estimar a incidência e oferecer tratamento para aqueles considerados alunos com dificuldades de aprendizagem, se não temos uma definição universalmente aceita? É por essas e outras questões que Stanovich e Stanovich fazem afirmações enfáticas do tipo:

A área dos distúrbios de aprendizagem tem tido uma história acidentada [. . .]

Ela está repleta de controvérsias, começos imprudentes, modismos, ‘becos sem saída’ [. . .]

Parece que a área está constantemente em dificuldades, está sempre em estágio probatório e nunca está realmente segura [. . .]

A área dos distúrbios de aprendizagem parece fascinada por viver perigosamente [. . .] (STANOVICH; STANOVICH, 2000, p. 106).

Veremos, logo a seguir, a controvérsia existente em relação aos instrumentos que avaliam as dificuldades de aprendizagem na leitura e na matemática.

2.2 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO UTILIZADOS NA ÁREA DA LEITURA E DA MATEMÁTICA

Ao pensarmos a temática da definição das dificuldades de aprendizagem, deparamo-nos, necessariamente, com um outro tema que também tem sido alvo de muita discussão: os instrumentos utilizados para avaliarmos as dificuldades na leitura e na matemática.

A limitação dos testes padronizados é bastante discutida na literatura (FUCHS; FUCHS; MAXWELL, 1988). Tais testes oferecem apenas uma visão geral e insipiente do aprendizado dos alunos (GINSBURG, 1997). Questões de validade (até que ponto os testes medem o que se propõem a medir?) e de fidedignidade (até que ponto há confiabilidade na replicação dos resultados) estão sempre presentes nestas discussões e precisam ser consideradas (YIN, 2005).

No caso da matemática, por exemplo, os testes padronizados fazem uma amostragem da ampla variedade de tópicos aritméticos e matemáticos existentes (contagem, estimativa, recuperação de fatos, tabuada, compreensão de leis aritméticas, domínio dos procedimentos de transporte e empréstimo em tarefas multidígitos, resolução de problemas aritméticos, entre outros). Portanto, o que é para significar desempenho em matemática pode variar substancialmente entre testes. Encontramos alunos com dificuldades de aprendizagem na matemática (doravante DM) que evidenciam déficits severos em algumas daquelas áreas, mas, em contrapartida, apresentam desempenho na média ou acima da média em outras (BUTTERWORTH, 2005). Por esta razão, tem sido difícil para os pesquisadores destacar os déficits chaves das dificuldades de aprendizagem na matemática ou terem a certeza de como defini-las. (LANDERL *et al.*, 2004, BUTTERWORTH, 2005b).

Seguindo a mesma linha de argumentação, Gersten *et al.* (2005) salientam que apenas basear-se em testes padronizados pode não oferecer informação adequada para a identificação e tratamento das DM já que estes testes combinam diferentes tipos de itens, e dificuldades específicas podem ser mascaradas. Baseados nos resultados de suas pesquisas, os autores acreditam que o diagnóstico das DM requer a avaliação de um conjunto de habilidades e conhecimentos, incluindo habilidades computacionais,

memória de trabalho, senso numérico para que se possa compreender as razões para o baixo desempenho nesta área.

O mesmo ocorre na área da leitura que, apesar de apresentar uma variedade maior de instrumentos de avaliação, enfrenta as mesmas dificuldades com relação às “limitações” dos testes utilizados. Os testes psicométricos tradicionais medem indicadores globais de desempenho, como a velocidade de leitura ou o nível de compreensão geral de um texto escrito, o que nos permite situar o desempenho de uma criança em relação a uma população de referência. No entanto, tais testes pouco nos informam sobre a natureza das dificuldades e causas potenciais dos problemas em leitura (MOUSTY *et al.*, 1997).

Do mesmo modo, Alégria, Leybaert e Mousty (1997) argumentam que os testes que produzem apenas escores globais de leitura não são suficientes para um diagnóstico diferencial das dificuldades específicas que a criança apresenta. A natureza da tarefa sendo considerada (memória verbal, visuo-espacial, decodificação) acaba por produzir leitores que possuem perfis cognitivos diferentes (VAN HOUT, 1997).

A inadequação da utilização de um único instrumento para a avaliação de domínios tão complexos como é o caso da matemática e da leitura tem sido discutida na literatura (ALÉGRIA *et al.*, 1997, BUTTERWORTH, 2005a, MURPHY *et al.*, 2007) que vem apontando a necessidade de explorarmos o conjunto dos processos cognitivos subjacentes a estes domínios e tentando identificar os componentes dos sistemas que podem estar deficitários.

Como consequência das limitações apresentadas pelos testes padronizados, vemos crianças que são indevidamente classificadas como alunos com dificuldades de aprendizagem (falsos positivos). Indagamos conseqüentemente: como os pesquisadores vão produzir resultados consistentes em suas pesquisas se as suas amostras incluem muitas crianças que não apresentam dificuldades de aprendizagem?

Geary (1990) desenvolveu uma pesquisa que procurou eliminar os falsos positivos nos futuros estudos de dificuldades de aprendizagem. Selecionou alunos de 1ª e 2ª séries, considerados pela escola como alunos com dificuldades, e desenvolveu com esses alunos uma intervenção em matemática. O pesquisador, então, usou um teste padrão, comumente utilizado pela escola, e, de acordo com os escores dos alunos, dividiu-os em dois grupos: um grupo em que houve melhora e outro no qual a melhora não ficou evidenciada. Geary (1990) observou que o grupo que evidenciou melhora apresentava um atraso no desenvolvimento e não um déficit cognitivo ou

metacognitivo. Resultados como estes destacam a importância de utilizarmos instrumentos de avaliação que possam identificar aqueles alunos que realmente apresentam dificuldades de aprendizagem.

De fato, não há dúvida em relação à necessidade de mais pesquisa voltada para o desenvolvimento de instrumentos diagnósticos que possam avaliar as dificuldades de aprendizagem na leitura e na matemática de forma mais adequada (GEARY, 2004, GINSBURG, 1997). Estudos bastante recentes, na área da matemática, têm se ocupado desta questão (GEARY *et al.*, 2007, MURPHY *et al.*, 2007). Tais pesquisas vão destacar a idéia de que grupos diferentes de crianças atendem o critério para dificuldades na matemática dependendo dos instrumentos que são usados para a identificação e dos pontos de corte utilizados pelas pesquisas.

Murphy *et al.* (2007) desenvolveram um estudo longitudinal, da educação infantil ao 3º ano do Ensino Fundamental, em que compararam o desempenho em matemática e nas habilidades relacionadas à matemática (visuo-espaciais, leitura e memória de trabalho), em grupos de alunos a partir de diferentes critérios (pontos de corte): o grupo cujo desempenho em um teste padronizado de matemática situava-se no percentil 10 ou abaixo (DM- 10), o grupo cujo desempenho situava-se entre o percentil 11 e 25 (DM- 11-25) e, por fim, o grupo cujo desempenho ficava acima do percentil 25 (ou seja, alunos sem dificuldades na matemática). Os resultados da pesquisa demonstram que existe uma diferença qualitativa nas características dos grupos em função do ponto de corte em questão. Os alunos sem dificuldades apresentaram melhor desempenho em matemática do que o grupo com DM-11-25, seguidos pelos alunos com DM-10. Nas habilidades visuo-espaciais, o grupo sem dificuldades apresentou melhor desempenho do que os outros dois grupos, e estes não demonstraram diferenças entre si. Quanto à leitura, os alunos com DM-11-25, evidenciaram dificuldades relacionadas predominantemente à decodificação, enquanto que os alunos com DM-10 encontraram dificuldades tanto na decodificação como na fluência leitora. Em relação à memória de trabalho (executivo central), os autores observaram baixo desempenho nos dois grupos com dificuldades, sendo que o DM- 10 evidenciou o pior desempenho.

Seguindo esta mesma linha de investigação, Geary *et al.* (2007) compararam grupos de alunos com dificuldades severas na matemática (abaixo do percentil 15 em um teste padronizado de matemática), com baixo desempenho em matemática (percentil 23 a 39) e sem dificuldades nesta área (percentil acima de 50). Os grupos foram avaliados em tarefas matemáticas (representação de número, conhecimento de

contagem, estratégias de adição, estimativa), memória de trabalho e velocidade de processamento. Os resultados evidenciaram diferenças consistentes em todas as variáveis avaliadas sendo que o grupo com DM- 15 demonstrou o pior desempenho em comparação aos demais. O grupo com DM- 23-39, quando comparado aos alunos sem dificuldades, demonstrou pequena dificuldade com algumas habilidades matemáticas (uso de estratégias para resolver os cálculos de adição simples), mas evidenciou problemas para processar números, fazer estimativas e recuperar fatos de adição simples. Tal grupo revelou diferenças moderadas para a medida de velocidade de processamento, mas não para as medidas de memória de trabalho. Já o grupo com DM- 15 apresentou deficiências com a memória de trabalho e velocidade de processamento.

Os resultados das pesquisas de Murphy *et al.* (2007) e Geary *et al.* (2007) indicam que o uso de critérios mais restritivos identifica crianças com deficiências cognitivas abrangentes e severas, e déficits subjacentes na memória de trabalho e velocidade de processamento. O uso de critérios mais lenientes identifica crianças que podem ter dificuldades mais sutis em alguns domínios da matemática. Os autores sugerem que as características dos alunos com dificuldades na matemática e com baixo desempenho diferem em aspectos importantes e que, por isso, estes grupos não podem ser fundidos.

Estudos deste tipo, ao mesmo tempo que revelam a importância de se buscar maior consenso quanto aos critérios de definição das dificuldades de aprendizagem, revelam grande avanço no sentido de compreendermos a natureza e a extensão distintas das dificuldades que caracterizam grupos com problemas na matemática formados a partir de distintos critérios, mais lenientes ou mais restritivos.

A partir de resultados como estes, indagamo-nos acerca do cuidado necessário ao fazermos generalizações a respeito do aluno “típico” com DM. Temos que pensar em um aluno típico a partir de um critério mais leniente ou restritivo, pois tal diferença exigirá formas de intervir distintas. Se as pesquisas utilizam critérios mais lenientes correm o risco de incluir alunos diagnosticados indevidamente como apresentando dificuldades na matemática (falso positivos) e, usando critérios mais restritivos, correm o risco de deixar de fora alunos que deveriam ter sido diagnosticados como tendo dificuldades de aprendizagem na matemática (falso negativo). Reflexões sobre estes pontos são pertinentes e devem ser levadas em conta quando discutimos a respeito dos instrumentos de avaliação utilizados na área de dificuldades de aprendizagem. É

importante lembrar que somente uma avaliação precisa possibilitará uma intervenção adequada.

Passamos a seguir para o item que apresentará uma revisão sobre os principais conceitos e avanços alcançados pelas pesquisas na área de leitura.

2.3 LEITURA

A leitura é uma das ferramentas mais importantes das quais os seres humanos possuem. É uma habilidade fundamental para a aprendizagem, condição necessária para que o sujeito avance nas várias áreas curriculares.

Nossa realidade evidencia que problemas nesta área são responsáveis pelos alarmantes índices de fracasso escolar que atingem o sistema educacional brasileiro (PISA, 2006). Tal situação sempre esteve em pauta e ainda continua muito presente nas atuais discussões e pesquisas da área, pois, apesar de termos avançado muito nas concepções de leitura, ainda estamos longe de formar bons leitores. Leitores que possam aprender a ler, aprender com a leitura e aprender a desfrutar a leitura (SOLÉ, 2003).

Diferentes campos de investigação se ocupam da aprendizagem da leitura. Este tema vem atraindo diversas áreas (psicopedagogia, psicologia, neuropsicologia, neurologia, fonologia, sociologia, dentre outras) que com suas pesquisas têm contribuído para a construção de novos conhecimentos a respeito dos processos de aquisição e desenvolvimento da leitura e as dificuldades decorrentes destes processos.

Existe consenso entre as várias áreas de estudo de que a leitura é uma habilidade resultante de complexas interações entre fatores cognitivos, sociais, orgânicos e afetivos.

Neste estudo, apresentamos a leitura a partir de uma perspectiva cognitiva, procurando evidenciar os processos mentais subjacentes a esta habilidade, a partir de estudos da psicologia cognitiva e da neuropsicologia.

Inicialmente descrevemos os dois processos fundamentais que caracterizam a leitura: a decodificação e a compreensão.

2.3.1 Habilidades Desenvolvidas no Ato de Ler

A aprendizagem da leitura supõe a superação de dois desafios muito importantes, desafios estes que têm uma natureza distinta. O primeiro consiste em

adquirir as habilidades que permitem passar da ortografia das palavras à sua fonologia e ao seu significado, é o que se denomina *reconhecimento das palavras* - como aprender a ler. O segundo desafio refere-se à *compreensão* do que é lido e consiste na utilização daquelas habilidades para a comunicação com os outros. A compreensão do texto requer o desenvolvimento de recursos cognitivos extremamente sofisticados que se assentam nas competências lingüísticas orais, ao mesmo tempo em que as transcendem - ler para aprender (SANCHEZ, 2004).

Reconhecimento das palavras

Ler uma palavra supõe um ato de reconhecimento, reconhecemos e atribuímos um significado aos símbolos gráficos. Podemos diferenciar dois modos de reconhecer uma palavra, que “[. . .] simplificando as coisas, poderiam refletir-se nas expressões ler com o ouvido⁴ e ler com os olhos.” (SANCHEZ, 2004, p. 92). Podemos ler através da via fonológica e/ou da via lexical.

A via fonológica pressupõe poder transformar unidades ortográficas em sons, exigindo a mediação da própria linguagem oral para obter o significado. Esta requer transformar a palavra escrita em uma palavra oral antes de reconhecê-la. Exemplificando, diante da palavra [ʃeɪkspɪr], transcrição fonética da palavra *Shakespeare*, precisamos fazer a tradução dos símbolos gráficos, já analisados perceptivamente, em fonemas (recodificação). Passamos de um código (o visual e o ortográfico) a outro código (o dos fonemas). Esta recodificação depende da aplicação das regras de correspondência entre fonemas e grafemas que caracterizam todas as escritas alfabéticas (MOOJEN, 2003).

Na via lexical, o reconhecimento da palavra e o acesso ao seu significado são, na prática, dois processos simultâneos. Na palavra “casa”, reconhece-se sua ortografia com a mesma rapidez com que se reconheceria um desenho de uma casa. Para tanto, é indispensável que a ortografia da palavra seja familiar. Uma vez reconhecida a palavra, deve-se chegar a sua fonologia e, se for o caso, lê-la em voz alta.

Durante a leitura, ao encontrarmos uma palavra nova, precisamos usar a via fonológica para decifrá-la. Esta experiência de decifração, por sua vez, familiariza o

⁴ Embora Sanchez (2004) tenha sugerido que através da via fonológica lemos pelo ouvido, o autor argumenta que é necessário matizar esta informação, pois também nesse caso a informação visual é decisiva.

leitor com a forma ortográfica da palavra e, conseguido isto, será possível, em seguida, reconhecê-la de imediato pela via lexical (MOOJEN, 2003).

Um leitor competente, enfatiza Sanchez (2004), precisa dominar os dois procedimentos ou as duas vias. As palavras familiares podem ser lidas indistintamente pelas duas vias, embora a léxica seja mais rápida, enquanto as não-familiares requerem o uso da via fonológica. Este é, obviamente, um grande desafio pedagógico, ou seja, buscar a automatização destas duas vias através de um trabalho – desenvolvido em um contexto o mais significativo possível - que respeite e valorize as hipóteses que as crianças vão construindo, antes mesmo de ingressarem no ensino formal, sobre a construção da leitura e da escrita até que possam chegar a compreender as bases do sistema alfabético (FERREIRO, 1986).

Para poder automatizar as operações de reconhecimento é necessário ler muito e, para se ler muito, a leitura necessita ser, de alguma forma, uma experiência prazerosa. Estamos diante do que Stanovich (1986) denominou efeito São Mateus⁵, ou seja, se o aluno, por qualquer motivo, lê pouco, desenvolverá em menor grau as habilidades necessárias e, em decorrência disso, tenderá a ler menos, acentuando-se, assim, os problemas iniciais. Assim, a automatização é um requisito para se alcançar o domínio pleno da leitura.

A investigação de Salles e Parente (2002) analisou o uso preferencial de uma das rotas de leitura, e as possíveis relações com compreensão e tempo de leitura em alunos de 2ª e 3ª série do Ensino Fundamental. Foram avaliadas a leitura de palavras isoladas, a compreensão e tempo de leitura textual. A pesquisa compreendeu quatro grupos: bons leitores por ambas as rotas; maus leitores por ambas as rotas, leitores preferencialmente lexicais e leitores preferencialmente fonológicos. Os resultados indicam que a rota fonológica parece estar melhor desenvolvida e ser mais amplamente usada pelos alunos do que a rota lexical que está em construção, sugerindo um processo de desenvolvimento das habilidades de leitura. As autoras destacam que a rota fonológica parece essencial principalmente no início do desenvolvimento da leitura. Os alunos que usam preferencialmente esta rota apresentam desempenho significativamente superior, na leitura de palavras isoladas, ao daqueles que utilizam preferencialmente a rota lexical. As habilidades de reconhecimento de palavras isoladas correlacionam-se

⁵ Stanovich (1986) utilizou a parábola dos talentos do Evangelho de São Mateus para referir-se a esses efeitos cumulativos em relação à leitura.

significativamente com a habilidade de compreensão de leitura textual e com tempo de leitura em contexto. Salles e Parente (2002) destacam a importância do ensino de habilidades de decodificação, já que dificuldades na associação grafema-fonema poderão comprometer o processo de desenvolvimento das habilidades de leitura.

Em um estudo comparando os padrões de dificuldades de leitura e escrita em alunos de 2ª série (comparados a colegas da mesma idade e mesmo desempenho em leitura) com e sem dificuldades, Salles (2004) aponta que, enquanto o grupo com dificuldades apresenta defasagem no uso de ambas as rotas de leitura e escrita (com tendência de uso da estratégia fonológica), os alunos competentes naquelas áreas mostram precisão no uso de ambas as rotas. Quando o grupo com dificuldades foi comparado aos colegas de mesmo desempenho em leitura e escrita (alunos de 1ª série), o estudo indica que ambos os grupos mostram um perfil de desempenho semelhante, ou seja, dificuldade no uso das duas rotas de leitura e escrita, com apego maior à rota fonológica do que à lexical (maior precisão na leitura e escrita de pseudopalavras do que de palavras irregulares). Tal resultado indica um atraso no desenvolvimento das habilidades de leitura e escrita nos alunos com dificuldades.

Compreender/expressar-se.

A outra habilidade básica da leitura é a compreensão. Compreender significa criar relações que se organizam de modo progressivo, sendo que a criação de algumas relações traz a necessidade de se criar outras. Sanchez (2002, 2004) salienta a importância de distinguirmos diferentes tipos de relações: a) aquelas que nos permitem interconectar local e globalmente as informações do texto (estabelecer relações entre as informações), e b) as que nos permitem recorrer ao que já sabemos (integração entre os conhecimentos prévios e a informação derivada do texto).

Ao mesmo tempo em que se evidenciam aquelas relações, para que a compreensão se dê, é necessário que o leitor disponha de estratégias e habilidades de auto-regulação: supervisionar, planejar e avaliar. Tais habilidades são necessárias para que o leitor detecte que algo não está sendo compreendido, identificando a origem do problema e também buscando modos de resolvê-lo. Pesquisas na área da metacognição têm demonstrado que, quando os leitores aprendem a “debulhar” o texto de forma estratégica, sendo capazes de auto-regular sua leitura, evidenciam uma melhora

significativa na compreensão daquilo que é lido (CORSO, 1993, LAWSON, 1991, KLETZIEN, 1991).

Não resta dúvida de que o desenvolvimento das habilidades de reconhecimento de palavras e as de compreensão tornam a leitura uma habilidade mental complexa. Esta não é uma competência única, mas sim se constitui de vários componentes diferentes, embora complementares, empregando tanto habilidades específicas no domínio particular do tratamento da informação, quanto competências cognitivas bem mais gerais (atenção, memorização, aptidão intelectual, conhecimentos gerais) que intervêm em outras numerosas atividades (BRAIBANT, 1997, NUNES *et al.*, 1997).

Em nossa pesquisa, avaliamos a competência em leitura considerando apenas a habilidade de reconhecimento de palavras, uma vez que a literatura indica muito claramente que a dificuldade central dos maus leitores refere-se a esta habilidade (BRAIBANT, 1997).

2.3.2 Tipos de Dificuldades de Leitura

As dificuldades na leitura podem ocorrer devido a problemas referentes à via fonológica, à via lexical, ou a ambas (SANCHEZ, 1997, 2004, MOOJEN; FRANÇA, 2006).

Os *disléxicos fonológicos* são os que apresentam dificuldades na via fonológica, manifestadas sobretudo na leitura de palavras não familiares ou pseudopalavras. Em contrapartida, a leitura das palavras familiares pode ser correta.

Os *disléxicos de superfície* apresentam problemas na operação da rota lexical enquanto a fonológica mostra-se preservada. Alunos com problemas na via lexical demorariam o mesmo para ler palavras não familiares e familiares (demonstrando dificuldades na leitura de palavras familiares), pois ficam dependentes da rota fonológica que é mais morosa em seu funcionamento (MOOJEN, FRANÇA, 2006). Assim, problemas na rota lexical acabam por ocasionar uma leitura lenta, silabada e, conseqüentemente, suscetível de gerar problemas de compreensão.

Alunos com problemas nas duas vias tendem a ler pela via fonológica e, além do mais, com dificuldades. Esta é a chamada dislexia mista (SANCHEZ, 2004).

Existe ainda um outro grupo formado por alunos que lêem bem as palavras, mas apresentam sérios problemas para compreender. Os problemas na compreensão referem-se a dificuldades para integrar e fazer relações entre as diferentes idéias de um texto, fazer relações com o conhecimento prévio e utilizar estratégias para monitorar a

compreensão leitora. A hiperlexia⁶ é um caso extremo de dificuldades na compreensão em que os alunos apresentam uma pobre capacidade intelectual (QI inferior a 70).

Podemos encontrar, ainda, um grupo de alunos que lêem mal as palavras e que, além disso, têm problemas tanto na compreensão oral como na escrita, os chamados *maus leitores da variedade jardim*⁷ (GOUGH; TUNMER, 1986).

Moojen (2007) destaca a importância de diferenciarmos os quadros citados acima dos atrasos simples que a autora denomina de dificuldades de “percurso”. Estas consistem em problemas na leitura decorrentes de aspectos evolutivos do aluno ou de metodologia inadequada, falta de assiduidade à escola ou de conflitos emocionais. A autora lembra que, com frequência, tais dificuldades são superadas diante de um trabalho pedagógico complementar. Já a dislexia corresponde a um transtorno de aprendizagem que se mostra presente desde os estágios iniciais do desenvolvimento da criança. Os problemas apresentados são persistentes e requerem um tratamento que envolve um processo lento e laborioso com as habilidades nucleares envolvidas na leitura (RUEDA, 1995).

O estudo de Salles (2004) evidencia a variabilidade de perfis de dificuldades de leitura e escrita em alunos de 2ª série com problemas nestas áreas. A autora encontrou três perfis de dificuldades de leitura relatados na literatura: padrão de dislexia fonológica, padrão de dislexia de superfície e padrão misto. Parecem não ser apenas as estratégias de leitura que diferem, mas também os perfis neuropsicológicos dos leitores deficientes. O estudo indica que os déficits subjacentes aos problemas de leitura e de escrita são múltiplos e variam conforme o caso o que sugere a necessidade de intervenções específicas e compatíveis às características intrínsecas de cada caso. Salles (2004) lembra que a construção de modelos de intervenção diferenciados requer mais pesquisa, em especial com crianças brasileiras, para investigar a variabilidade de perfis de dificuldades na leitura e de perfis neuropsicológicos relacionados a estas.

Pinheiro (1994) avaliou o desempenho em leitura de palavras (via lexical) e de pseudopalavras (via fonológica) de leitores competentes e com dificuldades, de 1ª a 4ª

⁶ A hiperlexia é uma disfunção relativamente rara cuja causa é desconhecida. As crianças que nascem hiperlécicas aprendem a decodificar as palavras muito cedo, às vezes por volta dos 3 anos. Além de déficits na compreensão de leitura, apresentam déficits de raciocínio e na solução de problemas abstratos (SHAYWITZ, 2006).

⁷ O número de alunos que ocupa esta categoria não ultrapassa 5% da população escolarizada, apresentam QI inferior a 85 e atraso em leitura superior a 2 anos (SANCHEZ, 1997).

série. O estudo mostra que os casos de dificuldades na leitura variam de um nível de imprecisão na leitura (indicado por erros ou leve lentidão na leitura de pseudopalavras) à dislexia fonológica (alta latência e/ou freqüentes erros nas pseudopalavras). A maioria dos casos mostrou uma disfunção tanto no processo lexical como no fonológico, com este último processo mais prejudicado. Com o estudo, a autora sugere que o principal problema dos disléxicos é um vagaroso e impreciso reconhecimento de palavras, ou seja, a dificuldade reside no processo de decodificação fonológica.

O diagnóstico dos problemas em leitura é uma tarefa complexa que requer uma equipe multidisciplinar para que se possa fazer a consideração de vários fatores, do tipo: análise da metodologia do trabalho escolar, presença de outros familiares da criança com problemas, presença de antecedentes (por exemplo, atraso na linguagem oral), persistência do problema apesar de intervenção adequada, presença de outras patologias que podem causar dificuldades na aprendizagem (MOOJEN, 2007).

A “vulgarização” do termo dislexia é destacada por Moojen e França (2006) quando se referem à falta de consenso nos critérios de abrangência do termo. Enquanto alguns autores utilizam a nomenclatura dislexia para todos os níveis de dificuldades na leitura, outros empregam este termo para o nível grave dos transtornos nesta área. Assim, é possível compreendermos a divergência quanto aos dados de prevalência apontados na literatura. Esta discussão nos reporta novamente à distinção existente entre dificuldades e transtornos de aprendizagem que foi citada no item 2.1.

Sanchez (2004) lembra ser necessário reunir várias condições para que se possa falar de um atraso específico na aprendizagem da leitura:

- a capacidade intelectual do sujeito deve ser normal;
- o atraso evidenciado entre a capacidade geral (avaliada pelo QI) e o rendimento na leitura (avaliado através de teste padronizado) deve ser de pelo menos dois anos;
- deve haver contato com a possibilidade de aprender;
- não deve haver uma causa que por si mesma possa explicar o atraso (problemas sensoriais, emocionais, etc.).

Reunindo os critérios expostos acima, em torno de 3% a 5% da população apresenta dificuldades no reconhecimento das palavras (SANCHEZ, 2004). Índices maiores de prevalência, cerca de 10% da população escolar, são apontados por Capovilla e Capovilla (2004a). A Associação Brasileira de Dislexia refere que de 10% a 15% da população mundial apresenta dislexia (MOOJEN; FRANÇA, 2006).

2.3.3 Interjogo de Fatores Presentes nas Dificuldades de Leitura

As dificuldades na leitura, como em qualquer outra área de aprendizagem, podem resultar de uma interação entre aspectos biológicos (incluindo os genéticos e neurológicos), cognitivos e ambientais que estão interligados (CAPOVILLA, CAPOVILLA, 2004a). Mencionamos brevemente cada um destes fatores.

Aspectos genéticos

Estudos apontam que a dislexia ocorre, ao menos em parte, devido a influências genéticas. Tais evidências provêm das pesquisas com gêmeos que apontam a existência de uma influência genética nas habilidades implicadas no reconhecimento de palavras (RACK; OLSON, 1993).

Aspectos neurológicos

Pesquisas por meio de neuro imagem têm mostrado alterações nos cérebros de indivíduos disléxicos. Apesar de não se poder afirmar que tais alterações causam diretamente a dislexia, é possível relacionar os padrões de alteração com os padrões cognitivos e comportamentos observados na dislexia. Anormalidades cerebrais na região perissilviana do hemisfério esquerdo levariam às dificuldades cognitivas no processamento fonológico, ou seja, no processamento de informação baseada na estrutura fonológica da linguagem oral (LYYTINEN *et al.*, 2005).

Pinheiro (2002) faz referência a estudos que destacam que o sistema nervoso, que possui propriedades inatas geneticamente determinadas, também responde a modificações ambientais. Fatores decorrentes de problemas sócio-emocionais, motivacionais, educacionais podem causar no sistema nervoso alterações estruturais que, por sua vez, podem provocar alterações funcionais.

Butterworth (1994) propõe a existência de partes do cérebro dedicadas à leitura. O autor sugere a existência de lesões no giro angular - áreas envolvidas no armazenamento de formas de palavras – que devem ocasionar a dislexia de superfície, e lesões no giro temporal superior – possivelmente a área de Broca – que levam à dislexia fonológica.

Aspectos cognitivos

Diversas habilidades cognitivas têm sido apontadas na literatura como relacionadas às dificuldades na leitura: processamento visual, processamento fonológico, memória de trabalho, velocidade de processamento (CAPOVILLA; CAPOVILLA, 2004b), e atenção (LIMA; ALBUQUERQUE, 2003). Retornaremos aos aspectos cognitivos mais adiante.

Encontramos ainda os estudiosos que focam o desenvolvimento inapropriado de habilidades cognitivas e/ou metacognitivas por parte de alguns alunos (LAWSON, 1991, INOSTROZA, 1998).

Aspectos ambientais

Diversas situações ambientais podem contribuir para agravar as dificuldades na leitura. Por exemplo, o método de alfabetização utilizado, a demanda requerida pela ortografia à qual a criança está exposta são situações que podem facilitar e/ou dificultar o aprendizado da leitura (CAPOVILLA, CAPOVILLA, 2004a).

Alguns pesquisadores compartilham a idéia de que a inabilidade por parte da escola de lidar com aprendizagem da leitura e formar bons leitores é uma importante fonte de dificuldades nesta área. Pesquisadores como Jolibert (1994), Nunes *et al.* (1997), Bourdier e Chartier (1998), Solé (2003) enfatizam a necessidade da escola rever-se em relação ao ensino da leitura e ao seu papel quanto à formação de leitores críticos e ativos.

Os estudos sobre letramento⁸ que surgem a partir da década de 80 ampliam nossa compreensão a respeito da aprendizagem da leitura (KATO, 1986, TFOUNI, 1995) e reforçam a estreita ligação entre alfabetização e letramento. O caminho para a superação dos problemas na aprendizagem da leitura, de acordo com esta corrente, é alfabetizar letrando ou letrar alfabetizando (SOARES, 2004).

⁸ Letramento tem sido definido como um conjunto de práticas sociais que usam a escrita em múltiplos contextos e com objetivos definidos. Assim, as formas como crianças e adultos fazem uso da língua escrita, mesmo quando não sabem ainda ler, buscando atender seus interesses, necessidades, são formas de letramento. As práticas escolares, em função dessa definição, passam a ser apenas um tipo de prática que desenvolve algumas habilidades e não outras e que determina uma forma de utilizar o conhecimento sobre escrita. Isso significa não ser a escola a única a possibilitar letramento e também entender a alfabetização não, necessariamente, como letramento (SOARES, 2003).

A dinâmica de interação entre todos os fatores envolvidos nas dificuldades de leitura é destacada por Capovilla e Capovilla (2004a) ao salientarem que nenhum aspecto consiste em um fator causal direto da dislexia, ou seja, nenhum deles isoladamente é a causa única da dislexia. Por exemplo, certas alterações neurológicas podem afetar o desenvolvimento cerebral (fator neurológico) e, conseqüentemente, prejudicar o processamento fonológico (fator cognitivo). Mas tais alterações somente levarão ao quadro disléxico se o indivíduo estiver exposto a uma ortografia alfabética, isto é, a uma ortografia que mapeie a fala no nível fonêmico (fator ambiental), pois neste caso o processamento fonológico é essencial à aquisição da leitura e da escrita.

Lahire (1997) sugere que a compreensão das dificuldades em leitura só pode se dar a partir das inter-relações entre os vários elementos que compõem o fenômeno. De acordo com esta perspectiva, as causas das dificuldades em leitura não podem ser entendidas a partir de um único dos fatores possíveis: professor, métodos, recursos, escola, sistema, pois elas estão em vários destes fatores, ao mesmo tempo (DORNELES, 1999).

Vimos assim que a leitura é um fenômeno complexo que requer um interjogo de fatores, internos e externos ao indivíduo, ligados a aspectos sociais, psicológicos, orgânicos, pedagógicos, familiares. Se não encararmos os problemas em leitura como sendo originados por este interjogo de fatores, corremos o risco de perder a noção do todo que a leitura envolve. A compreensão das dificuldades em leitura requer, deste modo, não apenas o conhecimento isolado de cada um dos aspectos envolvidos com a atividade de leitura, como também a consideração em seu conjunto, estabelecendo as interações necessárias.

Em síntese, a compreensão da leitura como um processo mental complexo, proveniente da interação de muitos fatores nos possibilita contextualizarmos e problematizarmos as dificuldades nesta área. Bem como lembram Ferreiro e Teberosky (1986) e Scoz (1994), é preciso evitar posturas apressadas e/ou rótulos inadequados já que temos visto processos normais de construção e evolução da aprendizagem da leitura sendo encarados como patológicos. Não resta dúvida de que há a necessidade urgente de “despatologizarmos” este campo. Por outro lado, não podemos negar que existem transtornos de aprendizagem em leitura que merecem nossa atenção e estudo cuidadoso.

2.3.4 Causas das Dificuldades na Leitura

Quando indagamos “*Por que surgem as dificuldades em leitura?*”, diferentes pesquisadores apresentam suas “leituras” sobre este tema, cada um direcionando seu olhar para aspectos que acreditam ser de maior destaque.

Neste estudo, vamos direcionar nossa discussão para os aspectos internos ao indivíduo, de natureza cognitiva, mas sem perder de vista o interjogo de fatores mencionados acima.

Aspectos Internos ao Indivíduo

A evolução nas pesquisas aponta para o fato de que a aprendizagem da leitura é um processo complexo que requer e compromete múltiplas habilidades cognitivas, principalmente a habilidade de refletir sobre a linguagem (NUNES *et al.*, 1997, DEMONT, 1997). Reconhece-se a importância que dois fatores lingüísticos (competências metalingüísticas) exercem sobre a atividade de leitura: *consciência fonológica e consciência sintática*.

A literatura internacional e nacional aponta com muita clareza a relação existente entre consciência fonológica e desempenho em leitura. Hoje existe um considerável consenso de que as dificuldades em leitura estão relacionadas predominantemente com problemas de natureza fonológica (CARDOSO-MARTINS, 1991, WAGNER *et al.* 1994, 1997, CAPOVILLA; CAPOVILLA, 2004c, 2004d, SHARE *et al.*, 2002, GUIMARÃES, 2003,).

Os estudos sobre a influência da consciência sintática na aprendizagem da leitura, por sua vez, não obtiveram tanta evidência quanto os estudos de consciência fonológica. Tal situação pode se dever ao fato de que os pesquisadores concentraram muito mais atenção na decodificação do que na compreensão da leitura, como consequência do imenso número de crianças que fracassam na decodificação (McGUINNESS, 2006).

A influência da relação entre consciência sintática e desenvolvimento da leitura permanece um foco de debate, em especial na realidade brasileira. Já em 1993, Rego desenvolveu um estudo com 32 crianças brasileiras que freqüentavam uma escola de orientação construtivista, observando que a consciência sintática constitui-se um bom preditor do progresso das crianças tanto na decodificação quanto na compreensão da

leitura. Por outro lado, resultados diferentes foram encontrados em uma outra pesquisa de Rego (1995) envolvendo 50 crianças brasileiras, alfabetizadas por meio de um método tradicional com ênfase exclusiva no ensino de padrões silábicos. Desta vez, a autora não encontrou uma conexão entre consciência sintática e progresso inicial em decodificação. Tal resultado sugere que, dependendo do método de alfabetização utilizado, as crianças podem se beneficiar de suas habilidades sintáticas para aprender a decodificar.

A pesquisa de Guimarães (2003) investigou a relação entre consciência fonológica e a consciência sintática e o desempenho na leitura e na escrita de 60 alunos brasileiros com e sem dificuldades nestas áreas. Os alunos foram divididos em três grupos: o grupo 1 formado por crianças com dificuldades em leitura e escrita, cursando a 3ª e 4ª séries; o grupo 2 formado por alunos da 1ª série com o mesmo nível de leitura e escrita dos sujeitos do grupo 1 (grupo controle por nível de leitura e escrita); o grupo 3 formado por crianças da 3ª e 4ª séries com a mesma idade cronológica dos sujeitos do grupo 1 (grupo controle por idade). Os resultados evidenciaram que as dificuldades em leitura e escrita estão relacionadas predominantemente com problemas de natureza fonológica, já que os dados das tarefas de consciência fonológica foram unânimes em apontar a defasagem desta consciência nos sujeitos com dificuldades na leitura e na escrita (o grupo 1 apresentou escores inferiores nas habilidades de consciência fonológica quando comparados aos outros grupos), defasagem esta que envolve principalmente a identificação e a manipulação de fonemas. Com relação à consciência sintática, entretanto, não se observou diferenças significativas entre os grupos 1 e 2 (que apresentaram escores muito semelhantes nestas tarefas) os quais tiveram um desempenho inferior ao grupo 3.

Portanto, considerando o consenso existente em relação à importância das habilidades de consciência fonológica para o desempenho em leitura, no que diz respeito à decodificação, e à falta de clareza em relação ao papel que a consciência sintática exerce sobre a aquisição e desenvolvimento da leitura, nosso estudo incluiu as habilidades de consciência fonológica apenas.

2.3.4.1 Consciência Fonológica

Ao aprender a falar, todas as crianças desenvolvem habilidades fonológicas importantes de forma rápida e muito antes da alfabetização. As palavras podem ser

analisadas em termos de pequenas unidades sonoras que são os fonemas. As crianças usam esses fonemas como informações relevantes para a sua linguagem com grande habilidade e distinguem palavras com base em um único fonema (por exemplo, “pato” e “gato”) antes de completarem o segundo ano de vida. Mas usar fonemas para discriminar palavras é muito diferente do que fazer julgamentos específicos sobre a análise de palavras em fonemas. Se pedirmos a uma criança para dizer a palavra “gato” sem o seu primeiro som, estaremos exigindo dela a habilidade de subtrair um som de uma palavra, habilidade esta que será alcançada somente em torno dos oito anos. Aos cinco anos, as crianças parecem dominar a consciência explícita das sílabas numa palavra, mas não a dos fonemas (bater com o lápis sobre a mesa marcando o número de sons que julgam existir em uma lista de palavras, por exemplo, quatro batidas para “gato”). Existem estudos que mostram que todas as crianças demonstram dificuldades iniciais em fazer este tipo de julgamento explícito (NUNES *et al.*, 1997).

Quando as crianças aprendem a ler, elas precisam descobrir que letras individuais representam fonemas isolados. Assim, se as crianças têm dificuldades em reconhecer explicitamente que as palavras podem ser analisadas em fonemas, é provável que tenham também dificuldades para aprender a ler. Portanto, a consciência fonológica é essencial à compreensão do código alfabético (CARDOSO-MARTINS, 1995, NUNES *et al.*, 1997).

Moojen e colaboradores (2003) definem consciência fonológica da seguinte forma:

A consciência fonológica envolve o reconhecimento pelo indivíduo de que as palavras são formadas por diferentes sons que podem ser manipulados, abrangendo não só a capacidade de reflexão (constatar e manipular), mas também a de operação com fonemas, sílabas, rimas e aliterações (contar, segmentar, unir, adicionar, suprimir, substituir, e transpor). (MOOJEN *et al.*, 2003, p. 11)

A consciência fonológica ou metafonologia faz parte dos conhecimentos metalingüísticos, os quais pertencem ao domínio da metacognição, ou seja, do conhecimento de um sujeito sobre seus próprios processos e produtos cognitivos. Ela permite fazer da língua um objeto de pensamento, possibilitando a reflexão sobre os sons da fala, o julgamento e a manipulação da estrutura sonora das palavras.

Os estudos sobre consciência fonológica reconhecem que esta consciência é um contínuo que se desenvolve em uma escala, podendo-se explicitar três níveis de consciência fonológica: da sílaba, das unidades intrasilábicas e do fonema (FREITAS, 2004).

O nível das sílabas compreende a capacidade de dividir as palavras em sílabas, sendo o primeiro e talvez o mais óbvio caminho de segmentação sonora que oferece pouca dificuldade à maioria das crianças (por exemplo, “Vou dizer uma palavra separada em pedaços: so-pa. Que palavra eu disse?” - sopa-)*.

No nível das unidades intrasilábicas, as palavras podem ser divididas em unidades que são maiores que um fonema individual, mas menores que uma sílaba, ou seja, as unidades intrasilábicas Onset e Rima. As palavras que apresentam a mesma Rima da sílaba são palavras que rimam (caminhão – blusão) e as palavras que apresentam o mesmo Onset configuram aliterações (prato – preto). (“Que palavra rima com *flor*”? Que palavra começa como *unha*?)*.

O nível dos fonemas compreende a capacidade de dividir as palavras em fonemas, ou seja, nas menores unidades de som que podem mudar o significado de uma palavra. Freitas (2004) destaca que esta tarefa exige um alto nível de consciência fonológica já que a criança está lidando com unidades abstratas que estão colocadas em um segmento sonoro contínuo que dificulta a percepção individual dos sons. (“Eu vou dizer uns sons e tu vais descobrir que palavra eles formam. E – V – A”)*.

Vemos assim que os níveis de consciência fonológica possuem uma ordem hierárquica iniciando pelos mais simples - sensibilidade à rima – que requerem menor demanda cognitiva – e, finalizando com a consciência explícita dos fonemas por exigirem maior demanda cognitiva. (RUEDA, 1995).

Bem como lembram Roazzi e Dowker (1989), existem no mínimo dois níveis de consciência fonológica: o implícito e o explícito. O implícito refere-se ao simples jogo espontâneo da criança com os sons sem estarem conscientes do que estão fazendo e, o explícito, envolve a habilidade de analisar conscientemente os sons constituintes das palavras, podendo transferir esta análise para a leitura e a escrita.

Assim vemos que “[. . .] não se pode pensar em consciência fonológica como algo que as crianças têm ou não têm, mas como habilidades apresentadas em maior ou menor grau, que são desenvolvidas ao longo da infância.” (FREITAS, 2004, p. 186).

* Exemplos retirados do teste Consciência Fonológica: instrumento de avaliação seqüencial – CONFIAS. (MOOJEN *et al.*, 2003)

2.3.4.1.1 Relação entre consciência fonológica e aquisição da leitura e escrita

Encontramos pesquisadores propondo que quanto mais desenvolvida a consciência fonológica, melhor será a compreensão da relação fonema-grafema (BRYANT; BRADLEY, 1985, CARDOSO-MARTINS, 1995). Outros estudos apontam para a consciência fonológica como consequência da aquisição da leitura e escrita (READ *et al.*, 1986).

A concepção que vem alcançando um amplo consenso na literatura sugere uma relação de reciprocidade entre consciência fonológica e aquisição da leitura e escrita (COSTA, 2002, MOOJEN, 2003, MORAIS, 2004). Concordamos com esta perspectiva interativa na qual aprender a ler ocasiona o desenvolvimento de habilidades metalingüísticas que, por sua vez, facilitam o aprendizado da leitura (YAVAS, 1989).

Tal concepção pressupõe que a consciência fonológica desenvolve-se gradualmente a partir de algumas habilidades, existentes antes do início da aquisição da escrita, que vão sendo aprimoradas contribuindo, então, para o surgimento de novas habilidades metafonológicas. A consciência fonológica parte de um nível implícito para um nível explícito de análise de sons da fala que é necessário no momento da descoberta da relação entre fonemas e grafemas (FREITAS, 2004).

2.3.4.1.2 Consciência fonológica e as dificuldades em leitura

A partir da década de 80, surgem pesquisas que buscam relacionar os problemas em leitura com as dificuldades na análise fonológica das palavras, caracterizando a Hipótese do Déficit Fonológico (CAPOVILLA; CAPOVILLA, 2004b).

Tal hipótese veio a substituir a crença, que dominou o cenário de tal área do conhecimento por volta de 50 anos, de que os problemas na leitura eram ocasionados por dificuldades com o processamento de padrões visuais - Hipótese do Déficit Visual – (CAPOVILLA; CAPOVILLA, 2004b).

Estudos a partir da perspectiva do Déficit Fonológico vão indicar que as crianças com dificuldades na leitura enfrentam maiores problemas com a análise fonológica das palavras do que aquelas sem dificuldades. O trabalho de Snowling (1987), realizado na Inglaterra, sugere que as crianças disléxicas são especialmente fracas na leitura de palavras inventadas. A pesquisa usou o planejamento experimental

do emparelhamento pela idade de leitura, comparando, portanto, crianças disléxicas com outras crianças do mesmo nível de leitura e de menor idade cronológica. Os resultados do estudo mostraram que as crianças disléxicas liam as palavras reais tão bem quanto às outras crianças, uma vez que os grupos haviam sido emparelhados por sua idade de leitura. No entanto, as crianças disléxicas apresentavam dificuldade muito maior na leitura de palavras inventadas. Foi possível para elas reconhecer palavras reais e, portanto, familiares como padrão global e foi impossível usar esta estratégia na leitura de palavras inventadas, demonstrando que as crianças com problemas apresentavam uma dificuldade maior, ao utilizar a análise fonológica da palavra na leitura, do que as outras crianças.

Os resultados dos estudos de Bradley e Bryant (1985) mostram que as crianças disléxicas apresentaram maiores dificuldades para reconhecer e produzir rimas quando comparadas a crianças mais jovens com igual desempenho em leitura. Mesmo quando o nível de leitura das crianças é mantido constante, crianças com atraso na leitura apresentam mais dificuldades nas tarefas que avaliam a consciência fonológica do que as crianças sem problemas em leitura (CARDOSO-MARTINS, 1991).

A literatura apresenta muitos estudos que destacam a existência de uma forte ligação entre leitura e consciência fonológica (WAGNER *et al.*, 1997, WAGNER, *et al.*, 1994, PINHEIRO, 1994, CARDOSO-MARTINS, 1995, GUIMARÃES, 2003, SHAYWITZ, 2006).

Assim, autores como Chiappe (2005) e Hecht *et al.* (2001) chamam atenção para o fato de que os pesquisadores da área da leitura chegaram a um “considerável” consenso de que as dificuldades em leitura são causadas por déficits nas habilidades de processamento fonológico⁹ – principalmente a consciência fonológica - já que tais déficits diretamente interferem na aquisição e no domínio das correspondências letra-som necessárias para uma leitura fluente.

Outro aspecto bastante evidenciado na literatura indica que a dificuldade na consciência fonológica é um dos fatores que melhor pode prever o desempenho subsequente em leitura (SHARE *et al.*, 2002). A pesquisa de Capovilla, Gütschow e Capovilla (2004d) teve como objetivo identificar quais habilidades na educação infantil e na 1ª série são capazes de prever o desempenho posterior em leitura e escrita. Neste

⁹ Salles (2004) lembra que há autores que questionam que esta seja a causa subjacente a todos os problemas de leitura das crianças e que, por isso, a posição do déficit fonológico como causa principal das dificuldades na leitura, apesar de predominante, não é unânime.

estudo longitudinal, 54 crianças passaram por avaliações de consciência fonológica, memória fonológica de curto prazo (digit span), vocabulário, sequenciamento, aritmética, memória visual, cópia de formas geométricas e qualidade da escrita. Passados 10 meses, os sujeitos foram avaliados em habilidades de leitura e escrita. Os resultados apontam que as habilidades de processamento fonológico apresentaram correlações com o desempenho posterior em leitura e escrita, incluindo consciência fonológica, vocabulário, memória e sequenciamento. Por outro lado, as habilidades de processamento visual e motor (cópias de figuras e qualidade da escrita) não apresentaram correlação significativa com leitura e escrita. Assim, de um modo geral, os resultados destacam a hipótese do déficit fonológico, segundo a qual os distúrbios de processamento fonológico são a principal causa dos problemas de leitura e escrita.

Alguns pesquisadores (SWAN; GOSWAMI, 1997, SHAYWITZ, 2006) têm sugerido que a relação entre as dificuldades na consciência fonológica das crianças disléxicas e seus problemas em leitura deveria ser considerada a partir da perspectiva da precisão das representações fonológicas subjacentes às palavras no léxico mental da criança que apresenta dificuldades. Tem sido referido que o baixo desempenho dos alunos com dificuldades na leitura, nas tarefas de análise fonológica, não se deve a uma deficiência na habilidade de análise fonológica, em si, podendo, ao invés disso, refletir uma falta de precisão na representação fonológica das palavras que aqueles alunos são solicitados a analisar.

Tal abordagem indica que as dificuldades dos maus leitores estariam relacionadas ao estabelecimento de informações fonológicas precisas na memória de longo prazo. As representações das palavras ouvidas pelas crianças com dificuldades estariam armazenadas na memória de forma pouco precisa (dificuldade para mapear seqüência de fonemas e letras de palavras), de modo que uma representação acabaria sendo pouco distinta das representações fonemicamente semelhantes. Isto acarretaria dificuldades em uma série de habilidades, tais como as de discriminação, nomeação, memória de trabalho e consciência fonológica (SHAYWITZ, 2006).

O estudo de Swan e Goswami (1997) comparou o desempenho de alunos disléxicos e alunos sem dificuldades, em tarefas de consciência fonológica que envolviam representações fonológicas precisas (medidas através da capacidade de nomear corretamente objetos desenhados em gravuras) e representações fonológicas imprecisas (medidas através da incapacidade de nomear objetos de forma correta). O objetivo do estudo era examinar se a precisão nas representações fonológicas das

palavras no léxico mental poderia ser responsável pelos déficits das crianças disléxicas nas tarefas de análise fonológica em 3 diferentes níveis lingüísticos: sílaba, onset-rima e fonema.

Os pesquisadores observaram que nas tarefas em que as crianças disléxicas não eram capazes de espontaneamente nomear os objetos (representações imprecisas das palavras referentes às tarefas), seus déficits nas análises fonológicas dos 3 níveis lingüísticos eram significativos quando comparados aos dois grupos de controle: um do mesmo nível de leitura e o outro da mesma idade cronológica. No entanto, para as tarefas nas quais as crianças podiam prontamente nomear os objetos (representação precisa das palavras), suas análises fonológicas no nível da sílaba, onset e rima eram comparáveis às análises realizadas pelos dois grupos de controle. No que diz respeito à análise dos fonemas, entretanto, as crianças disléxicas apresentaram grandes dificuldades quando comparadas aos grupos de controle. Estes resultados sugerem que as dificuldades na consciência fonológica das crianças disléxicas não são de natureza geral (*pervasive*)¹⁰, mas sim relacionadas à consciência fonêmica (quando consideramos palavras nas quais as crianças têm representações fonológicas precisas). Tais resultados são consistentes com os estudos do desenvolvimento que propõem que as crianças pequenas desenvolvem a consciência da sílaba, onset e rima antes de desenvolverem a consciência fonêmica e que esta depende, em parte, da aquisição da leitura (FREITAS, 2004).

Estudos longitudinais e correlacionais trouxeram contribuições importantes para a pesquisa em leitura. Os trabalhos de Wagner *et al.* (1994), realizados com alunos desde a educação infantil até o 2º ano do Ensino Fundamental, e os estudos de Wagner *et al.* (1997), realizados com alunos desde a educação infantil até o 4º ano do Ensino Fundamental, indicam que certos tipos de habilidades de processamento fonológico podem influenciar, de forma causal, a melhora na habilidade de leitura. Três tipos de habilidades de processamento fonológico foram examinadas: consciência fonológica (diz respeito à consciência e ao acesso do indivíduo à estrutura de sons que formam a linguagem oral), memória fonológica (compreende aqueles aspectos da memória de trabalho que envolvem codificar e temporariamente armazenar as representações de

¹⁰ Palavra sem tradução literal. *Pervasive* - *tend to pervade* (impregnar, penetrar em); *spread to every part* (espalhar-se para toda a parte). Este termo refere-se ao fato de que as dificuldades na consciência fonológica das crianças disléxicas não se “espalham por toda a parte”, mas sim focam na consciência do fonema.

sons) e velocidade de acesso (velocidade com que as informações fonológicas da memória de longo prazo são acessadas).

No trabalho de Wagner *et al.* (1994), observou-se que a consciência fonológica influenciou, de forma mais significativa, o desenvolvimento da leitura subsequente de palavras da educação infantil à 1ª série, e da 1ª série à 2ª série. No estudo de Wagner *et al.* (1997), evidenciou-se que diferenças individuais em consciência fonológica influenciaram substancialmente diferenças individuais, subsequentes, na leitura de palavras para cada série examinada. Consideramos estes resultados importantes, pois indicam que a influência de diferenças individuais em consciência fonológica não é limitada à habilidade inicial em leitura mas, de fato, estende-se até o 4º ano do Ensino Fundamental. Uma implicação deste estudo para os trabalhos de intervenção em leitura é que algumas crianças podem se beneficiar com a continuação de intervenções focando em consciência fonológica ao longo das primeiras séries do Ensino Fundamental.

Como consequência dos avanços nesta área, os programas atuais de intervenção em leitura, tanto preventiva como corretiva, necessariamente, consideram a importância da instrução explícita de habilidades de consciência fonológica, mais especificamente a fonêmica. As pesquisas mostram que propostas de intervenção nas quais os alunos são ensinados a juntar os sons das palavras ou a segmentar as palavras em fonemas são de grande valia para todos os alunos e não apenas para aqueles que enfrentam dificuldades (GERSTEN; CHARD, 1999, CARDOSO-MARTINS, 1991).

Outras habilidades de processamento fonológico ligadas às dificuldades na leitura

Apesar de alguns estudos indicarem a consciência fonológica como mais diretamente ligada às dificuldades na leitura, encontramos pesquisas que apontam o comprometimento de outras habilidades de processamento fonológico: velocidade de processamento, memória fonológica e memória de trabalho (componente executivo central). Abaixo descrevemos tais aspectos.

Velocidade processamento

A velocidade de processamento refere-se à eficiência com que tarefas cognitivas simples são executadas (GEARY *et al.*, 1999). Encontramos na literatura tarefas diversas utilizadas como medidas de velocidade de processamento. Por exemplo,

tarefas de velocidade de acesso que avaliam a velocidade com que as informações fonológicas da memória de longo prazo são acessadas (HETCH *et al.*, 2001). Tais tarefas são também denominadas *velocidade para nomear – phonological naming* (WAGNER *et al.*, 1997) ou *nomeação seriada* (CARDOSO-MARTINS; PENNINGTON, 2001).

Estudos sugerem que quanto mais rapidamente a criança consegue nomear séries de letras ou números (capacidade de buscar as informações verbais na memória de longo prazo) um melhor desempenho é evidenciado na sua leitura (WAGNER *et al.*, 1997, CARDOSO-MARTINS; PENNINGTON, 2001). Assim, alguns apontam a velocidade de processamento como um bom indicador de sucesso em leitura (WAGNER *et al.*, 1997, CARDOSO-MARTINS; PENNINGTON, 2001, CAPOVILLA; CAPOVILLA, 2004b).

Os estudos de Geary *et al.* (1999 e 2000) indicam que o baixo desempenho em leitura dos alunos com dificuldades pode estar associado a uma baixa velocidade articulatória de palavras familiares (medida da qualidade da representação fonológica que o aluno apresenta na sua memória de longo prazo). Os alunos com problemas na leitura mostram velocidade mais baixa para a articulação de palavras familiares do que os leitores competentes.

Memória fonológica

A memória fonológica desempenha um papel importante na leitura e compreende aquele aspecto da memória de trabalho que envolve armazenar temporariamente as representações de som. Quando uma criança lê uma frase é preciso guardar na mente várias unidades de informação para juntá-las e entender o que acabou de ler. Muitos estudos têm demonstrado que alunos com dificuldades na leitura apresentam baixa capacidade de memória fonológica (SIEGEL; RYAN, 1989, JONG, 1998, SWANSON, 1999, SWANSON; ASHBAKER; LEE 1996). No item 2.4.4.4 apresentamos mais detalhadamente os componentes fonológico e executivo central da memória de trabalho e suas relações com as dificuldades em leitura.

Memória de trabalho (componente executivo central)

A memória de trabalho é responsável pelo armazenamento e processamento simultâneo da informação. De acordo com o modelo de Baddeley e Hight (1974), freqüentemente usado para analisar o papel da memória de trabalho em tarefas de leitura, três componentes formam este sistema: o executivo central, o componente fonológico e o visuo-espacial (ver item 2.4.4.4). Os estudos sobre a memória de trabalho, além de destacar a importância do componente fonológico, têm apontado o executivo central como aquele que desempenha um importante papel no aprendizado da leitura (SWANSON, 1999, VAN DER SLUIS; VAN DER LEIJ; JONG, 2005).

Uma relação entre a habilidade na leitura e o funcionamento do executivo central parece compreensível, particularmente, nos estágios em que a habilidade da leitura não está completamente automatizada já que, para o novo leitor, o processo de decodificação da palavra é ainda uma tarefa dispendiosa porque os segmentos de palavras ou sentenças necessitam ser memorizados enquanto os segmentos restantes são decodificados (SHAYWITZ, 2006). Por exemplo, durante a leitura, o executivo central recupera a informação sobre sintaxe, significado das palavras, regras fonológicas, enquanto que os sistemas subsidiários (componente fonológico) recuperam as palavras, frases ou sentenças à medida que elas estão sendo processadas e, por períodos breves, com o objetivo de que unidades maiores de texto possam ser compreendidas (SIEGEL; RYAN, 1989).

De fato, várias pesquisas mostram uma forte ligação entre a capacidade de leitura e o componente executivo central (JONG, 1998, SWANSON, 1999, VAN DER SLUIS; VAN DER LEIJ; JONG, 2005). O estudo de Jong (1998) comparou o desempenho da memória de trabalho em alunos de 10 anos de idade que apresentavam dificuldades em leitura com o desempenho de alunos de um grupo controle da mesma idade cronológica e do mesmo nível de leitura. O autor encontrou baixa capacidade na memória de trabalho do grupo com dificuldades na leitura - comparado aos leitores da mesma idade cronológica - tanto em tarefas que avaliavam o componente fonológico, quanto nas que avaliavam o armazenamento e processamento simultâneos de informação (tarefas avaliando o executivo central).

Swanson, Ashbaker e Lee (1996) destacam que o baixo desempenho na memória de trabalho de alunos com DL reflete problemas no executivo central, além de dificuldades no componente fonológico. Tais autores sugerem que a insuficiência com a

memória de trabalho dos disléxicos parece ocorrer apenas quando a sua memória de trabalho encontra-se sobrecarregada, ou seja, quando há forte demanda sobre a memória de trabalho.

A pesquisa de Salles (2004) mostrou que, quando comparados a leitores competentes da mesma idade cronológica, alunos de 2ª série com dificuldades de leitura e escrita apresentam déficits em consciência fonológica, memória fonológica (repetição de pseudopalavras) e linguagem oral (tarefa de reconto de história ouvida). A pesquisa sugere um atraso no desenvolvimento de certas funções neuropsicológicas em crianças de 2ª série com dificuldades na leitura e na escrita. Tais alunos apresentam desempenho semelhante às crianças de 1ª série (emparelhamento pela idade de leitura) em tarefas de velocidade de processamento (tarefas de nomeação rápida de figuras e de número), consciência fonológica, memória verbal, linguagem oral e funções percepto- motoras.

O estudo de Capovilla e Capovilla (2004b) procurou determinar dentre os diferentes aspectos do processamento fonológico (discriminação fonológica, memória fonológica e velocidade de processamento), quais poderiam estar prejudicados nos maus leitores. O estudo compreendeu alunos de 1ª e 2ª séries com e sem dificuldades na leitura. Os resultados indicam que os três diferentes aspectos avaliados encontram-se em defasagem nos maus leitores. Os autores argumentam que parece não haver uma causa única, mas sim uma combinação de vários fatores que podem contribuir para as dificuldades na leitura. Tais fatores podem estar funcionalmente relacionados uns aos outros, ou podem meramente co-ocorrer nos maus leitores. Os autores complementam que a investigação sobre as relações entre as diferentes habilidades de processamento fonológico e o desempenho em leitura, necessita ser explorada em estudos futuros, pois trará repercussões fundamentais para a prática de intervenção e prevenção das dificuldades em leitura.

Existe, portanto, um considerável consenso na literatura de que as dificuldades na leitura estão associadas a déficits nas habilidades de processamento fonológico. No entanto, como vimos, existe divergência entre alguns estudos em relação ao tipo de habilidade que está comprometida. A incompatibilidade de resultados pode estar relacionada à natureza dos testes utilizados para avaliar aquelas funções neuropsicológicas.

De fato, a discussão sobre a natureza, validade e fidedignidade dos instrumentos de avaliação foi apresentada no item 2.2 e será retomada ao longo do estudo, pois este é um dos grandes desafios que a área das dificuldades de aprendizagem enfrenta. No

Brasil, tal dificuldade é ainda maior pela escassez de instrumentos validados, disponíveis para pesquisa e diagnóstico, de avaliação das funções neuropsicológicas adaptados para o português (SALLES, 2004).

Não resta dúvida de que os estudos na área das dificuldades de leitura poderão se beneficiar com o avanço das pesquisas que buscam relacionar as diferentes habilidades de processamento fonológico e o desempenho em leitura. Tal conhecimento é fundamental para avançarmos nas práticas de intervenção e prevenção das dificuldades nesta área.

2.3.5 Níveis de Explicação em Teoria de Dificuldades de Aprendizagem

Antes de entrarmos na caracterização e funções cognitivas ligadas à aprendizagem da matemática e suas dificuldades, é importante apresentarmos os níveis de explicação referentes às teorias de dificuldades de aprendizagem destacados por Torgesen (1999).

O autor enfatiza que para ser consistente com a definição corrente de dificuldades de aprendizagem¹¹, uma teoria completa sobre as DA deve conter quatro níveis de explicação:

O primeiro nível diz respeito ao componente comportamental da dificuldade. O problema de aprendizagem observado e que deve ser explicado pela teoria precisa ser cuidadosamente descrito em um nível específico. Por exemplo, na área da leitura seria muito difícil uma única teoria adequada para explicar todos os diferentes tipos de problemas em leitura porque esta é uma atividade muito complexa. Por assim ser, o desenvolvimento da teoria nesta área foi grandemente facilitado pelo achado de que a dificuldade de leitura mais prevalente envolve problemas para adquirir habilidades de reconhecimento de palavras. Estas habilidades são necessárias para a identificação correta de palavras impressas e incluem: as habilidades fonêmicas, necessárias para a decodificação de palavras novas, e as habilidades ortográficas, necessárias para o reconhecimento de palavras já conhecidas, podendo assim serem reconhecidas em uma rápida olhada.

O segundo nível da teoria nesta área envolve a identificação do processo cognitivo deficiente que está subjacente à manifestação comportamental da dificuldade.

¹¹ O autor está referindo-se a definição proposta pelo NJCLD.

Tal processo explica a dificuldade no reconhecimento de palavras, em função de um processamento fonológico deficiente. Assim, acredita-se que um aluno com dificuldade de leitura apresente uma deficiência na habilidade de processar as características fonológicas da língua. Alunos que vivenciam este problema têm dificuldade para aprender a usar habilidades fonêmicas de decodificação na identificação de palavras desconhecidas em um texto. Esta dificuldade, por sua vez, torna difícil para eles adquirirem o amplo vocabulário visual de palavras que é necessário para uma leitura fluente e uma boa compreensão.

O terceiro nível de uma teoria completa de dificuldade de aprendizagem deve especificar a fraqueza do funcionamento do sistema nervoso central que faz com que os processos cognitivos operem de forma ineficiente. No caso dos problemas em leitura, baseados nas dificuldades fonológicas, a teoria corrente mais aceita é a de que certas áreas do cérebro responsáveis pelo funcionamento das características fonológicas da língua são funcionalmente deficientes. Um considerável corpo de evidências (SHAYWITZ, 2006) indica que leitores com dificuldades apresentam perturbação principalmente, mas não exclusivamente, no circuito neural no hemisfério esquerdo que serve à linguagem. Estudos usando imagem cerebral sugerem que existem diferenças estruturais sutis em várias regiões cerebrais entre leitores com dificuldades e leitores sem dificuldades. Estes estudos mostram redução na atividade cerebral, enquanto realizam propostas de leitura, dos leitores com dificuldades, muito frequentemente, mas não sempre, no hemisfério cerebral esquerdo (ROBINSON *et al.*, 2002).

O quarto e último nível da teoria proposta por Torgesen (1999) diz respeito à questão de etiologia da desabilidade. Qual é a causa mais provável da dificuldade neurológica associada a esta disfunção? No exemplo da dificuldade de leitura associada aos aspectos fonológicos, a teoria dominante de etiologia envolve genética. Existem atualmente evidências de que as dificuldades em leitura são herdadas, ou seja, correm em família (STANOVICH; STANOVICH, 2000, ROBINSON *et al.*, 2002, SANCHEZ, 2004). Alguns autores consideram estas evidências substanciais. Por exemplo, Olson *et al.* (1989) destaca que uma criança que tenha um de seus pais com dificuldades de leitura, apresenta um risco oito vezes maior de desenvolver problemas com a leitura do que uma criança que não tenha pais afetados. Outros pesquisadores acreditam que as evidências genéticas são moderadas e que, por isso, devem ser encaradas com a devida cautela (SANCHEZ, 2004).

Assim, os avanços nas pesquisas em leitura nos fazem pensar que a teoria das dificuldades em leitura baseada nos aspectos fonológicos encontra-se em um estágio que já pode oferecer dados coerentes que atendem “aos quatro níveis de explicação” propostos por Torgesen (1999). Como veremos mais adiante, o mesmo não ocorre no domínio da matemática, pois parece não existir consenso, a partir do segundo nível de explanação (Quais os processos cognitivos deficientes?), para as dificuldades em matemática (ROBINSON *et al.*, 2002).

O item que segue apresenta a área da matemática com suas características, dificuldades e avanços nas pesquisas.

2.4 MATEMÁTICA

O conhecimento sobre o desenvolvimento da leitura tem progredido mais rapidamente do que o da matemática. Existem menos pesquisas na área da matemática se compararmos ao volume existente no campo da leitura (BUTTERWORTH, 2005b). Mesmo assim, é importante destacar que atualmente temos acesso a um conjunto de informações a respeito das habilidades necessárias à compreensão do conhecimento matemático inicial. Alcançamos também um avanço importante sobre as características das crianças com dificuldades de aprendizagem na matemática (DORNELES, 2006, 2007). A literatura indica que, nos últimos dez a quinze anos, houve um aumento no número de estudos sobre dificuldades na matemática (ANDERSSON, 2008). Infelizmente, cabe lembrar aqui a distante realidade brasileira do quadro internacional devido à quase total ausência de pesquisa nesta área de investigação no Brasil (DORNELES, 2006), situação esta que coexiste com a crescente realidade de fracasso na matemática enfrentada por alunos brasileiros (BRASIL, 2003, BRASIL, 2005).

DOWKER (2005) chama atenção para a pouca divulgação dos avanços obtidos na área da matemática, o que se dá em função da falta de comunicação existente entre professores, pesquisadores em educação, pesquisadores em psicologia e autoridades governamentais. A autora lembra que muitos estudos importantes da educação matemática são pouco divulgados, ou apenas atingem uma determinada categoria de profissionais. A falta de comunicação existe até mesmo entre pesquisadores da mesma área, mas que são de diferentes países.

A matemática apresenta uma estrutura hierárquica, e um aluno que não tenha dominado os objetivos curriculares de um nível básico, provavelmente, continuará

vivenciando dificuldades (CASAS; CASTELAR, 2004). A competência em matemática consiste de múltiplas habilidades que são ensinadas e aprendidas de forma gradual. Assim, habilidades básicas do tipo contagem e comparação de quantidades são pré-requisitos para a realização de tarefas aritméticas (*e.g.*, $3 + 4 = 7$), inicialmente por meio de procedimentos de contagem e, posteriormente, através da recuperação imediata de fatos aritméticos da memória de longo prazo (GEARY *et al.*, 2000).

As habilidades matemáticas mais complexas, como o cálculo de multidígito e a resolução de problemas são, por sua vez, facilitadas quando há o domínio de habilidades, tais como: operações aritméticas básicas, recuperação de fatos da memória, compreensão conceitual de conceitos, como valor posicional e sistema numérico de base 10, e princípios de cálculo (ANDERSSON, 2008). É por isso que problemas na matemática geralmente iniciam no Ensino Fundamental e continuam pelo Ensino Médio até a idade adulta (MILLER; MERCER, 1997).

Além de apresentar uma estrutura hierárquica, a matemática é uma área complexa que impõe uma série de obstáculos (domínio dos princípios de contagem, das estratégias e procedimentos de contagem, compreensão e utilização dos princípios aritméticos, aplicação da aritmética para a solução de problemas matemáticos, entre outros) que devem ser superados na medida em que os alunos vão desenvolvendo habilidades progressivamente mais abrangentes, e uma maior capacidade de representação em função das demandas do meio externo (DOWKER, 2004, DORNELES, 2006). Portanto, esta complexidade a que as autoras se referem oferece desafios, em maior ou menor grau, para todas as crianças ao se depararem com novos conteúdos matemáticos.

A literatura mostra que os estudos realizados no campo das dificuldades na matemática estão focados na aritmética simples e, assim, pouco sabemos sobre problemas aritméticos complexos e até mesmo sobre outras sub-áreas da matemática. Isto ocorre, conforme salienta Orrantia (2006), porque é na aritmética que os alunos encontram maiores dificuldades, pois este é o primeiro conteúdo que eles enfrentam, além de ser a base para os tópicos que seguirão.

Existe uma distinção entre matemática e aritmética. A matemática engloba uma variedade de tópicos como geometria, álgebra, solução de problemas, aritmética, entre outros. A aritmética refere-se à adição, subtração, multiplicação e divisão (KULAK, 1993). Quando nos referimos a dificuldades na matemática, portanto, precisamos pontuar quais as sub-áreas que mencionamos, já que os problemas podem

aparecer nos diferentes conteúdos da matemática. Observamos, no entanto, que o termo dificuldade na matemática aparece, muitas vezes, na literatura quando os estudos estão referindo-se a problemas gerais nas habilidades de cálculo, sendo mais apropriado, neste caso, o uso do termo dificuldades na aritmética, conforme ressalta Dowker, 2005. Nossa pesquisa compreendeu tarefas de cálculos básicos de adição englobando, assim, a sub-área da aritmética.

Considerando os fatos pontuados acima, podemos compreender porque a matemática é uma das disciplinas mais temidas do currículo escolar causando dificuldades para tantos alunos. Por um lado, podemos pensar que, apesar da matemática estar presente em várias situações do cotidiano, sendo necessária para resolvermos problemas diários, a forma como ela tem sido ensinada – mecânica e memorizada - , a torna sem sentido e descontextualizada (JUSTO, 2004, ORRANTIA, 2006). A desconexão que muitas vezes existe no ensino da aritmética entre o conhecimento informal, que os alunos desenvolvem espontaneamente, e os conhecimentos mais formais, que eles aprendem nas aulas, é apontada por pesquisadores (ORRANTIA, 2006) como uma fonte de dificuldades nesta área. Além disso, sabemos que a construção do conhecimento matemático é complexa, longa e contínua (NUNES *et al.*, 2005), que requer que o aluno aja sobre os objetos, pense sobre possibilidades, estabeleça relações, compreenda os princípios subjacentes às operações e use estratégias para a resolução de problemas. Abordaremos estes tópicos logo a seguir.

2.4.1 Conhecimento Matemático Informal

O conhecimento informal refere-se ao conhecimento espontâneo, intuitivo, emocional, implícito e amarrado aos fatos do dia a dia. O resultado quase inevitável do encontro da criança com o ambiente quantitativo é a construção de uma forma elementar de conhecimento matemático chamado “conhecimento informal”, assim denominado, por um lado, por não ser expresso em termos formais como uma notação escrita, e, por outro, por não ser adquirido através de um processo de instrução formal. Vygotsky (2003) chamou este conhecimento de espontâneo.

As pesquisas mostram que crianças de várias culturas, alfabetizadas ou não, ricas ou pobres, de vários grupos raciais e étnicos, todas demonstram um desenvolvimento

similar de vários aspectos da matemática informal (GINSBURG, 1997). Resta saber por que isto ocorre?

De acordo com Piaget (1990), as crianças têm uma propensão biológica para aprender. Elas acomodam as demandas do ambiente e assimilam o que o ambiente tem a oferecer. São aprendizes por natureza, são intrinsecamente motivadas. Elas aprendem porque suas mentes são biologicamente organizadas para desenvolver conceitos e formas de pensamento que sejam úteis para sua adaptação ao ambiente.

A formação do indivíduo se dá através da organização das estruturas que não estão dadas nem no indivíduo, e nem no meio, mas sim nas relações que o indivíduo estabelece com o meio: “[. . .] não poderíamos buscar as raízes biológicas dessas estruturas nem numa ação exclusiva do meio, nem numa pré-formação baseada no inatismo, e sim nas auto-regulações com seu funcionamento em circuitos e sua tendência intrínseca para a equilibração.” (PIAGET, 1990, p. 64). Aqui vemos a marca interacionista e construtivista que Piaget sempre manteve do ponto de vista epistemológico.

A interação sujeito-objeto é um processo no qual se pode caracterizar dois momentos complementares, a saber: a ação de transformação do objeto, por parte do sujeito (assimilação) e a ação de transformação do sujeito sobre si próprio (acomodação). Portanto, para conhecer um objeto, isto é, para que o sujeito se aproprie dele, no sentido de compreendê-lo ou de aprendê-lo é necessário agir sobre ele, modificá-lo, transformá-lo (PIAGET, 1974).

Ainda de acordo com Piaget (1990), as crianças não absorvem a informação do mundo, elas não são simplesmente moldadas pelo ambiente. Ao invés disso, elas constroem ativamente conceitos, estratégias e formas de pensamento.

Mesmo antes de entrar na escola, as crianças são naturalmente expostas a ambientes físicos e sociais que são ricos em oportunidades matemáticas. As crianças se deparam com a noção de quantidade no mundo físico, com a contagem de números no mundo social, e com idéias matemáticas no mundo da literatura.

Em um ambiente físico, que é rico em informação e eventos quantitativos, a criança encontra objetos pequenos que pode manipular, contar e com os quais pode fazer diferentes arranjos. Encontra também grupos de objetos que são mais numerosos que outros. Depara-se com coisas mais largas e que têm maior volume do que outras. Em todas as culturas as crianças dispõem de objetos para contar, adicionar e comparar. Este fato fundamental parece ser universal do mundo físico.

A criança encontra, também, um mundo social que lhe oferece experiências matemáticas importantes. Ela ouve o adulto contar, o vê usando dinheiro, observa os numerais nos ônibus, nas casas, nos telefones, nos programas de televisão. A linguagem humana contém meios para descrever eventos quantitativos. Entre as primeiras palavras do bebê, aparecem “mais” e “outro” (GINSBURG, 1997).

A literatura infantil oferece histórias que envolvem a elaboração da noção de quantidade. Por exemplo, na história “Os Três Ursos” aparecem três camas, três potes e três cadeiras que variam de tamanho de acordo com a idade e o gênero dos ursos. “*O bebê urso é pequeno, a mãe é maior e o pai é maior ainda. O bebê ganha o pote pequeno, a mãe ganha o maior e o pai ganha o maior de todos...*”.

Um exemplo de conhecimento informal envolve a adição. Em torno dos dois ou três anos de idade, as crianças começam a vivenciar situações de agrupar e juntar. Elas sabem que adicionar algo a um conjunto o torna maior (GELMAN; BUTTERWORTH, 2005). Ao redor dos quatro anos, as crianças começam a calcular somas com objetos concretos. Por exemplo, um estudo de Ginsburg e Russel (1981) ofereceu a um grupo de crianças de quatro anos tarefas nas quais três objetos mostrados em um grupo deveriam ser adicionados a quatro objetos mostrados em outro grupo. As crianças desta idade calcularam acuradamente utilizando a estratégia “contar todos” (*counting all*), que envolve a contagem dos objetos de ambos os grupos desde o começo. Mesmo sabendo por sua contagem anterior que um conjunto contém quatro objetos e o outro três, a criança conta: “Um, dois, três, quatro.... cinco, seis, sete.”

À medida que o tempo vai passando, a forma como as crianças realizam cálculos evolui. Elas desenvolvem espontaneamente formas mais eficientes para calcular (GROEN; RESNICK, 1977) abandonando, eventualmente, o “contar todos” e utilizando estratégias mais avançadas como o “contar a partir de” (*counting on*). É como se elas descobrissem que é mais econômico contar desta forma. Então, a criança começa com quatro, contando, “quatro... cinco, seis, sete”. E, é claro, que as estratégias de contagem, aos poucos, tornam-se internalizadas, de forma que a criança conseguirá realizar a adição contando mentalmente sem necessitar de objetos concretos de qualquer tipo.

Assim, vemos que a matemática informal se desenvolve antes da entrada na escola e serve como base para a aprendizagem futura na escola. As crianças desenvolvem a matemática informal porque ela tem uma utilidade prática ou, ainda, porque as crianças são curiosas sobre o mundo (motivação intrínseca) aprendendo,

através deste conhecimento espontâneo, as noções de mais, de menos, de adicionar, de retirar e noções de forma e tamanho e muito mais (GINSBURG, 1997).

O conhecimento continua sendo construído, por toda a vida do sujeito e é ligado ao contexto. A pesquisa de Carraher e colaboradores (1995) evidenciou que, ao venderem coisas nas sinaleiras, as crianças brasileiras, a grande maioria não freqüentando a escola, desenvolvem formas efetivas de cálculo mental, sabendo dar troco e pensando em lucro. Ao mesmo tempo, estas crianças não conseguem realizar com sucesso o tipo de cálculo que a escola lhes solicita.

A criança chega à escola com um conhecimento informal da matemática – idéias intuitivas que são úteis e acuradas de muitas formas, mas que exigem elaboração. Ginsburg (1997) é enfático ao afirmar que é de responsabilidade do professor ajudar a criança a avançar no seu conhecimento inicial, informal de matemática, auxiliando-a a “re-inventar” a matemática formal.

Por não ser suficiente, o conhecimento informal do aluno necessita, então, ser expandido, re-estruturado. Empson (1999) descreve como esse processo se dá: compartilhando os conhecimentos informais com os colegas em uma situação de ensino que os incentive a experimentar e confrontar diversas experiências; usando ferramentas representacionais adequadas que servem para auxiliar na reflexão dos alunos; oferecendo aos alunos tarefas desafiadoras capazes de causar conflitos cognitivos que geram a necessidade do uso de estratégias para a resolução destes conflitos; mediando o processo de aprendizagem e fazendo com que as estratégias desenvolvidas possam levar os alunos a explicitar seus conhecimentos, a questionar, a preencher lacunas.

A valorização do conhecimento informal do aluno vem ao encontro da necessidade de busca de sentido daquilo que se aprende na escola, evitando, então, a conhecida dicotomia existente entre o que eu sei e aprendo para a vida e o que sei e aprendo para a escola. É a valorização do seu conhecimento informal que possibilita ao aluno sentir-se fazendo parte da construção do conhecimento formal (GINSBURG, 1997, SCOZ, 1994).

Assim, a grande questão que se impõe é: como podemos respeitar a construção da criança e ajudá-la a ir além dessa construção inicial?

2.4.2 Conhecimento Matemático Formal

A matemática formal é um sistema científico – coerente, explícito, organizado e lógico. É um corpo de material escrito, codificado, convencionalmente definido.

A aprendizagem da matemática formal não pode ser compreendida de forma isolada de seu contexto de ensino – cultura, escola, professores e recursos. Na realidade brasileira, tal contexto tem sido alvo de muitas reflexões, questionamentos e críticas. As deficiências na formação dos professores, a falta de preparo para ensinar, a falta de recursos de ensino nas escolas, os baixos salários, as metodologias mecanicistas tradicionalmente utilizadas no ensino da matemática (GOLBERT *et al.*, 2008), todos estes são fatores que contribuem para agravar a difícil realidade de fracasso escolar que caracteriza o sistema de ensino brasileiro.

Os censos escolares (BRASIL, 2003, BRASIL, 2005) apresentam dados preocupantes sobre os níveis de desempenho em português e matemática fornecidos pelo Sistema Nacional de Avaliação do Ensino Básico (SAEB)¹², realizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais (INEP).

Dados inquietantes são também fornecidos pela Prova Brasil (BRASIL, 2005), maior avaliação do Ensino Fundamental público do país, realizada pelo INEP¹³. O Rio Grande do Sul, ao lado de Roraima, está entre os estados que pioraram o desempenho nos quatro exames de língua portuguesa e matemática, aplicados em novembro de 2005, para estudantes brasileiros da rede pública da 4ª e 8ª séries¹⁴.

Golbert *et al.* (2008) mostram os resultados assustadores referentes à Olimpíada Brasileira de Matemática, organizada pelo Ministério de Ciência e Tecnologia, em 2006. Dos 14 milhões de alunos de escolas públicas que participaram, apenas 5% passaram para a segunda fase da prova. Os estudantes brasileiros não resolveram as questões mais simples, imprescindíveis para fazer frente às tarefas do dia-a-dia.

Resultados do PISA¹⁵ (2006) revelam que, entre 57 países testados, o Brasil fica em 53º em matemática e 52º em ciências.

¹² SAEB é um exame realizado a cada dois anos pelo governo com uma amostra de alunos do ensino público e particular das 4ª e 8ª séries e 3º ano do Ensino Médio, nas áreas de português e de matemática.

¹³ Disponível em: www.inep.gov.br/basica/saeb/provabrazil.

¹⁴ O jornal Zero Hora, do dia 1/07/2006, publicou uma reportagem intitulada “Caem Notas de Gaúchos em Exame Nacional”, mencionando tais resultados.

¹⁵ Levantamento realizado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que avaliou a capacidade de estudantes de 15 anos do Ensino Médio em 57 países.

A preocupação com o contexto de ensino da matemática tem sido alvo de discussão também de pesquisadores internacionais, desde o final do século passado. Ginsburg (1997) chama atenção para o contexto no qual as crianças estudam matemática nos EUA, referindo que elas enfrentam risco de desenvolverem dificuldades nesta área em função de: a) uma cultura que apresenta fobia por matemática, gerando medo e fazendo com que muitas pessoas se sintam pouco confortáveis diante desta área do conhecimento; b) escolas pouco convidativas: superlotadas, em más condições físicas, com poucos recursos materiais; c) professores que verdadeiramente não compreendem o que devem ensinar ou, mesmo que compreendam, não sabem como ensinar matemática; c) uso de livros didáticos que não fazem sentido para o aluno.

Miller e Mercer (1997) apresentam resultados de pesquisas feitas nos Estados Unidos que salientam o baixo desempenho em matemática evidenciado pelos alunos com dificuldades. Alunos de 8-9 anos mostram desempenho em cálculo de alunos de 1ª série. Os estudantes de 6ª série resolvem cálculos de adição simples com o mesmo desempenho dos de 3ª série. Alunos de 5ª série resolveram 1/3 dos problemas de multiplicação em comparação com os colegas sem dificuldades. Alunos do Ensino Médio apresentam desempenho correspondente a 5ª e 6ª séries.

A preocupação com o desempenho em matemática dos alunos espanhóis é expressa por autores como Casas e Castelar (2004) e Orrantia (2006), que citam resultados de pesquisas indicando que aproximadamente 50% dos alunos espanhóis, de 13 anos, não alcançaram os conhecimentos e habilidades matemáticas mínimas que deveriam adquirir na escolaridade obrigatória.

Vasconcelos (2000) destaca que o ensino da matemática em Portugal vive uma situação de crise permanente em todos os graus de ensino, do primário ao superior. Um número crescente de alunos não gosta de matemática, não entende para que serve estudar matemática, não compreende verdadeiramente a sua relevância. Os professores, por sua vez, mostram-se igualmente descontentes, queixam-se dos programas que são extensos, pouco flexíveis, e por demais abstratos.

Retornando à questão que foi apontada anteriormente “*Como podemos respeitar a construção da criança e ajudá-la a ir além dessa construção inicial?*”, acreditamos que uma possível resposta requer a consideração de todos os aspectos citados acima. O conhecimento formal da matemática precisa estar alicerçado sobre o conhecimento informal.

Para tanto, em primeiro lugar, é fundamental conhecer a forma como as crianças pensam e aprendem. Em segundo lugar, é preciso repensar o modo como o ensino da matemática se dá. Este ponto tem sido destacado por vários autores nacionais e internacionais (GINSBURG, 1997, AGRANIONIH *et al.*, 2003, NUNES *et al.*, 2005), que compartilham a idéia de que a matemática aprendida pelas crianças deve lhes dar acesso a novos meios de pensar e deve aumentar seu poder para pensar matematicamente (NUNES; BRYANT, 1997). Tais pesquisadores enfatizam que o processo de ensino-aprendizado da matemática deve apoiar-se *menos* em demonstrar os conceitos matemáticos, através de diferentes recursos representativos, e *mais* em provocar relações ou abstrações nos sujeitos que com eles interagem (AGRANIONIH *et al.*, 2003). Portanto, a criação de um ambiente social e de situações de ensino que incentivem os alunos a experimentar e confrontar diversas situações-problemas são condições para que eles possam construir o conhecimento lógico-matemático através da abstração reflexiva, pois este conhecimento não se dá através de exercícios mecânicos e padronizados.

A distinção entre a aritmética informal e a formal é importante porque nos permite analisar como uma parte importante das dificuldades se produz pela desconexão que existe no mundo educativo entre estes dois tipos de conhecimento (ORRANTIA, 2006).

2.4.3 Dificuldades de Aprendizagem na Matemática

Veremos nas páginas que seguem quão complexo é o estudo das dificuldades na matemática, área essa marcada por controvérsias conceituais que acabam por tornar uma tarefa difícil definir, avaliar e caracterizar as dificuldades na matemática.

Não há dúvidas, entretanto, quanto às desastrosas conseqüências que problemas neste campo do conhecimento acarretam para a vida escolar e fora da escola. Butterworth (2005b) cita uma pesquisa realizada no Reino Unido que sugere que as dificuldades na matemática causam maiores problemas no ambiente de trabalho do que as dificuldades na leitura.

A complexidade do estudo das dificuldades de aprendizagem se dá por várias razões. Por um lado, existem diversos motivos que podem justificar o fato de um aluno não se sair bem em matemática, como ensino inadequado, problemas de comportamento, ansiedade, perda de aula, baixo recurso do próprio indivíduo, entre

outros (BUTTERWORTH, 2005b). Por outro, a matemática não é uma entidade única, portanto, diferentes aspectos deste domínio podem oferecer problemas (DOWKER, 2005). Somado a isso, existem alunos que enfrentam a coexistência de dificuldades na matemática e em outras áreas, como é o caso da leitura, o que torna este grupo de alunos diferente daqueles que evidenciam problemas específicos na matemática. Um outro aspecto a considerar, destacado por Butterworth (2005b), diz respeito ao fato de que muitos pais e professores ainda acreditam que problemas para adquirir as habilidades básicas em matemática são devidos à preguiça ou à falta de inteligência.

Geary (2004) aponta uma prevalência de 5% a 8% da população em idade escolar com dificuldades de aprendizagem na matemática. Outros autores sugerem índices que indicam uma prevalência entre 3.6 a 10.9 (BUTTERWORTH, 2005a). A falta de consenso em relação à prevalência de dificuldades na matemática ocorre em função dos diferentes métodos e critérios para identificação dos sujeitos com dificuldades. Como citamos anteriormente, os estudos utilizam diferentes testes de QI e de desempenho em matemática – que enfatizam diferentes componentes e diferentes pontos de corte para estabelecer deficiência tanto em QI quanto em matemática. Além disso, os resultados sobre incidência podem variar considerando o critério utilizado para diagnosticar os problemas na matemática: a discrepância entre QI e desempenho, a severidade da dificuldade em matemática ou, ainda, a persistência das dificuldades encontradas nesta área (BUTTERWORTH, 2005a). Em função disso, Dowker (2004) sugere que a principal conclusão a que podemos chegar em relação a taxas de prevalência é que muitas crianças têm dificuldades com a matemática, e um número significativo têm dificuldades específicas com nesta área.

Como já mencionado, os estudos da área variam em relação a como definem as dificuldades na matemática e quais os instrumentos que utilizam para avaliar baixo desempenho. Como consequência, as pesquisas não apresentam consenso quanto aos déficits centrais que caracterizam as DM, e à gravidade dos problemas encontrados. Esta idéia fica clara na fala de Geary (2004, p. 4) ao destacar que “[. . .] na teoria, uma dificuldade de aprendizagem na matemática pode resultar de déficits na habilidade de representar ou processar informação, em um ou muitos dos vários domínios matemáticos (por exemplo, geometria), ou em um ou um conjunto de competências individuais dentro de cada domínio”. O desafio está posto, e, em função disso, Mazzocco (2003) destaca que o trabalho para se estabelecer uma definição consensual, na área das dificuldades de aprendizagem da matemática, está em seus estágios iniciais.

A controvérsia se estende à variedade de termos utilizados na literatura para se referir às dificuldades na área da matemática, incluindo discalculia do desenvolvimento (SHALEV, GROSS TSUR, 2001; BUTTERWORTH, 2005a), desabilidade na matemática (GEARY, 1993), dificuldades de aprendizagem da aritmética (DOWKER, 2005, GEARY; HOARD, 2001, SIEGEL; RYAN, 1989), entre outros. Geary (1993) e Geary e Hoard (2001) destacam que, de um modo geral, estas diferentes denominações parecem descrever a mesma condição.¹⁶ Dowker (2004) sugere um cuidado maior na utilização destes termos, já que significam dificuldades distintas. Para a autora, apesar do termo discalculia estar sendo usado na literatura para qualquer indivíduo com dificuldades na matemática, este deveria ser reservado para os indivíduos que têm dificuldades específicas com a aritmética, do tipo ser incapaz de reconhecer quantidades pequenas de objetos (dois ou três) sem contá-los.

O grupo de crianças com DM é heterogêneo considerando a grande diversidade de áreas e de habilidades envolvidas em cada subdomínio da matemática. Na área da aritmética, por exemplo, as crianças precisam mobilizar habilidades cognitivas que incluem: conhecimento de fatos aritméticos, compreensão e desenvolvimento de procedimentos aritméticos, compreensão e uso de princípios aritméticos (associatividade e comutatividade, por exemplo) estimativa, aplicação de conhecimentos aritméticos à solução de problemas orais e escritos (DORNELES, 2007).

Problemas em um ou em vários destes subdomínios acabam por gerar nos alunos uma série de manifestações de dificuldades com que os professores de matemática estão familiarizados. Os alunos apresentam problemas para se apropriar dos conceitos das quatro operações aritméticas, não chegam a entender a passagem das unidades simples para as unidades de dezena, centena, milhar, ficam confusos na hora de colocar os restos em adições com vários números, não conseguem organizar a seqüência lógica dos dados de um problema (ROMANELLI, 2003). Outras manifestações freqüentemente citadas são: inabilidade para completar uma seqüência de passos ao resolver um problema longo de divisão, dificuldade para alinhar os números, pobre compreensão do valor posicional dos dígitos, baixa compreensão dos conceitos de frações (incluindo razão, percentuais e decimais) e pobre recuperação de fatos matemáticos básicos (GEARY *et al.*, 1999).

¹⁶ Neste trabalho utilizaremos o termo dificuldades de aprendizagem na matemática.

Embora não exista uma característica que seja a “marca” de alunos com DM, existe considerável consenso de que a dificuldade para recuperar fatos numéricos básicos da memória de longo prazo (aprender e lembrar) é frequentemente citada na literatura como uma das características mais comuns, do mesmo modo que é a habilidade mais prejudicada nestes alunos (GEARY, 1993, GEARY *et al.*, 1999, 2000, GEARY; HOARD, 2001, ROBINSON *et al.*, 2002, ORRANTIA, *et al.*, 2002). Tal dificuldade se expressa através da permanência dessas crianças no uso de estratégias de contagem mais primitivas e de uma lentidão para chegar a alcançar a recuperação de fatos da memória (JORDAN; MONTANI, 1997). Discutiremos estes pontos mais adiante.

A investigação sobre as dificuldades de aprendizagem na matemática tem se ampliado, especialmente, pelo estudo das competências matemáticas nas crianças com desenvolvimento normal e com dificuldades na área. (GEARY, 2004, GINSBURG, 1997, OSTAD, 1997).

Encontramos ainda estudos de discalculia (déficits numéricos e aritméticos ocasionados por dano cerebral) e de imagem cerebral de processamentos matemáticos que contribuem para oferecer um quadro do sistema cognitivo e cerebral que pode caracterizar os alunos com DM (WILSON; DEHAENE, 2006).

As pesquisas em genética também oferecem subsídios para a investigação das dificuldades nesta área. Os estudos de familiares e de gêmeos sugerem que existem contribuições genéticas e ambientais para as dificuldades de aprendizagem em matemática. Pesquisas mostram que os membros da mesma família de crianças com DM (*e.g.*, pais e irmãos) são 10 vezes mais propensos a serem diagnosticados com DM do que membros de uma população geral (SHALEV *et al.*, 2001).

Vemos assim que as associações de diferentes áreas de investigação se complementam na tentativa de compreendermos os sistemas cognitivos e cerebrais que estão na base das competências matemáticas e de quaisquer dificuldades associadas a esta área.

2.4.4 Desempenho e Perfil Cognitivo dos Alunos com Dificuldades de Aprendizagem na Matemática

Neste item, apresentaremos uma visão geral sobre o desempenho de alunos com DM em tarefas do tipo: **contagem, competências no uso de procedimentos**

aritméticos, memória de trabalho, velocidade de processamento e memória semântica de longo prazo.

2.4.4.1 Contagem

A compreensão dos princípios associados com a contagem parecem emergir da combinação de aspectos inerentes à criança e da sua experiência com a contagem (GELMAN; GALLISTEL, 1978). Os aspectos inerentes à criança podem ser representados pelos 5 princípios implícitos de contagem propostos por Gelman e Gallistel (1978):

- . *Correspondência um a um (termo a termo)* – para cada objeto tenho um nome de número.

- . *Ordem constante* – a ordem da contagem dos números é sempre constante; portanto digo 1, 2, 3, 4, 5 e não 1, 3, 8, 9.

- . *Cardinalidade* – o valor do último número contado na série representa a quantidade de itens da série.

- . *Abstração* – objetos de qualquer tipo podem ser colecionados e contados.

- . *Irrelevância da ordem* – os itens dentro de um determinado grupo podem ser contados em qualquer seqüência.

Os princípios de correspondência um a um, ordem constante e cardinalidade definem as regras da contagem que, por sua vez, fornecem a estrutura para o conhecimento de contagem que emerge nas crianças.

Gelman e Gallistel (1978) ainda destacam outros dois aspectos da contagem, caracterizando-os como sendo pouco essenciais, mas que pela óptica da criança - através das observações dos comportamentos de contagem - acabam se tornando essenciais. Estes são: *direção padrão* – a contagem deve iniciar de uma das pontas da série de objetos e *adjacência* – a crença incorreta de que os itens devem ser contados consecutivamente de um item a outro, ou seja, pular durante a contagem resulta em uma resposta incorreta.

Por volta dos 5 anos, a maior parte das crianças atendem aos princípios essenciais da contagem descritos por aqueles autores, mas também acreditam que os princípios de direção padrão e adjacência são características essenciais da contagem quando de fato não o são. Este tipo de crença indica que o conhecimento conceitual de

contagem das crianças pequenas é rígido e imaturo e é influenciado pela observação de procedimentos padrões de contagem (GEARY, 2004).

De fato, os princípios de contagem são a base para toda a construção numérica posterior (GEARY *et al.*, 1992, 2000). Estudos mostram que muitas crianças com DM apresentam um baixo conhecimento conceitual de contagem que se reflete na compreensão tardia destes princípios. Elas compreendem a maioria das regras inerentes à contagem, do tipo ordem constante e cardinalidade, mas constantemente, cometem erros nas tarefas que avaliam irrelevância ou adjacência (GEARY *et al.*, 1992, 2000).

Uma pesquisa realizada entre crianças brasileiras de 1ª série (DORNELES, 2005), com e sem dificuldades na matemática, indica que a sequência de aparecimento dos princípios de contagem é a mesma para os dois grupos de alunos. No entanto, para aqueles com dificuldades, a consolidação dos princípios de contagem se dá de forma mais lenta, sendo que o princípio da irrelevância da ordem foi o que teve o menor percentual de consolidação aos 6 anos. Resultados similares a este já haviam sido apresentados por Geary *et al.* (1992).

A compreensão imatura de alguns princípios de contagem parece contribuir para o desenvolvimento tardio de competências no uso de procedimentos de contagem para resolver problemas aritméticos (GEARY *et al.*, 1992) como será descrito abaixo.

2.4.4.2 Competências no uso de procedimentos aritméticos

Durante a aprendizagem inicial da adição, por exemplo, as crianças tipicamente contam ambas as parcelas (e.g., 5+3). Estes procedimentos de contagem são, algumas vezes, executados com o auxílio dos dedos, através da *estratégia de contar nos dedos* e, algumas vezes, sem o auxílio dos dedos, através da *estratégia verbal de contagem* (GEARY, 2004). Os procedimentos mais comuns de contagem, independente se as crianças usam os dedos ou não, são chamados de “contar a partir de” ou “contar todos”. O “contar a partir de” envolve dizer a parcela de valor maior e, então, contar o número de vezes igual ao valor da parcela menor, como contar “5... 6, 7, 8” para resolver 5+3. O “contar todos” engloba contar ambas as parcelas começando pelo 1.

O desenvolvimento de competências procedimentais está relacionado, em parte, à melhora na compreensão do conhecimento conceitual de contagem das crianças e é refletido por uma mudança gradual no uso freqüente de estratégias de “contar todos” para o uso de estratégias de “contar a partir de” (GEARY, 2004).

O uso de procedimentos de contagem parece resultar, ao mesmo tempo, no desenvolvimento de representações de fatos básicos na memória, ou seja, com a prática, aquelas estratégias vão se tornando mais sofisticadas até que desaparecem em favor da recuperação imediata de fatos aritméticos da memória semântica de longo prazo (ORRANTIA, *et al.*, 2002). Uma vez formadas essas representações na memória, elas dão suporte para a resolução de problemas que utilizam predominantemente a memória. Os processos mais comuns para a resolução de problemas apoiados na memória são *recuperação direta* e *decomposição*. Na *recuperação direta*, a criança diz uma resposta que está associada com o problema que lhe foi apresentado, na memória de longo prazo, por exemplo, fala “oito” quando tem que resolver o cálculo $5+3$. A *decomposição* requer a reconstrução de respostas baseadas na recuperação de uma soma parcial. Assim, o problema $6+7$ pode ser solucionado recuperando a resposta para o problema $6+6$ e, então, adicionando 1 a esta soma parcial.

Quando esta variedade de estratégias amadurece, os alunos resolvem problemas mais rapidamente porque usam as estratégias apoiadas na memória de forma mais eficiente. Do mesmo modo, com a prática, a execução de cada estratégia requer menos tempo (GEARY, 2004).

A mudança para o uso de estratégias apoiadas na memória de longo prazo resulta na solução rápida de problemas e na redução das demandas feitas à memória de trabalho que, conforme apontam estudos como os de Orrantia *et al.* (2002), muitas vezes oferece problemas para alunos com DM, que apresentam um rendimento inferior em tarefas relacionadas com a memória de trabalho.

A eventual recuperação automática de fatos da memória de longo prazo e a redução das demandas feitas à memória de trabalho parecem colaborar para a resolução de problemas aritméticos mais complexos (GEARY; WIDAMAN, 1992). O automatismo leva o aluno a alcançar um nível de proficiência de forma que a execução de um cálculo, por exemplo, é rápida e acurada, com pouco ou nenhum monitoramento consciente, de modo que recursos da atenção podem ser alocados para outras tarefas ou processos cognitivos (GERSTEN; JORDAN; FLOJO, 2005).

Pesquisas como as de Geary *et al.* (1999) e Geary *et al.* (2000) encontraram diferenças consistentes ao comparar as estratégias utilizadas para resolver problemas aritméticos simples (e.g., $4+3$), entre os alunos sem dificuldades e diferentes grupos de alunos que apresentam dificuldades: aqueles que apresentam dificuldades na

matemática e leitura (DLM), os que apresentam dificuldades somente na matemática (DM) e os que apresentam dificuldades de aprendizagem somente na leitura (DL).

De acordo com aqueles estudos, no 1º e 2º ano, os alunos com DM e, especialmente, aqueles com DLM, cometeram mais erros de contagem e utilizaram os procedimentos imaturos de “contar todos” mais frequentemente do que as crianças nos outros grupos. Além disso, os alunos que não apresentavam dificuldades demonstraram uma mudança no uso de estratégias, do 1º para o 2º ano, deixando de apoiarem-se amplamente nas estratégias de contar nos dedos e passando a utilizar estratégias verbais e de recuperação. Os alunos participantes dos grupos DM e DLM não demonstraram este tipo de mudança no uso de estratégias e, pelo contrário, apoiaram-se na contagem dos dedos em ambas as séries. Estes achados corroboram com pesquisas anteriores feitas com alunos com dificuldades na matemática e na leitura (GEARY *et al.*, 1991, JORDAN; MONTANI, 1997), evidenciando que os alunos que apresentam apenas DM mostram os mesmos tipos de dificuldades dos alunos com DLM só que em graus menos elevados. Do mesmo modo, os alunos que tinham apenas DM demonstraram desenvolver competência com as estratégias procedimentais mais rapidamente do que os alunos com DLM.

Outros trabalhos sugerem que, ao final do Ensino Fundamental, muitos alunos com DLM e com DM eventualmente abandonam as estratégias de contar nos dedos passando a utilizar estratégias de contagem verbal e se tornando progressivamente mais competentes no uso de estratégias para a resolução de problemas aritméticos, ou seja, cometendo menos erros (GEARY; BROWN, 1991). A melhora evidenciada em função da escolaridade sugere que esta dificuldade inicial enfrentada por alguns alunos não deve ser o resultado de um déficit cognitivo permanente, mas sim de um atraso no desenvolvimento (ORRANTIA *et al.*, 2002).

Muitos alunos com dificuldades em ambas as áreas de matemática e leitura ou com problemas apenas em matemática, ao realizarem problemas aritméticos, não demonstram uma mudança no uso de estratégias procedimentais para o uso de estratégias apoiadas na memória (armazenamento e recuperação de fatos) como ocorre com as crianças que apresentam um desenvolvimento típico naquelas áreas. Dados como estes sugerem dificuldades no armazenamento ou na recuperação de fatos aritméticos da memória de longo prazo (GEARY *et al.*, 1991, JORDAN; MONTANI, 1997). De fato, o dado mais consistente que a literatura traz ao diferenciar os alunos sem dificuldades daqueles com DLM ou apenas DM, diz respeito aos problemas

enfrentados pelos alunos com dificuldades para recuperar fatos da memória de longo prazo ao solucionarem problemas aritméticos simples. (GEARY, 1990, 1993, 2004, JORDAN; MONTANI, 1997). Quando estes alunos conseguem recuperar dados da memória de longo prazo, cometem muito mais erros e, algumas vezes, mostram padrões de erros e reações de tempo que os diferenciam daqueles padrões encontrados em alunos mais jovens e que apresentam um bom desempenho nas áreas de leitura e matemática (GEARY, 1990, GEARY; BROWN, 1991). Além disso, estes padrões de erros são algumas vezes similares aos padrões evidenciados por crianças que sofreram lesões, antes da idade dos 8 anos, no hemisfério cerebral esquerdo ou em regiões subcorticais associadas (ASCRAFT *et al.*, 1992). Estes achados indicam que as inabilidades na recuperação de fatos numéricos da memória de longo prazo, encontradas nas crianças com DLM ou somente DM, refletem uma deficiência cognitiva e não, por exemplo, pouca familiaridade com problemas aritméticos ou falta de motivação (GEARY, 2004, ORRANTIA *et al.*, 2002).

Resultados muito similares aos citados até aqui foram apresentados por Orrantia *et al.* (2002). Este pesquisador desenvolveu um estudo com uma ampla amostra de alunos de escolas públicas de Salamanca, na Espanha – envolvendo alunos do 2º ao 6º ano do Ensino Fundamental -, que apresentavam dificuldades no cálculo. O objetivo do trabalho era, partindo dos estudos cognitivos, analisar que tipos de déficits mostram os alunos com dificuldades no cálculo, descrever o curso evolutivo destes déficits e estudar os fatores cognitivos que se relacionam com os déficits encontrados. O estudo evidenciou dois tipos de déficits: procedimentais e de recuperação de fatos da memória. As dificuldades do tipo procedimentais são caracterizadas pela tendência evidenciada pelos alunos com DM de cometerem mais erros e de utilizarem estratégias menos maduras do que os alunos sem dificuldades. No entanto, estes alunos parecem mostrar uma tendência evolutiva para a melhora na utilização das estratégias, uma vez que, à medida que avançam nas séries, utilizam menos estratégias de contagem e mais recuperação de fatos da memória. Já, no que diz respeito ao déficit na recuperação de fatos, o panorama é diferente. Os resultados obtidos na pesquisa de Orrantia *et al.* (2002) nos fazem pensar não em um atraso, mas em diferenças no desenvolvimento. Os alunos com dificuldades recuperam menos fatos da memória e o fazem mais lentamente do que os alunos sem dificuldades. O que é mais relevante é a atípica representação de fatos na memória dos alunos com dificuldades devido à falta de automatização nos mecanismos subjacentes, conforme apresentaremos abaixo.

2.4.4.3 Relação entre conhecimento conceitual e dificuldades procedimentais

Em qualquer área da matemática, as competências a serem desenvolvidas dependerão de um conhecimento conceitual e de um conhecimento procedimental que embasam a resolução de problemas (GEARY, 1994).

O conhecimento conceitual refere-se à compreensão explícita ou implícita dos princípios que governam um domínio (por exemplo, contagem) e das inter-relações entre estes princípios. O conhecimento procedimental diz respeito às seqüências de ações para a resolução de problemas. As relações entre conhecimento conceitual e procedimental são interativas, ganhos em um tipo de conhecimento levam a ganhos no outro (RITTLE-JOHNSON; ALIBALI, 1999).

O conceito de base 10 é um exemplo no qual a instrução dá ênfase ao ensino da base conceitual (e.g., o sistema de repetição de número baseados em seqüências de 10) e às habilidades procedimentais relacionadas à base 10, como por exemplo, negociando (transportando/retornando) das colunas das dezenas para as colunas das unidades ao solucionar problemas aritméticos complexos (e.g., subtraindo 129 de 243).

A falta de compreensão dos conhecimentos conceituais subjacentes a um determinado procedimento/estratégia pode contribuir para um desenvolvimento tardio na adoção de procedimentos mais sofisticados e reduzir a habilidade de detectar erros procedimentais. Por exemplo, o uso tardio da estratégia de “*contar a partir de*” e os erros freqüentes de contagem das crianças com DM parecem estar relacionados, em parte, ao seu conhecimento de contagem mais inicial. Como foi mencionado anteriormente, muitas crianças com DM que não compreendem o conceito de *irrelevância da ordem* (descrito no item 2.4.4.1), ou que acreditam que *adjacência* é uma característica essencial da contagem, utilizam o procedimento de “*contar todos*”, enquanto resolvem problemas de adição simples, mais freqüentemente do que outras crianças (GEARY *et al.*, 1992). É possível que a mudança no uso de estratégias “*contar todos*” para “*contar a partir de*” exija uma compreensão de que a contagem não necessita iniciar do 1 na ordem seqüencial padrão (1, 2, 3, etc.). A persistência no uso de estratégias iniciais em idades avançadas, pode contribuir também para os erros freqüentes de contagem apresentados pelos alunos com DM e, em particular, para a dificuldade de detectar seus erros e, então, auto-corrigirem-se.

Orrantia *et al.* (2002) destaca que, apesar desta questão não estar resolvida, é mais do que provável que exista uma interação entre conhecimento conceitual e a dificuldade na resolução de cálculos. O atraso evolutivo nos procedimentos de cálculo evidenciado pelos alunos com DM, tanto nas operações simples como nas mais complexas, é possivelmente motivado por uma falta de conhecimento conceitual. A alta porcentagem de erros cometidos pelos alunos com dificuldades na prova de subtração, uma prova desenhada para que apareçam os diferentes erros típicos deste tipo de operação, faz-nos pensar, conforme aponta o autor, que certo conhecimento conceitual, especialmente o relacionado com o valor posicional, pode estar afetado. As dificuldades encontradas podem, ainda, dever-se ao consumo de recursos cognitivos fazendo com que os alunos tendam a simplificar a tarefa, esquecendo-se de alguns dos seus passos como ocorre no caso da adição com transporte.

Os trabalhos de Hanich *et al.* (2001) e Jordan *et al.* (2003a) mostram que alunos com DM apresentam problemas com o conhecimento conceitual evidenciado por meio de um baixo desempenho em tarefas que requerem a compreensão de estimativa, valor posicional e princípios de cálculo. Todavia, Mabbott e Bizanc (2008) lembram que nem todas as crianças com DM demonstram dificuldades deste tipo.

Em um estudo bastante recente, Mabbott e Bizanc (2008) tinham como objetivo verificar se um baixo conhecimento conceitual e dificuldades em tarefas de cálculo e de memória de trabalho, já identificados em crianças menores¹⁷ (1ª e 2ª séries) com DM, persistem em crianças maiores (3º ao 6º ano do Ensino Fundamental) com DM. Os resultados evidenciaram que problemas com o conhecimento conceitual parecem ser superados, enquanto que pouca fluência no cálculo e baixa capacidade da memória de trabalho são dificuldades que persistem nos alunos mais velhos com DM. Para os autores, os problemas com o conhecimento conceitual são amenos em relação aos demais e são mais suscetíveis de responderem positivamente a uma intervenção adequada.

Baseado nas similaridades entre os déficits associados com dificuldades na área da matemática, e aqueles associados com discalculia¹⁸, os estudos neuropsicológicos de

¹⁷ Conhecimento conceitual: Hanich *et al.*, 2001, Jordan *et al.*, 2003a. Tarefas de cálculo: Geary, Hamson e Hoard, 2000, Hanich *et al.*, 2001, Jordan e Montani, 1997.
Memória de trabalho: (Geary, 1990, Geary *et al.*, 2000, Passolunghi e Siegel, 2001, Siegel e Ryan, 1989, Swanson e Sachse-Lee, 2001).

¹⁸ A definição de discalculia proposta pelo Departamento de Educação do Reino Unido sugere ser esta: “Uma condição que afeta a capacidade de adquirir habilidades aritméticas. Os aprendizes com

discalculia fornecem “*insights*” na busca de compreensão de fatores neurológicos, contribuindo para os déficits procedimentais apresentados pelas crianças com DM. Esta relação entre discalculia e os déficits procedimentais não é clara, embora alguns estudos indiquem uma possível ligação com uma disfunção do hemisfério cerebral direito e, em alguns casos, uma disfunção do lobo pré-frontal (GEARY, 2004).

A seguir apresentamos a memória de trabalho, habilidade cognitiva freqüentemente citada na literatura como prejudicada nos alunos com DM.

2.4.4.4 Memória de trabalho

A memória de trabalho é um conjunto de processos cognitivos elaborados que combinam tanto o armazenamento como o processamento da informação. A memória de trabalho tem despertado o interesse de diversos pesquisadores. De fato, vários estudos mostram uma forte ligação entre a capacidade de memória de trabalho e habilidades cognitivas superiores, do tipo: aritmética (Hecht *et al.*, 2002) e solução de problemas (SWANSON, *et al.*, 2008), leitura e compreensão (SWANSON, 1999), habilidades verbais (CANTOR; ENGLE; HAMILTON, 1991) e vocabulário (GATHERCOLE; PICKERING, 2000) .

Embora existam vários modelos de memória de trabalho, o modelo proposto por Baddeley e Hicht (1974) tem sido freqüentemente usado para analisar o papel da memória de trabalho em tarefas de leitura e matemática. De acordo com tal modelo, trata-se de um sistema de memória de curto prazo - de capacidade limitada - que está envolvido simultaneamente com o processamento e o armazenamento temporário de informação.

Tais autores identificam 3 componentes da memória de trabalho: o executivo central, o componente fonológico e o visuo-espacial. O principal deles é o executivo central que controla a atenção, possui capacidade atencional limitada e é supostamente responsável pelo processamento de tarefas cognitivas. Os outros dois subsistemas de armazenamento (componente fonológico e visuo-espacial) têm capacidade limitada, estão em contato direto com o executivo central, sendo subordinados a ele e por ele

discalculia podem apresentar dificuldade para compreenderem conceitos simples de número, evidenciar uma falha na compreensão intuitiva de números e apresentar problemas para aprenderem fatos e procedimentos numéricos. Mesmo que produzam uma resposta correta ou usem um método correto, fazem de forma mecânica e sem confiança” (BUTTERWORTH, 2005).

recrutados quando necessário. (BUENO; OLIVEIRA, 2004). Em uma atividade de matemática do tipo solução de problemas aritméticos, o executivo central deve monitorar e recuperar a informação sobre a operação a ser usada - por exemplo, multiplicação - enquanto os sistemas subsidiários armazenam os números específicos envolvidos no cálculo.

Mais recentemente, como complemento a seu modelo de memória operacional, Baddeley (2000) adicionou um quarto componente, o *buffer* episódico, que compreende um sistema de capacidade limitada que provê o armazenamento temporário de informação contida num código multimodal (que não se restringe às modalidades verbais ou visuo-espaciais) e que é capaz de juntar a informação provinda dos sistemas subsidiários, e da memória de longo prazo, numa representação episódica unitária (BUENO; OLIVEIRA, 2004). No entanto, a pesquisa relacionada a este quarto componente é ainda inexistente (PASSALUNGHI *et al.*, 2007).

Encontramos na literatura diversas pesquisas buscando associações entre os diferentes componentes da memória de trabalho e as dificuldades na matemática. A memória de trabalho está relacionada a muitos processos (GERSTEN; JORDAN; FLOJO, 2005). Ela exerce um papel importante na memorização de números durante o processo aritmético (componente fonológico), na representação espacial de problemas multidígitos (componente visuo-espacial) e no direcionamento e monitoramento de procedimentos em problemas aritméticos complexos - executivo central - (McLEAN; HICHT, 1999). Do mesmo modo, autores como Geary (1990), Geary e Widaman (1992) enfatizam que a memória de trabalho está relacionada a uma variedade de habilidades numéricas e matemáticas usadas para a contagem, habilidades estas subjacentes à solução de problemas de adição simples, como também problemas aritméticos mais complexos. A seguir veremos cada um dos componentes da memória de trabalho.

Executivo central

O executivo central é utilizado quando se lida com tarefas de maior demanda cognitiva (LINASSI; SOARES; MOTA, 2005) e apresenta quatro funções principais: a) coordenar o desempenho em duas tarefas ou operações (por exemplo, simultaneamente armazenar e processar a informação); b) optar por uma tarefa, estratégia ou operação; c)

atentar para informação relevante e inibir informação irrelevante; e d) ativar e recuperar informação da memória de longo prazo (ANDERSSON; LYXELL, 2007).

O executivo central pode ser avaliado por meio de tarefas complexas do tipo provas de repetição de seqüências de dígitos de trás para frente (*digit span backwards*) e provas que requerem o armazenamento e processamento simultâneo de informação verbal (*listening span*). Nestes casos, os estímulos que têm de ser lembrados devem ser transformados antes de serem evocados (VAN DER SLUIS; VAN DER LEJI; JONG, 2005).

Uma dificuldade na memória de trabalho relacionada ao executivo central irá provavelmente comprometer a habilidade das crianças de desempenharem o processo de aprendizagem fundamental de integrar a informação sendo codificada com o conhecimento já armazenado na memória semântica. Muitas atividades de sala de aula, do tipo seguir instruções complexas e tomar notas enquanto se ouve a professora, serão problemáticas para os alunos com dificuldades na memória de trabalho porque tais tarefas requerem habilidades de processar e armazenar informação simultaneamente. Assim, problemas com o executivo central podem resultar em dificuldades de aprendizagem abrangentes, já que este sistema está presente no aprendizado de um modo geral (ANDERSSON; LYXELL, 2007).

Nos estudos em que os componentes da memória de trabalho são examinados separadamente, problemas com o executivo central têm sido consistentemente encontrados nas dificuldades de aprendizagem da matemática, incluindo a dificuldade em inibir informação irrelevante (PASSALUNGI; SIEGEL, 2004).

Em qualquer área da matemática as competências a serem desenvolvidas dependerão de um conhecimento conceitual e de um conhecimento procedimental que embasam a resolução de problemas (GEARY, 1994). As competências procedimentais e conceituais estão apoiadas em uma série de sistemas cognitivos como mostra o Quadro 1.

QUADRO 1 – Esquema para a identificação e o estudo de dificuldades de aprendizagem potenciais em matemática.

Domínio Matemático (por exemplo, conhecimento de base 10)			
Competências de Base			
Conceitual		Procedimental	
Sistema Cognitivo Subjacente			
Executivo Central Controle atencional e inibitório do processamento de informação			
Sistema de linguagem fonológico, semântico		Sistema visuo-espacial	
Representação da informação	Manipulação da informação	Representação da informação	Manipulação da informação

Fonte: Geary, 2004.

O sistema executivo central controla os processos de atenção e inibição necessários para o uso de procedimentos durante a resolução de problemas e grande parte da informação que embasa as competências conceituais e procedimentais está representada nos sistemas de linguagem (componente fonológico) ou visuo-espaciais. Os sistemas de linguagem são importantes para certos tipos de representação de informações, como na articulação de palavras-número, e na manipulação de informação na memória de trabalho, por exemplo, durante o ato de contar. O sistema visuo-espacial parece estar envolvido com a representação de algumas formas de conhecimento conceitual do tipo magnitude de número (DEHAENE; COHEN, 1997) e na representação e manipulação de informação matemática que é apresentada de uma forma espacial como, por exemplo, uma linha mental de números. Assim, uma dificuldade de aprendizagem na matemática seria manifestada como um déficit nas competências conceituais ou procedimentais que definem o domínio matemático, e este, teoricamente, seria o resultado de déficits subjacentes ao sistema executivo central referente à representação ou à manipulação de informação dos domínios de linguagem ou visuo-espaciais.

Embora a relações entre memória de trabalho e as dificuldades procedimentais dos alunos com DM não esteja totalmente compreendida, é sabido que estas crianças apresentam algum tipo dificuldade na memória de trabalho (SIEGEL; RYAN, 1989, SWANSON, 2000, ORRANTIA *et al.*, 2002).

De acordo com o Quadro 1, tal dificuldade parece envolver a representação e manipulação de informação no sistema de linguagem (componente fonológico) que é aquele que sustenta a representação e articulação de palavras-número e que apóia as competências procedimentais como a contagem. Como todas as competências que englobam a memória de trabalho, déficits no sistema executivo central, como o baixo controle de atenção, podem também perturbar a execução de procedimentos matemáticos (GEARY, 2004).

Por exemplo, crianças com DM parecem usar o contar nos dedos como uma estratégia para solucionar problemas aritméticos porque representar as parcelas nos dedos e, então, usar os dedos para observar a seqüência da contagem, reduz em muito as demandas feitas à memória de trabalho para o processo de contagem (GEARY, 1990). A memória de trabalho pode contribuir também para evidenciar a tendência nos resultados de contar a menos ou contar a mais – tipo de erro procedimental - demonstrados pelas crianças com dificuldades na matemática durante o processo de resolução de problemas (GEARY, 1990). O contar errado pode ocorrer caso o aluno se perca no processo de contagem – ou seja, quantos dedos ele já contou e quantos restam para serem contados. Estas deficiências podem ser ocasionadas pelas dificuldades com a representação da informação no sistema de linguagem, especificamente no sistema fonético articulatório. Podem, também, ser originadas por um déficit nos processos executivos do tipo controle de atenção (McLEAN; HITCH, 1999). Se a representação fonética das palavras-número esvai-se mais rapidamente, ou não alcança níveis adequados de fidelidade acústica, então, manipular estas representações na memória de trabalho, como ocorre na contagem, será muito difícil para as crianças com DM (GEARY, 1993).

Componente fonológico

O componente fonológico (*phonological loop*) mantém a informação verbalmente codificada. É organizado de forma temporal e seqüencial, codificando informações fonéticas, mantendo-as por curto período de tempo e reciclando-as através

de um sub-componente, a alça articulatória (*articulatory loop*). A informação contida no armazenador fonológico (a palavra que fica ressoando na cabeça) perde-se rapidamente em poucos segundos, a não ser que a alça articulatória a mantenha através de reverberação - repetição subvocal ou em voz alta - (BUENO; OLIVEIRA, 2004).

A capacidade do componente fonológico é usualmente medida através de tarefas simples de listas de dígitos, palavras e pseudo-palavras. Nestas tarefas, aos participantes são apresentados uma série de dígitos, palavras e pseudo-palavras e estes são solicitados a repeti-los na ordem de apresentação. Na verdade, estes são instrumentos que avaliam a memória de curto prazo, pois requerem apenas a manutenção da informação que se apóia em um sistema “passivo” de armazenamento envolvendo o relembrar a informação sem manipulá-la de qualquer forma. Já as tarefas do executivo central, como visto acima, requerem processos mais “ativos” nos quais a informação é temporariamente mantida enquanto está sendo manipulada ou transformada (PASSOLUNGI; SIEGEL, 2004; PASSALUNGI *et al.*, 2007).

Componente visuo-espacial

O componente visuo-espacial é responsável pelo armazenamento de informação visuo-espacial por breves períodos e desempenha um papel chave na produção e manutenção de imagem mental. Algumas das tarefas utilizadas para avaliar este componente são: o *Corsi Block* (tarefa de memorização de seqüências de posições), *Matrix* (tarefa de verificação de matrizes e memorização de pontos) e *Mazes* (tarefa de labirinto).

Teoricamente, as dificuldades na área da matemática podem resultar de sistemas visuo-espaciais comprometidos, embora estes aspectos ainda não sejam bem compreendidos. As relações entre competências visuo-espaciais e as dificuldades na área de matemática ainda não foram sistematicamente exploradas. Sabemos, no entanto, que os sistemas visuo-espaciais sustentam muitas competências matemáticas como ocorre em algumas áreas da geometria e na resolução de problemas complexos (KULAK, 1993) e, então, qualquer problema no sistema visuo-espacial poderia acarretar em uma dificuldade de aprendizagem correspondente.

McLean e Hitch (1999) observaram que alunos com DM apresentam baixo desempenho em uma tarefa espacial na memória de trabalho, embora não esteja claro se a diferença encontrada resultou de um déficit na habilidade de representar informação

nos sistemas visuo-espacial ou de um déficit nas funções executivas (*e.g.*, habilidade de manter atenção na tarefa espacial). O estudo de Swanson e Ashbaker (2000) aponta déficits no componente visuo-espacial da memória de trabalho dos alunos com DM.

Geary *et al.* (2000) não encontraram relação entre competências visuo-espaciais e as dificuldades de aprendizagem na matemática. As crianças com dificuldades nesta área, devido a aspectos procedimentais ou à memória semântica, não parecem diferenciar-se de outras crianças nas competências visuo-espaciais básicas, pelo menos no que diz respeito aos problemas aritméticos simples. Dados como estes são encontrados, talvez, porque muitas das competências conceituais e procedimentais que sustentam a aritmética simples são mais dependentes dos sistemas de linguagem do que dos sistemas visuo-espaciais (GEARY, 2004).

O componente visuo-espacial da memória de trabalho tem recebido menor atenção. Uma razão potencial para isto, de acordo com Mabbott e Bisanz (2008), é que, em muitos estudos que buscam associações entre as dificuldades na matemática e os diferentes componentes da memória de trabalho, as tarefas avaliativas não requerem o componente visuo-espacial e, por isto, a importância potencial deste componente não tem sido avaliada.

A capacidade de armazenamento temporário fornecida pelos componentes fonológico e visuo-espacial parece ser de fundamental importância para as crianças, não somente quando desempenham adição mental, mas também quando efetuam tarefas aritméticas por escrito, isso porque a habilidade matemática de uma criança tende a ser menos automatizada do que a de um adulto e, conseqüentemente, é mais evidente a necessidade de um sistema cognitivo de armazenamento que possa guardar resultados provisórios.

Crianças de educação infantil e alunos do 1º ano com habilidades matemáticas iniciais, parecem usar estratégias visuo-espaciais com maior freqüência, componente visuo-espacial, enquanto que crianças maiores apóiam-se mais em estratégias verbais, componente fonológico (McKENZIE *et al.*, 2003). Reuhkala (2001) demonstrou que alunos mais velhos (9º ano) também usam recursos da memória visuo-espacial quando desempenham tarefas matemáticas complexas, do tipo geometria. Assim, Andersson e Lyxell (2007) lembram que a contribuição dos recursos da memória de trabalho deve variar considerando a idade e o tipo de tarefa matemática em uso.

Prejuízos na memória de trabalho: gerais ou específicos

Alguns estudos, baseados no modelo de Baddeley (1974), sugerem que as crianças com dificuldades na matemática têm um déficit geral na memória de trabalho, enquanto outros propõem que apenas alguns componentes específicos do sistema de memória de trabalho apresentem defasagem.

McLean e Hicht (1999) e Passolunghi e Siegel (2004) descrevem problemas no componente executivo central em alunos com dificuldades na matemática, enquanto que o componente fonológico e visuo-espacial parecem intactos. Estudos que incluem alunos com a coexistência de dificuldades nas áreas de leitura e de matemática apontam problemas com os 3 componentes da memória de trabalho, mas o executivo central parece ser especialmente afetado (GEARY *et al.*, 1991, 1999, SIEGEL; RYAN, 1989).

Siegel e Ryan (1989) observam que o desempenho dos alunos com dificuldades de aprendizagem na matemática é similar ao dos alunos sem dificuldades em uma tarefa de memória de trabalho que envolve o processamento de informação não numérica (processamento de frases), mas é deficiente em uma tarefa que requer o processamento de informação numérica. Isto fez com que os autores especulassem sobre a existência de um sistema de memória de trabalho especializado em informação numérica no qual as crianças com dificuldades na matemática teriam problemas específicos. Do mesmo modo, McLean e Hicht (1999) encontram uma tendência em direção a um baixo desempenho em tarefas de lista de dígitos (*digit span*) em crianças com dificuldades na matemática, enquanto que não evidenciam diferença em uma tarefa não-numérica testando a memória fonológica (repetição de pseudopalavra). Estes autores observam que as crianças com dificuldades na matemática não têm reduzida a capacidade do componente fonológico de um modo geral, embora elas possam apresentar uma dificuldade específica com a memória de trabalho para informação numérica. Por outro lado, os autores constatam que a memória de trabalho visuo-espacial e alguns aspectos do executivo central estão em desvantagem naquelas crianças.

Outros pesquisadores concluem que crianças com dificuldades na matemática apresentam um déficit geral na memória de trabalho (PASSOLUNGHI; SIEGEL, 2001). Tais autores evidenciam que crianças com dificuldades na matemática mostram baixo desempenho em ambas as tarefas de memória de trabalho: tarefas com informação numérica e tarefas com informação verbal. Do mesmo modo, Andersson e Lyxell (2007) verificaram que tanto os alunos com dificuldades na matemática como os que

apresentam a coexistência de dificuldades na leitura e na matemática mostraram dificuldades com o executivo central. Ambos os grupos também apresentaram dificuldade com o componente fonológico, enquanto que o componente visuo-espacial mostrou-se intacto. Por esta razão, Andersson e Lyxell (2007) apontam serem favoráveis à corrente que indica um prejuízo geral, e não específico, da memória de trabalho.

Por outro lado, vários estudos apontam que o executivo central seria o componente que estaria mais prejudicado nos alunos com dificuldades na matemática (GEARY; HAMSON; HOARD, 2000, GEARY; HOARD; HAMSON, 1999). Os resultados destes estudos, no entanto, sugerem o comprometimento de diferentes funções do executivo central evidenciando, portanto, resultados diversos. Autores como Bull e Johnston (1997), Bull *et al.* (1999), McLean e Hicht (1999) e Passolunghi e Siegel (2004) destacam que alunos com problemas na matemática apresentam dificuldades no controle inibitório. Passolunghi e Siegel (2004) concluem que crianças com dificuldades na leitura ou na matemática apresentam baixo desempenho em tarefas de memória de trabalho que exigem a inibição de informação irrelevante. Para estes autores, tal déficit pode estar relacionado a um problema com o mecanismo inibitório que permite a eliminação de informação irrelevante do sistema.

Outros pesquisadores apontam que os problemas principais referentes ao executivo central dizem respeito à recuperação de informação da memória de longo prazo e a coordenação de desempenho de duas operações independentes do tipo armazenar e processar informação simultaneamente (GEARY *et al.*, 2004, KELLER; SWANSON, 2001).

Os resultados da pesquisa de Andersson e Lyxell (2007) indicam que os alunos com dificuldades na matemática e com a coexistência de dificuldades na leitura e na matemática têm um déficit no componente executivo central da memória de trabalho em sua função de processamento e armazenamento simultâneo de informação numérica e verbal (em especial, o grupo com dificuldades na matemática) ou numérica e visual (grupo com dificuldades na leitura e matemática). Uma importante questão diz respeito a como uma deficiência na memória de trabalho, que está relacionada ao processamento e armazenamento simultâneo de informação, pode impedir o desenvolvimento de habilidades matemáticas adequadas. Várias explicações são plausíveis. Uma está baseada na premissa de que o estabelecimento de fatos aritméticos (associação entre problemas e respostas em tarefas aritméticas simples) na memória de trabalho requer

que a resposta e os dois números sejam simultaneamente ativados na memória de trabalho (GEARY, 1993, McLEAN; HICHT, 1999). Assim, baixos recursos da memória de trabalho podem resultar no esquecimento do primeiro número a ser guardado antes que a resposta seja gerada, impedindo assim que o aluno estabeleça fatos aritméticos.

Outra explicação sugere que um déficit na memória de trabalho possa ser a origem de problemas procedimentais evidenciados por muitos alunos com dificuldades na matemática. A resolução de problemas aritméticos utilizando estratégias de contagem (por exemplo, contagem verbal) envolve o armazenamento das parcelas assim como a realização de processos de cálculo (por exemplo, contagem). Desta forma, parece lógica a necessidade de um sistema de memória de trabalho que possa dar conta destas demandas cognitivas (GEARY, 1993, GEARY *et al.*, 2004). Portanto, um déficit especialmente relacionado à coordenação de operações simultâneas de processamento e armazenamento pode interferir com a execução de tarefas aritméticas, resultando em desempenho mais lento e em mais erros no cálculo (ANDERSSON; LYXELL, 2007).

A mesma linha de raciocínio também se aplica para aritmética mais complexa do tipo cálculo de multidígito (por exemplo, $23+48$). Este tipo de tarefa envolve um número de sub-processos (recuperação de regras aritméticas e fatos aritméticos da memória de longo prazo, cálculo e armazenamento de resultados intermediários, realização de operações de transporte ou empréstimo) que devem ser coordenados e executados pelo sistema de memória de trabalho. Crianças com déficits na memória de trabalho obviamente terão dificuldades em manejar estes diferentes passos do procedimento de cálculo.

Um estudo recente de Passolunghi *et al.* (2007) enfatiza que a memória de trabalho e, em particular, o executivo central é um importante preditor das habilidades em matemática no princípio da escola primária. Mais especificamente os resultados sugerem que o executivo central está fortemente ligado ao desempenho em matemática. A pesquisa mostrou que tarefas que exigem o armazenamento e o processamento de informação (*word/digit span backwards* e *listening completion span tasks*) foram significantes no seu impacto no desempenho de testes matemáticos.

Assim, vemos que as pesquisas nesta área têm produzido resultados controversos. O fato que parece não gerar discórdia é que a memória de trabalho funciona como uma habilidade cognitiva fundamental que apóia o desenvolvimento das competências em matemática.

A diversidade de resultados evidenciados nesta área de pesquisa pode ser justificada por dois aspectos que já foram apontados anteriormente neste estudo. O primeiro diz respeito à seleção das amostras de participantes nos estudos sobre dificuldades de aprendizagem, ponto este que tem sido alvo de preocupação de vários pesquisadores (BULL; JOHNSTON, 1997, McLEAN; HICHT, 1999, ROURKE, 1993). Alguns estudiosos, ao selecionarem suas amostras, utilizam pontos de corte mais restritivos (abaixo do percentil 10), enquanto outros se baseiam em pontos de corte mais lenientes (abaixo do percentil 30). Assim, é importante considerarmos a extensão nas quais os achados, bastante controversos nesta área, possam ser atribuídos aos diferentes pontos de corte utilizados pelas pesquisas. Um critério de seleção mais leniente pode resultar na inclusão de alunos que são lentos, mas não necessariamente deficientes em leitura ou matemática. O uso de diferentes testes e diferentes critérios para identificar a desabilidade tem complicado a comparação de resultados obtidos em diferentes estudos (GEARY *et al.*, 1999).

Um outro aspecto refere-se à natureza dos testes usados para avaliar os componentes da memória de trabalho. Diferentes tarefas demandam recursos distintos da memória de trabalho. Do mesmo modo, Andersson e Lyxell (2007) lembram que a contribuição dos recursos da memória de trabalho deve variar considerando a idade e o tipo de tarefa matemática em questão. O uso de diferentes instrumentos utilizados para avaliar os componentes da memória de trabalho nos vários estudos citados acima acaba por dificultar a comparação entre os resultados (GEARY; HOARD; HAMSON, 1999).

Ainda, um terceiro ponto pode ser incluído como complicador na busca de consenso nos estudos sobre memória de trabalho. Este relaciona-se à heterogeneidade dos alunos que apresentam dificuldades na leitura e ou na matemática. No caso da matemática, por exemplo, muitos autores têm argumentado que um impedimento para o estudo sistemático dos processos aritméticos é o grande número e a complexidade de domínios específicos envolvidos nesta área (GEARY, 1994). As crianças sem dificuldades na matemática apresentam padrões desiguais de competências, e as diferenças intra-individuais são mais aparentes nas crianças com dificuldades na matemática (GEARY, 1993, GEARY; HOARD, 2001) que são, entretanto, muito seguidamente examinadas como um grupo singular. Portanto, se tratarmos todas as crianças com dificuldades de aprendizagem como um grupo homogêneo, corremos um grande risco de fazermos inferências incorretas. Baseados neste argumento é que, já em 1989, Siegel e Ryan destacaram que déficits com a memória de trabalho parecem estar

relacionados a problemas acadêmicos específicos e que é possível encontrar diferentes tipos de déficits de memória em diferentes sub-tipos de dificuldades de aprendizagem.

O próximo tópico apresenta a velocidade de processamento, habilidade cognitiva que também se mostra associada às dificuldades de aprendizagem na matemática.

2.4.4.5 Velocidade de processamento

A literatura indica que a velocidade de processamento é uma habilidade cognitiva que se encontra prejudicada nos alunos com DM. Tal habilidade refere-se à eficiência com que tarefas cognitivas simples são executadas. A velocidade de processamento, juntamente com a memória de trabalho, apóia o desempenho em matemática (GEARY *et al.*, 1999, 2007).

Resultados de pesquisa apontam a correlação existente entre a velocidade de processamento e as habilidades de cálculo (HECHT *et al.*, 2001). Crianças com DM processam a informação mais lentamente do que seus pares sem dificuldades (BULL; JOHNSTON, 1997, SWANSON; SACHSE-LEE, 2001, MURPHY *et al.*, 2007). Estudos como os de Geary *et al.* (1991, 1999) evidenciam que os alunos com DM são mais lentos para realizar as estratégias de contagem do que os colegas com desenvolvimento típico. O trabalho de Orrantia *et al.* (2002) aponta que em termos globais os alunos com DM são mais lentos que seus iguais sem dificuldades não somente nos tempos totais de resposta, mas também quando ambos os grupos utilizam os mesmos procedimentos. Os resultados mostram que o processamento numérico, especialmente a codificação de dígitos, é substancialmente mais lento nestes alunos.

O estudo de Bull e Jonhston (1997) destaca que a velocidade de processamento é a habilidade cognitiva capaz de melhor predizer o desempenho em cálculo. A pesquisa incluiu alunos de primeira série, com e sem dificuldades na aritmética, que foram avaliados em uma série de medidas de velocidade para executar operações (velocidade de contagem, de identificação de números, de combinar números, de formas, de desempenho percepto-motor, para fazer seqüência e para realizar procedimentos aritméticos). O baixo desempenho dos alunos com dificuldades em todas estas tarefas sugere que a velocidade de processamento representa um elemento de maior importância para explicar as dificuldades na aritmética. Os resultados de Fuchs, Fletcher, Hamlet e Lambert (2008) apontam para a mesma direção. Os autores mostram

que as dificuldades no cálculo estão associadas a uma baixa velocidade de processamento em alunos de 3ª série com dificuldades na matemática.

A relação entre a velocidade de processamento e a memória de trabalho, entretanto, é bastante debatida na literatura. Existe um considerável consenso de que a memória de trabalho (com seus diferentes componentes) e a velocidade de processamento são fatores que contribuem para as dificuldades na matemática. Entretanto, existe inconsistência nos resultados quanto à relativa importância destes fatores (BULL; JOHNSTON, 1997, McLEAN; HICHT, 1999, SWANSON; SACHSE-LEE, 2001). O debate verifica se diferenças individuais na memória de trabalho são ocasionadas por diferenças mais fundamentais na velocidade de processamento, ou se o foco atencional associado com o executivo central acelera o processamento da informação. Geary *et al.* (2007) destacam que, para os alunos com DM (amostra estabelecida a partir de um critério restritivo), o componente executivo central da memória de trabalho mostrou ser um fator central nas dificuldades evidenciadas por este grupo em todas as tarefas de cognição matemática. Mas, ao mesmo tempo, os autores salientam que o componente fonológico, o visuo-espacial e a velocidade de processamento também podem contribuir para deficiências mais específicas na cognição matemática. Em outras palavras, diferentes componentes da memória de trabalho podem afetar diferentes aspectos do desempenho e da aprendizagem em matemática, o que pode explicar os resultados controversos presentes na literatura.

A velocidade de processamento dita o quão rápido os números podem ser contados. Portanto, ela pode facilitar a velocidade de contagem de forma que à medida que o aluno ganha velocidade na contagem de conjuntos para descobrir as somas e diferenças, os problemas são sucessivamente associados às suas respostas na memória de trabalho, antes de se perderem, de forma que aquela associação pode ser estabelecida na memória de longo prazo (GEARY *et al.*, 1991, BULL; JOHNSTON, 1997). Por outro lado, um processamento mais lento, aumenta o intervalo para derivar as associações problema-resposta na memória de trabalho. Isto cria a possibilidade de que o esquecimento ocorra antes mesmo que a seqüência de cálculo seja completada.

Vemos assim que a velocidade de processamento está subjacente à fluência em fatos aritméticos e, por isso, mais recentemente, autores como Hopkins e Lawson (2006) identificam tal habilidade como um determinante crítico do desenvolvimento da recuperação de fatos da memória. Descrevemos a seguir a pesquisa realizada por estes autores.

Lawson e Hopkins (2006) propõem que a velocidade de contagem, parte da velocidade de processamento, é um fator crítico que pode explicar por que alguns alunos não desenvolvem confiança na recuperação da memória apesar de utilizarem de forma eficiente a estratégia de contar a partir do maior, que naturalmente os levaria à decomposição e, após, à recuperação da memória.

Os autores destacam que o processo de desenvolver confiança na recuperação é mais sofisticado do que simplesmente um processo de memorização. Este requer que o aluno assimile o conhecimento de número para construir gradativamente estratégias *backup* (qualquer estratégia utilizada que não seja a de recuperação de fatos da memória) mais eficientes até que a prática continuada e eficiente com o uso destas estratégias fortaleça as associações problema-resposta para tornar a recuperação possível e provável.

Assim, para os alunos que apresentam um desenvolvimento típico, as estratégias de contagem menos eficientes são substituídas por aquelas mais eficientes, construídas pelo aprendiz, eventualmente, levando-os ao desenvolvimento de associações problema-resposta que favorecem o desenvolvimento de confiança na recuperação.

Lawson e Hopkins (2006) observaram que um aspecto crítico que irá determinar se a prática usando a estratégia *backup* levará à confiança na recuperação é a velocidade de processamento, mais especificamente, o tempo levado pelo aluno para realizar a contagem ao executar a estratégia de *contar a partir do maior*. O trabalho também destaca que é pouco provável que a velocidade de contagem desempenhe um papel sozinha. Os erros de contagem, as interrupções, podem ser indicativos de dificuldades com o componente executivo central da memória de trabalho, responsável por inibir informação irrelevante. O fato dos alunos utilizarem os dedos para ajudá-los a manter a atenção em pequenos cálculos, sugere dificuldades com o componente executivo.

Os resultados deste trabalho são muito importantes para a prática educacional. Uma baixa velocidade de contagem por si só não necessariamente constitui um déficit de aprendizagem, mas alunos com uma baixa velocidade de contagem não desenvolverão uma confiança na recuperação de fatos de adição considerando o mesmo ensino oferecido aos alunos com velocidades de contagem mais típicas.

Os autores argumentam que uma intervenção com sucesso deve integrar de forma balanceada práticas que promovam o desenvolvimento do senso numérico e a confiança na recuperação. Neste ponto, enfatizam que desenvolver confiança na recuperação requer mais do que ensinar os alunos com DM estratégias de *backup*

eficientes. Hopkins e Lawson (2006) se referem a práticas que promovam uma confiança na recuperação depois do aluno já utilizar em seu repertório estratégias *backup* de forma eficiente. Este último aspecto tem recebido pouca atenção na literatura e merece ser um foco de pesquisa futura.

Um estudo piloto foi desenvolvido por este grupo de pesquisa (HOPKINS; DE VILLIERS, 2007) com 10 alunos australianos do 7º ano do Ensino Fundamental que não haviam desenvolvido confiança na recuperação de fatos básicos de adição simples. A intervenção focou o aumento da velocidade de contagem dos estudantes durante a realização da estratégia de contar a partir do maior e compreendeu um período de 5 sessões. Os resultados preliminares indicam que a intervenção foi eficiente no aumento da média da velocidade de contagem dos alunos, aumentando assim a probabilidade de uso da estratégia de recuperação da memória.

A seguir, apresentamos as dificuldades na memória semântica de longo prazo, outra habilidade cognitiva que caracteriza muitos alunos com dificuldades na matemática.

2.4.4.6 Dificuldade na memória semântica de longo prazo

A inabilidade para desenvolver, fortalecer e acessar associações na memória de longo prazo que permitam a recuperação rápida e acurada de respostas a problemas básicos de adição é uma característica das dificuldades de aprendizagem na matemática (HOPKINS; LAWSON, 2006, GEARY, 1993, OSTAD, 1997). De fato, embora não exista uma única característica que seja a “marca” dos alunos com problemas em matemática, a dificuldade para recuperar fatos aritméticos da memória de longo prazo é freqüentemente citada como uma das características mais comuns vistas nestes alunos (ROBINSON *et al.*, 2002).

Enquanto as dificuldades procedimentais tendem a ser superadas com a experiência, os problemas de recuperação da memória persistem e acabam por influenciar negativamente o desempenho do aluno em outras áreas da matemática (DOWKER, 2004, GEARY 1993). Dificuldades na recuperação de fatos da memória de

longo prazo são demonstradas desde a 1^a até a 7^a série do Ensino Fundamental em alunos com DM, o que sugere que tal déficit seja persistente. (OSTAD, 1997, GEARY *et al.*, 1999, JORDAN; HANICH; KAPLAN, 2003a).

Os estudos de Geary (1990, 1993) indicam que os alunos com DM apresentam dois tipos de problemas funcionais básicos: procedimentais e de recuperação de fatos. Os primeiros ocorrem devido a falhas no conhecimento conceitual, e implicam procedimentos aritméticos (estratégias de contagem) evolutivamente imaturos, freqüentes erros de contagem verbal quando utilizam as estratégias de contagem e uma velocidade de contagem mais lenta quando executam estratégias. Os segundos são o resultado de uma disfunção geral na memória semântica, e implicam em uma representação atípica de fatos da memória, uma alta proporção de erros de recuperação e tempos de resposta na recuperação muito variáveis e assistemáticos.

A pesquisa desenvolvida por Orrantia *et al.* (2002) apresenta dados similares. Utilizando uma amostra de crianças do 2^o ao 6^o ano, com e sem dificuldades em aritmética, o autor observou que os alunos com dificuldades cometem mais erros e utilizam estratégias menos avançadas do que aqueles sem dificuldades. Além disso, à medida que avançam nas séries, há uma tendência evolutiva em ambos os grupos. Os alunos sem dificuldades passam a utilizar estratégias mais desenvolvidas (maior proporção de recuperação de fatos) e de maneira mais eficaz. Para os alunos com dificuldades, apesar de mostrarem uma tendência evolutiva na utilização de estratégias que se refletem no uso maior da recuperação, a eficácia contrasta com o que foi mostrado no grupo sem dificuldades. De maneira concreta, ficou constatado que, nas séries mais baixas, há uma representação anômala de fatos na memória, e, nos níveis mais altos, basicamente na 6^a série, apesar de que possa existir certa representação, o acesso à representação não está totalmente automatizado, como ocorre com os alunos sem dificuldades.

Neste contexto, o autor argumenta que os mecanismos que podem contribuir aos déficits procedimentais e de recuperação nestas crianças podem ser diferentes. Assim, as estratégias menos maduras e os erros procedimentais que os alunos com DM apresentam se relacionam com o desenvolvimento do conhecimento conceitual de contagem. A dificuldade na recuperação de fatos se relaciona com o enfraquecimento da informação na memória de trabalho, junto com a velocidade lenta na execução de estratégias de contagem, e com a alta freqüência de erros de contagem. Com uma velocidade de contagem lenta, existe maior probabilidade de esquecimento da

informação na memória de trabalho o que leva ao não desenvolvimento de representações na memória. Somado a isso, os erros de cálculo levam a associações incorretas na memória de longo prazo o que pode conduzir a erros na recuperação.

Se o tempo entre a decodificação do problema e a execução da resposta excede o espaço de tempo disponível da memória de trabalho (2 a 3 segundos), não haverá o fortalecimento da associação de problemas-respostas. Para tanto, é necessário que o problema e a resposta calculada sejam ativados na memória de trabalho simultaneamente. Por exemplo, se para realizar um cálculo, o aluno executa a estratégia de contar a partir do maior necessitando para tanto de um tempo superior ao que a memória de trabalho comporta, a resposta correta pode ser ativada na memória de trabalho, mas a memória para o problema (statement) pode ter se perdido (GEARY 1993, ORRANTIA *et al.*, 2002).

Embora os resultados não sejam conclusivos, o padrão de reação de tempo dos alunos com DM é algumas vezes similar àquele das crianças que sofreram lesões no hemisfério cerebral esquerdo ou nas regiões subcorticais (ASHCRAFT *et al.*, 1992). Dados como estes sugerem que as dificuldades na memória de longo prazo, enfrentadas por muitas crianças com DM, podem refletir os mesmos mecanismos subjacentes ao déficit de recuperação de fatos associados com discalculia (GEARY, 1993).

Os aspectos cognitivos e neurológicos subjacentes a estes déficits não são completamente compreendidos, porém existem hipóteses de que tais déficits envolvam os mecanismos representacionais do sistema de linguagem (ver Quadro 1). Esta hipótese está baseada nos mecanismos cognitivos envolvidos na formação da representação de fatos aritméticos na memória de longo prazo. A busca de solução para problemas aritméticos mediante a contagem deveria resultar, eventualmente, na formação de associações entre problemas e geração de respostas. Uma vez que a contagem tipicamente engloba o sistema representacional fonológico e semântico do domínio da linguagem (e.g., a compreensão da quantidade associada à palavra-número), qualquer perturbação na habilidade de representar ou recuperar informação destes sistemas, teoricamente, resulta em dificuldades na formação de associações problema-resposta durante a contagem (GEARY, 1993). As conseqüências incluiriam dificuldades na aprendizagem de fatos aritméticos e na recuperação daqueles fatos que se tornam representados na memória de longo prazo.

Robinson *et al.* (2002) sugerem que as dificuldades na recuperação de fatos aritméticos da memória de longo prazo ocorrem devido a dois fatores: 1) ou deficiência

no processamento fonológico de modo que as características auditivas e fonológicas dos números e fatos numéricos são fracamente codificados, 2) e/ou deficiência nos processos semânticos em função de um senso numérico pouco desenvolvido, de modo que os números e suas relações uns com os outros não são codificados de forma significativa. Por meio destas hipóteses, os autores propuseram a Teoria dos Dois Fatores que inspirou nosso estudo o qual apresentamos mais detalhadamente no item 2.6.

O trabalho de Dehaene e Cohen (1997) indica que o armazenamento e a recuperação de fatos aritméticos são sustentados por um sistema de estruturas neurológicas que parecem apoiar as representações fonéticas e semânticas que são ativadas durante o processo de contagem. Para tais autores, as dificuldades na recuperação de fatos aritméticos estariam associadas a uma disfunção do hemisfério cerebral esquerdo, englobando, possivelmente, as regiões posteriores.

Estudos mais recentes de crianças com DM têm sugerido uma segunda forma de déficit na recuperação de dados da memória de longo prazo – especificamente, uma perturbação no processo de recuperação de fatos devido a dificuldades em inibir a recuperação de associações irrelevantes. Este tipo de déficit de recuperação foi primeiro descoberto por Barrouillet *et al.* (1997) e foi confirmado por Geary *et al.* (2000). No trabalho de Geary *et al.* (2000) uma das tarefas aritméticas solicitava que as crianças utilizassem somente a recuperação de fatos – os alunos eram instruídos para não usarem estratégias de contagem – para resolverem problemas de adição simples. Alunos com DLM cometeram mais erros do que os colegas que não apresentavam dificuldades de aprendizagem. Os erros mais comuns eram o contar em série associado a uma das parcelas. Por exemplo, para o problema $6+2$ um erro de recuperação freqüente era encontrar resultados como 7 e 3, ou seja, os números seguintes ao 6 e 2, respectivamente, na seqüência de contagem.

De acordo com este modelo, a apresentação de um problema a ser resolvido resulta na ativação de informação relevante na memória de trabalho, incluindo características dos problemas – como as parcelas em um problema de adição simples – e informação associada com estas características. A resolução do problema é eficiente quando as informações irrelevantes são inibidas e impedidas de entrarem na memória de trabalho. Uma velocidade de contagem mais lenta resultaria em um tempo maior para

efetuar o cálculo o que aumentaria a probabilidade de interferência de informação irrelevante.

Uma inibição ineficiente resulta na ativação de informação irrelevante que diminui o funcionamento da capacidade da memória de trabalho. De acordo com esta visão, algumas crianças com DM cometem erros de recuperação, em parte, porque não conseguem inibir que as associações irrelevantes “entrem” na memória de trabalho. Uma vez na memória de trabalho, estas associações ou reprimem ou competem com as associações corretas para a resolução do problema. Estes dados indicam que a dificuldade na recuperação de fatos de algumas crianças com DM pode ser o resultado de déficits no executivo central (componente da memória de trabalho) e nas áreas associadas do córtex pré-frontal (GEARY, 2004).

Em síntese, neste capítulo destacamos alguns processos cognitivos que são fundamentais para o bom desempenho em matemática e que a literatura cita como prejudicados nos alunos com DM: princípios de contagem, procedimentos aritméticos, memória de trabalho, velocidade de processamento e memória de longo prazo. Em algumas situações, tais processos parecem interligados, de forma que um mau funcionamento em um pode acarretar dificuldades no outro, como é o caso, por exemplo, de uma baixa velocidade de processamento sobrecarregando a memória de trabalho, que, por sua vez, impede a representação de um fato numérico na memória de longo prazo. Geary (2004) lembra que os processos cognitivos que se mostram prejudicados nos alunos com DM podem estar associados ou não. De fato, a heterogeneidade que caracteriza este grupo de alunos faz com que alguns possam enfrentar problemas com determinados processos cognitivos, enquanto outros apresentam dificuldades em processos distintos.

Os pontos apresentados reforçam a idéia de que, apesar das controvérsias existentes, os estudos na área das dificuldades de aprendizagem da matemática estão alcançando alguns resultados que têm contribuído na busca de uma melhor compreensão dos aspectos envolvidos com estas dificuldades. Estes resultados contribuem, também, para evidenciar o quanto ainda é necessário pesquisarmos para que possamos construir uma teoria que dê conta dos aspectos etiológicos, diagnósticos, características, prognósticos e programas de intervenção na área da matemática.

Convém lembrar que o conhecimento que está sendo construído, até então, nesta área, está relacionado à aritmética simples e, portanto, pouco sabemos sobre problemas

aritméticos complexos e até mesmo sobre outras sub-áreas da matemática. Não resta dúvida de que este campo do saber necessita de mais atenção, principalmente, no que diz respeito ao desenvolvimento de instrumentos diagnósticos, a pesquisas nas áreas de neurologia, genética, co-morbidades e, é claro, ao desenvolvimento de programas de intervenção para alunos com DM.

É de se destacar também o quanto a matemática pode beneficiar-se de um entrelaçamento de diferentes áreas de conhecimento – ciência cognitiva, neurologia, construtivismo - que se complementam na tentativa de explicar os processos de aprendizagem da matemática e dos possíveis problemas decorrentes destes.

2.4.5 Origem das Dificuldades no Aprendizado da Matemática

Como vimos, as dificuldades na aprendizagem da matemática ocorrem devido a déficits cognitivos na habilidade de representar e/ou processar informação numérica (GEARY, 2004). Tais dificuldades podem estar associadas a um ou mais dos processos cognitivos apresentados anteriormente.

Falhas para desenvolver tais representações de forma adequada (representações maduras de números) podem explicar as dificuldades das crianças com DM para memorizar fatos aritméticos, pois estes não fazem sentido para elas (LANDERL *et al.*, 2004). Tais falhas podem interferir ou retardar a compreensão básica de números e de conceitos numéricos. Por exemplo, se as crianças com DM têm uma compreensão empobrecida de números, elas são pouco eficientes para fazer contagem (GEARY, 1993). Enfim, a representação imatura de números pode ser responsável pelo senso numérico limitado que caracteriza muitas crianças com DM. Chegaremos a este conceito no item 2.5.4.

A questão que surge então é: *Quais as origens de tais falhas?* Encontramos na literatura duas perspectivas teóricas distintas para responder a esta questão. Uma refere-se ao desenvolvimento inadequado de habilidades cognitivas de domínio geral, e a outra diz respeito à hipótese do módulo de número deficiente.

A primeira perspectiva sugere que o desenvolvimento inadequado de competências cognitivas de domínio geral são responsáveis pelo baixo desempenho em muitas tarefas incluindo as numéricas. Assim, dificuldades em um (ou mais) processos cognitivos que citamos anteriormente seriam responsáveis por problemas na aprendizagem da matemática: desenvolvimento imaturo de estratégias de contagem

(GEARY, 1990); baixa capacidade da memória de trabalho que leva a erros no cálculo (SIEGEL; RYAN, 1989); dificuldade na recuperação de fatos aritméticos da memória de longo prazo (GEARY *et al.*, 2000, JORDAN E MONTANI, 1997); baixa velocidade de processamento (GEARY; BROWN, 1991); assim como problemas de funcionamento visuo-espacial (ROURKE, 1993).

A outra corrente propõe que o processamento de número (representação e manipulação de informação numérica) é independente daquelas habilidades que pertencem a um domínio geral. A dificuldade em matemática (discalculia – como os autores desta corrente denominam) é consequência de um déficit de domínio específico na representação mental de números, relacionado à existência de um módulo de número deficiente. Tal corrente sugere que o processamento numérico emerge nos bebês em uma idade muito inicial e é independente de outras habilidades (retornaremos a este ponto mais adiante). O módulo de número localiza-se no lobo parietal e, assim, a discalculia é provavelmente o resultado de falhas no desenvolvimento normal destas áreas do cérebro, falhas estas relacionadas a fatores genéticos (BUTTERWORTH, 2005, LANDERL, 2004, WILSON; DEHAENE, 2006).

Chiappe (2005) lembra que problemas na representação de números (dificuldade com o módulo de número) acabam por ter repercussão nos processos cognitivos de domínio geral. Por exemplo, enquanto estão sendo avaliadas habilidades do tipo memória de trabalho e velocidade de processamento, o desempenho do aluno nestas tarefas pode depender da qualidade das suas representações numéricas. Aqueles que apresentam representações numéricas de baixa qualidade ou imprecisas, irão enfrentar dificuldades significativas para codificar, armazenar e recuperar estímulo numérico da memória. Assim, representações imaturas de números teriam repercussões para todas as tarefas que usam números, mesmo aquelas que avaliam a memória de trabalho e a velocidade de processamento.

Encontramos ainda pesquisadores que apresentam uma idéia de reciprocidade entre as dificuldades em matemática e as competências cognitivas de domínio geral, do tipo memória de trabalho (ANDERSSON; LYXELL, 2007, GEARY 1993, GATHERCOLE, 2004). Um baixo desenvolvimento em habilidades matemáticas pode ter um efeito negativo no funcionamento das funções da memória de trabalho e, recursos pobres da memória de trabalho, por sua vez, podem constituir um obstáculo para o desenvolvimento de habilidades em matemática. Tal dependência recíproca é bem conhecida na área da leitura entre consciência fonológica e desenvolvimento em

leitura. Especificamente, a consciência fonológica é um importante pré-requisito para a aquisição da leitura, mas o desenvolvimento em leitura também promove o desenvolvimento da consciência fonológica (McGUINNESS, 2006).

Portanto é notório que este tema se constitui em objeto de considerável debate, no qual há pouco consenso entre os estudiosos. A posição inatista defendida por Butterworth (2005), Landerl (2004) e Wilson; Dehaene (2006), no que diz respeito à origem das habilidades numéricas iniciais e à existência de um módulo responsável pelo processamento numérico, tem sido alvo de muita discussão e poucos resultados conclusivos. Necessitamos de mais pesquisas para clarear esta questão.

Nosso estudo identifica-se com a primeira corrente, já que procurou evidenciar quais as habilidades cognitivas que estão deficitárias e acabam por prejudicar a aprendizagem da leitura e da matemática.

2.4.6 Últimas Tendências nas Pesquisas Sobre Dificuldades na Matemática

Neste item apresentamos as tendências mais recentes no estudo das dificuldades de aprendizagem da matemática destacando os trabalhos de Andersson (2008) e Fuchs, Fletcher, Hamlet e Lambert (2008).

Como citamos anteriormente, nos últimos 10 a 15 anos houve um aumento no número de pesquisas desenvolvidas com alunos com dificuldades na matemática. No entanto, a maioria destes estudos centra-se em habilidades matemáticas básicas (por exemplo, recuperação de fatos aritméticos, habilidades de cálculo, resolução de problemas simples), enquanto que um número consideravelmente menor de estudos tem investigado outros domínios da matemática, do tipo estimativa, compreensão de princípios de cálculo e resolução de problemas mais complexos.

Anderson (2008) desenvolveu um estudo englobando múltiplas áreas da matemática em grupos de alunos com diferentes tipos de dificuldades. O estudo examinou 8 áreas de habilidades na matemática: recuperação de fatos aritméticos (adição, subtração e multiplicação); cálculo aritmético por escrito (e.g., $258 + 341$); estimativa (e.g., 72 ou 60, $52 + 17 = ?$); valor posicional (Qual o valor do dígito 9 em 349?); princípios de cálculo (e.g., $26 + 32 = 58$, então $32 + 26 = ?$ ou $23 + 14 = 37$, então $37 - 14 = ?$); resolução de problemas matemáticos que requerem um passo para a resolução (Pedro tem 7 bolas de gude. João lhe dá mais 5 bolas de gude. Quantas bolas de gude o Pedro tem agora?) e que requerem múltiplos passos, pelo menos dois cálculos

para se chegar à resposta correta (e.g., Marcos pesa 38 kg. Seu pai pesa 35 kg mais. Quantos quilos pesam os dois juntos?); e dizer as horas (relógios analógicos e digitais).

Os resultados da pesquisa revelam que, tanto os alunos com DM quanto os com DLM, apresentam pior desempenho do que aqueles sem dificuldades em todas as tarefas avaliadas, exceto na de valor posicional em que os alunos com DM e DLM mostram o mesmo desempenho do grupo controle. Os alunos com DLM manifestam dificuldades mais severas na solução de problemas aritméticos em relação ao grupo com dificuldades exclusivas na matemática.

Além de avaliar o desempenho dos diferentes grupos naqueles 8 domínios matemáticos, o estudo de Andersson (2008) também examinou três funções cognitivas básicas: memória de trabalho visuo-espacial (tarefa de memorização de pontos em matrizes), velocidade de processamento (tarefa de *number-matching* – marcação de dois números idênticos em fileiras de sete dígitos o mais rápido possível) e funções executivas (*tarefa de trail-making*)¹⁹. Os alunos com dificuldades na matemática, representados pelos grupos com DM e DLM, não apresentaram problemas com a memória visuo-espacial nem com as funções executivas, porém a velocidade de processamento destes alunos mostrou-se significativamente inferior a do grupo controle.

O autor destaca como implicação educacional de seu estudo a necessidade do ensino da matemática focar-se tanto em habilidades matemáticas básicas quanto nas mais complexas. Andersson (2008) dá ênfase à recuperação de fatos da memória já que tal dificuldade tem se mostrado uma característica constante nos alunos com DM. Do mesmo modo, as dificuldades na recuperação acabam por causar problemas com as habilidades matemáticas mais complexas (cálculo de multidígito, resolução de problemas complexos). O autor também destaca a importância de se oferecer um ensino explícito em relação a aspectos conceituais da resolução de problemas, como representação e desenvolvimento de estratégias de solução para o problema. O ensino das horas é outro conceito que, segundo o autor, merece uma atenção maior na escola, principalmente para os alunos com dificuldades. A habilidade de dizer as horas divide muitas características com a aritmética básica, e uma maior compreensão e

¹⁹ O teste incluía duas partes. Na primeira, o material consistia de 25 números dispostos em círculos em uma folha de papel. A tarefa era conectar os 25 círculos em ordem numérica quanto mais rápido possível. Na segunda parte, metade dos círculos tinha um número no centro (1 – 13), e a outra metade tinha uma letra (A - L). As crianças eram solicitadas a começar pelo número 1 e fazer um caminho, uma trilha, com o lápis de forma que cada número alternava-se com a sua letra correspondente (1-A-2-B-3-C-4-D..... 12-L-13).

desenvolvimento deste conceito poderá trazer efeitos positivos para outras áreas da matemática.

A pesquisa de Fuchs, Fletcher, Hamlet e Lambert (2008) procurou investigar se uma dificuldade em um domínio específico da matemática relaciona-se com outros domínios. Os autores lembram que na escola de Ensino Fundamental a matemática é desenvolvida a partir de conceitos como numeração, medida, aritmética, algoritmo e resolução de problemas. No Ensino Médio, o currículo inclui álgebra, geometria, trigonometria e cálculo. Pouco se sabe, no entanto, sobre como diferentes aspectos da cognição matemática se relacionam uns aos outros (e.g., de que forma a dificuldade em um domínio corresponde com a dificuldade em outro). Os autores estão preocupados em buscar a natureza da competência matemática.

A pesquisa teve como objetivo evidenciar os padrões de dificuldades em dois domínios da cognição matemática, cálculo aritmético ($3 + 5$) e resolução de problemas. O estudo compreendeu alunos do 3º ano do Ensino Fundamental que foram classificados em quatro grupos: com dificuldades no cálculo, com dificuldades na resolução de problemas, com dificuldades em ambas as áreas, ou sem dificuldades na matemática. Foram avaliadas diferentes dimensões cognitivas dos grupos: linguagem (compreensão, gramática e vocabulário), memória de trabalho, velocidade de processamento e atenção.

Os resultados indicam que as dificuldades no cálculo e na resolução de problema representam distintos domínios da cognição matemática sendo que os problemas no cálculo aritmético mostram-se associados a um bom desempenho em linguagem e um baixo desempenho em atenção e velocidade de processamento. As dificuldades na resolução de problemas parecem estar associadas a dificuldades na linguagem. Fuchs, Fletcher, Hamlet e Lambert (2008) observam que, apesar dos alunos com problemas nos dois domínios evidenciarem dificuldades mais intensas, as deficiências cognitivas associadas com o desempenho em um domínio da matemática são também aparentes quando as dificuldades ocorrem em ambos os domínios. Tais achados sugerem que a coexistência de dificuldades em cálculo e resolução de problemas podem não representar uma única forma de dificuldades na matemática, mas sim representar uma associação de comorbidades de dificuldades em ambos os domínios.

Os resultados desta pesquisa alertam os educadores e pesquisadores sobre a importância de considerarmos as habilidades de cálculo e resolução de problemas

separadamente na hora de fazermos o diagnóstico e de buscarmos recursos para remediar as dificuldades de aprendizagem nestas áreas. Muitas formas de avaliação da matemática são genéricas e não atendem adequadamente as diferenças destas dimensões da cognição matemática, aspecto este já discutido anteriormente e que acaba por impedir a elaboração de um processo diagnóstico e de intervenção eficientes.

2.5 A COEXISTÊNCIA DE DIFICULDADES NA APRENDIZAGEM DA LEITURA E MATEMÁTICA

Não é raro encontrarmos alunos que apresentam dificuldades na matemática e que também enfrentam problemas com a leitura. De fato, tal co-ocorrência é apontada na literatura por vários autores (ORRANTIA, 2002, LANDERL *et al.*, 2004, GEARY *et al.*, 1999, 2000, 2007).

Mas, quando o assunto é a prevalência da coexistência de dificuldades nestas áreas, não há consenso entre os pesquisadores. A estimativa da taxa de prevalência para as dificuldades em leitura é de 17% a 20%²⁰ (SHAYWITZ, 2006) enquanto que, para as dificuldades em matemática, a expectativa fica em torno dos 6% (GEARY, 1993, GINSBURG, 1997). Questiona-se, no entanto, se estas taxas de incidência são acuradas já que outros estudos apontam para uma maior igualdade entre as taxas de incidência dos dois tipos de dificuldades. Badian (1999) reporta um estudo no qual 43% dos alunos com DM apresentam problemas concomitantes na leitura, enquanto que 56% dos alunos diagnosticados com dificuldades na leitura também evidenciam baixo desempenho na matemática. Landerl *et al.* (2004) refere uma estimativa de 40% de disléxicos com dificuldades concomitantes na matemática.

Hanich *et al.* (2001) observaram que os alunos com dificuldades exclusivamente na matemática apresentam melhor desempenho do que os alunos com DLM nas áreas mediadas pela linguagem, mas não naquelas que se baseiam em magnitudes numéricas, processamento viso-espacial e automaticidade.

Jordan e Hanich (1997) verificaram que, em relação aos alunos com DLM, aqueles com DM saem-se melhor ao desenvolverem as estratégias backup, apresentando um desempenho adequado quando as tarefas são realizadas sem a

²⁰ Segundo Sanchez (2004), em torno de 3% a 5% da população apresenta dificuldades na leitura no que diz respeito ao reconhecimento de palavras.

marcação do tempo, embora o desempenho destes alunos caia quando o tempo é computado. Aqueles com dificuldades mais gerais (DLM) evidenciam problemas não só quando as tarefas são cronometradas, mas também quando não há a marcação de tempo. Os autores sugerem que os alunos com problemas específicos na matemática são capazes de compensar suas dificuldades, nas situações em que o tempo é computado, em função de suas habilidades verbais e conceituais.

Os estudos de Jordan e Hanich (2000), Hanich *et al.* (2001) e Geary *et al.* (1999) compararam o desempenho de diferentes grupos de alunos (com dificuldades exclusivas na matemática e na leitura, com a co-ocorrência de problemas nestas duas áreas e alunos sem dificuldades) em vários sub-domínios da matemática: fatos numéricos, valor posicional, problemas matemáticos, cálculo mental, uso de estratégias de contagem. Os resultados destas pesquisas indicam que os alunos com a co-ocorrência de dificuldades na leitura e na matemática tendem a apresentar um desempenho inferior em mais aspectos da matemática do que os alunos que apresentam dificuldades exclusivas na matemática.

O pior desempenho evidenciado pelos alunos com a coexistência de dificuldades em relação aos alunos com problemas específicos na matemática é justificado pelos pesquisadores da área de diferentes formas. Algumas pesquisas apontam que alunos com DLM apresentam um déficit geral na memória de trabalho, ao passo que os alunos com DM mostram um déficit específico (GEARY *et al.*, 1991, 1999, SIEGEL; RYAN, 1989, PASSOLUNGI; SIEGEL, 2001). Outras pesquisas sugerem que as dificuldades específicas na matemática estão associadas a problemas com o processamento não verbal (cognição espacial, memória de trabalho) e conhecimento procedimental (GEARY, 1993). A co-ocorrência de dificuldades na leitura e na matemática, por sua vez, reflete problemas mais abrangentes na linguagem e na memória de trabalho (Geary *et al.*, 1991,1999). Conforme vimos no item 2.4.4.4, há um grande debate na literatura envolvendo a memória de trabalho que ainda não nos possibilita chegarmos a respostas conclusivas sobre quais os processos cognitivos que diferenciam os alunos com DM daqueles com DLM.

Os estudos citados acima revelam que as características funcionais e cognitivas gerais dos alunos com problemas exclusivamente na matemática e com dificuldades nas duas áreas diferem. De um modo geral, os alunos com a coexistência de dificuldades na leitura e na matemática apresentam dificuldades mais severas e de funcionamento global do que os alunos com dificuldades na matemática apenas. Por isso os

pesquisadores da área chamam a atenção para a importância de fazemos pesquisa considerando a distinção existente entre alunos com dificuldades específicas na matemática e alunos com dificuldades coexistentes na matemática e na leitura (ANDERSON; LYXELL, 2007, GEARY *et al.*, 1991, 1999, FUCHS; FUCHS, 2000, JORDAN; HANICH, 2000, JORDAN; MONTANI, 1997).

2.5.1 Diferentes Perfis Neuropsicológicos

As pesquisas citadas acima evidenciam que os alunos com a coexistência de dificuldades na leitura e na matemática possuem um perfil neuropsicológico diferente daqueles com dificuldades somente na matemática. Rourke e Conway (1997) atribuem as dificuldades de orientação visuo-espacial, de coordenação motora e de discriminação tátil dos alunos com DM, a uma disfunção no hemisfério direito do cérebro. Em contrapartida, os autores acreditam que aqueles com DLM mostram habilidades perceptivas verbais e auditivas deficientes sendo estas atribuídas a uma disfunção no hemisfério esquerdo.

Esta distinção é importante porque sugere que um fator causal comum possa existir e estar contribuindo para as dificuldades das crianças com DLM que não está presente nas crianças que apresentam somente DM. Um candidato para este fator comum seria uma deficiência no processamento fonológico que é de natureza claramente verbal e está baseado no hemisfério esquerdo do cérebro (ROBINSON *et al.*, 2002).

A literatura comprova que muitas crianças que têm problemas na leitura apresentam dificuldades nas habilidades de processamento fonológico (WAGNER *et al.*, 1994; WAGNER *et al.* 1997, TORGESEN *et al.*, 1999, GEARY *et al.*, 2000). Ou seja, elas apresentam dificuldades específicas para processar os aspectos fonológicos da linguagem. Estas habilidades podem desempenhar um papel importante, também, na aquisição de fatos numéricos, considerando que um método quase universal de ensinar fatos numéricos na nossa cultura educacional é fazer com que os alunos repitam oralmente os fatos a serem aprendidos. O aluno ouve e repete afirmações do tipo “nove vezes oito é igual a 72” ou “seis oitos são 48” até que elas se tornam automáticas. Durante este período de aquisição, a informação fonológica sobre o fato numérico está sendo gerada e armazenada, e cada repetição do fato fortalece as associações entre o fato e a sua solução. Em outras palavras, o que está sendo aprendido, quando os fatos

numéricos estão sendo repetidos oralmente, são conexões ou associações entre as representações fonológicas de todas as palavras incluídas nos fatos numéricos. Quando as conexões entre os elementos do fato numérico (as representações fonológicas que são memorizadas como uma seqüência específica) são “bem exercitadas”, elas facilitam a rápida recuperação dos fatos.

Se o aluno tem, disponíveis para si, representações fonológicas de nomes de números que são indistintas, conseqüentemente será mais difícil para ele estabelecer conexões fidedignas entre estas representações quando estiver memorizando uma seqüência específica. Por exemplo, se uma criança apresenta uma representação fonológica imprecisa do número “seis” e “oito” e “48”, então será difícil para ela memorizar a seqüência da representação fonológica do fato numérico “seis oitos são 48”. Assim, é mais difícil para as crianças com dificuldades no processamento fonológico adquirirem a recuperação automática de fatos numéricos porque os elementos dos fatos matemáticos, os dígitos propriamente ditos, não são representados distintamente na memória de longo prazo. Isto não significa que estas crianças tenham um problema geral de memória, ao contrário, as suas dificuldades são restritas somente a tarefas que dependam fortemente do fazer conexões entre as características fonológicas de números ou outro estímulo verbal. Assim como destaca Robinson et al. (2002), este mesmo problema, provavelmente, esteja na base das dificuldades que as crianças com problemas na leitura apresentam para fazer conexões entre as letras e seus sons. Estas conexões devem ser aprendidas em um nível automático e os alunos com problemas na leitura em função de aspectos de processamento fonológicos, muitas vezes, têm problemas para adquirir associações fluentes entre letra e som.

Embora sejam poucas as evidências de que as dificuldades no processamento fonológico relacionem-se a problemas na aquisição de fatos matemáticos, principalmente se considerarmos o papel que as habilidades fonológicas desempenham nas dificuldades de leitura, existe pelo menos uma evidência inicial que vai ao encontro desta hipótese. Tal evidência pode ser encontrada nos estudos de Hecht *et al.* (2001) e de Geary *et al.* (2000) que serão descritos de forma sucinta, logo a seguir.

Hecht *et al.* (2001) desenvolveram um estudo longitudinal com crianças do 2º ao 5º ano do Ensino Fundamental que teve como objetivo verificar as associações existentes entre três habilidades de processamento fonológico (memória fonológica, velocidade de acesso à informação fonológica da memória de longo prazo e consciência fonológica) e o desempenho em matemática – tarefas computacionais (cálculos simples

de adição e subtração; adição, multiplicação e divisão com duas parcelas e adição e subtração de frações).

Os resultados evidenciam que os três tipos de tarefas de processamento fonológico podem prever o subsequente desempenho dos alunos nas tarefas computacionais. A consciência fonológica é a habilidade que, de forma mais significativa, prevê o desempenho dos alunos em tais tarefas.

Enquanto os resultados deste estudo fornecem importante evidência de que as habilidades de processamento fonológico são significativamente associadas com crescimento em habilidades computacionais, Hecht *et al.* (2001) destacam a necessidade de mais pesquisa para explicar estas correlações. Ou seja, os resultados encontrados não indicam de que forma cada tipo de habilidade de processamento fonológico impõe limitação para a aprendizagem, a recuperação e o uso de procedimentos matemáticos durante a resolução de problemas matemáticos.

Ao comparar os resultados obtidos nesta pesquisa com um estudo desenvolvido anteriormente, pelo mesmo grupo, que investigava as relações entre os processamentos fonológicos e o desempenho na leitura (Wagner *et al.*, 1997), os autores observam que as mesmas habilidades de processamento fonológico responsáveis por influenciar o crescimento na leitura, também parecem contribuir para o crescimento em matemática, no que diz respeito às tarefas computacionais.

Quanto ao trabalho realizado por Geary *et al.* (2000), observa-se que crianças com DLM evidenciam uma velocidade de articulação significativamente mais baixa do que crianças com somente DM ou que não apresentam dificuldades de aprendizagem. Neste estudo, baixa velocidade articulatória foi presumidamente considerada uma medida da qualidade da representação fonológica que o aluno apresenta na sua memória de longo prazo. Os autores procuraram mostrar que, se as dificuldades de representar ou acessar informação *dos* ou *para os* sistemas de memória fonética e semântica contribuem para as dificuldades de recuperação de fatos apresentadas pelas crianças com DLM, então estas crianças deveriam mostrar, também, déficits nos instrumentos que medem as habilidades em acessar outros tipos de informação, do tipo palavras, da memória de longo prazo (GEARY, 1993). De fato, Geary *et al.* (2000) argumentam que a coexistência de dificuldades na leitura e na matemática estaria relacionada, em parte, às dificuldades em *acessar* tanto palavras quanto fatos matemáticos da memória de longo prazo, como também, estaria ligada a uma pobre *representação fonética* de palavras e números familiares. De acordo com esta visão, um único déficit de

recuperação poderia explicar as dificuldades de aprendizagem na matemática, na leitura e a co-ocorrência de problemas nestas áreas.

Tal estudo sugere que comparar o desempenho dos alunos em tarefas que envolvem a articulação de palavras familiares (*e.g.*, números) e palavras pouco familiares ou pseudo-palavras é um método a ser usado para avaliar a facilidade com que a informação da memória de longo prazo pode ser acessada. Por definição, as palavras familiares são representadas na memória de longo prazo e o acesso a estas representações parece facilitar a codificação destas palavras na memória de trabalho e acelerar suas articulações (WAGNER; TORGESEN, 1987). Embora os segmentos de muitas pseudo-palavras possam estar representados na memória de longo prazo, a pseudo-palavra, por inteiro, não estará e, assim, deverá haver uma menor vantagem oferecida pela memória de longo prazo para a codificação de pseudo-palavras na memória de trabalho ou para a velocidade de articulação destas palavras. Como resultado, as palavras familiares deveriam ser articuladas de forma mais rápida do que as pseudo-palavras e diferenças na velocidade desta articulação oferecem meios de se avaliar a facilidade com a qual a informação pode ser recuperada da memória de longo prazo. Em particular, isto deveria oferecer uma medida do nível de ativação das representações de palavras familiares quando estas palavras são codificadas na memória de trabalho (GEARY *et al.*, 2000).

Podemos, neste ponto, indagar-nos: “Afinal, qual é a relação existente entre o sistema numérico e os sistemas de linguagem?” “O sistema numérico é dependente do sistema de linguagem?” Apresentamos logo a seguir esta discussão.

Relação entre os sistemas numérico e de linguagem

De fato, a literatura aponta para a não existência de consenso no que diz respeito à relação entre os sistemas numérico e de linguagem. Enquanto alguns pesquisadores acreditam na independência entre os dois domínios, outros percebem uma relação de dependência entre eles.

Gelman e Butterworth (2005) e Butterworth (2005) defendem uma total independência entre os sistemas simbólicos ligados a habilidades de leitura e escrita e os sistemas simbólicos ligados ao domínio numérico (possibilidade de quantificar, classificar, seriar, realizar cálculos matemáticos). Gelman e Butterworth (2005) destacam o fato de que o desenvolvimento cognitivo reflete uma organização neural que

separa as habilidades cognitivas envolvidas com a leitura e a escrita e as habilidades cognitivas ligadas ao número. Os autores apontam que seria surpreendente se não houvesse efeitos da linguagem na cognição numérica, porém, uma coisa é afirmar que a linguagem pode facilitar o uso de conceitos numéricos, e outra é acreditar que a linguagem estaria relacionada de forma causal com o desenvolvimento dos conceitos numéricos.

A pesquisa neuropsicológica tem oferecido evidências para a existência de um módulo de número (BUTTERWORTH, 2005a). Por exemplo, estudos de neuro imagem e investigação de indivíduos que têm dano cerebral sugerem que regiões específicas do cérebro são dedicadas ao processamento de estímulos numéricos, sendo que algumas regiões seriam responsáveis pela manipulação de quantidades numéricas (*bilateral inferior parietal neural*), enquanto outras dão suporte para o armazenamento e recuperação de combinações aritméticas (*left subcortical network*). Estes dados sugerem que o processamento de número refere-se a domínios específicos e a uma localização neurológica precisa, aspectos estes que caracterizam os processos modulares.

Conforme vimos anteriormente, Butterworth (1999) propõe a existência de um módulo de número dedicado ao processamento de quantidade. Este módulo seria responsável por detectar mudanças na quantidade e ordenar quantidades por magnitude. Assim, as dificuldades em matemática, de acordo com este autor, seriam originadas por um funcionamento inadequado do módulo responsável pelo processamento numérico.

Por outro lado, alguns pesquisadores sugerem que exista uma relação de dependência entre os sistemas numérico e os de linguagem uma vez que as competências de leitura e de matemática seriam influenciadas pelo mesmo núcleo de processamento de habilidades fonológicas (ROBINSON *et al.*, 2002). De acordo com a Teoria dos Dois Fatores, que será apresentada no item 2.6, é possível que exista um fator causal comum (*e.g.*, dificuldade no processamento de habilidades fonológicas), de natureza verbal, que esteja contribuindo para as co-morbidades DLM e que não se evidencia nos alunos com dificuldades somente na matemática.

Seguindo a mesma corrente de pensamento, autores como Geary (1993, 2000), Orrantia *et al.* (2002), Hecht *et al.* (2001), já citados neste estudo, acreditam que a fidelidade do processamento fonológico pode influenciar no crescimento das habilidades computacionais, uma vez que o som da fala é usado para a resolução de problemas no domínio matemático. Para solucionar um cálculo matemático, o aluno deve primeiramente converter os termos e o operador do problema em um código

baseado na fala (*speech-based code*). A tradução arábica para a verbal parece ser rotineiramente usada pelas crianças tanto para a resolução de operações aritméticas simples como para as mais complexas, como as divisões longas e as frações (HECHT *et al.*, 2001). A seguir, a criança necessita processar a informação fonológica, de alguma forma, através do uso de uma estratégia particular. Por exemplo, diante de uma operação matemática simples do tipo “ $5 \times 2 =$ ”, a criança pode recuperar uma resposta, baseada em aspectos fonológicos, da memória de longo prazo. De forma alternativa, o aluno poderá utilizar uma estratégia de contagem. Assim, vemos que os sistemas fonológicos estão envolvidos quando códigos de nomes de números são usados para contar (GEARY, 1993). Ou seja, podemos perceber uma relação de dependência entre as habilidades matemáticas e o componente fonológico da linguagem.

Apesar de nos identificarmos com esta última hipótese, de interdependência entre os dois domínios, não podemos negar a influência que os trabalhos desenvolvidos por Gelman e Gallistel (1978) e Gelman e Butterworth (2005) têm exercido sobre a área da matemática, principalmente no que diz respeito aos princípios de contagem.

2.5.2 O Caso das Dificuldades em Leitura sem a Presença das Dificuldades em Matemática

Se a maioria das dificuldades em leitura são causadas por deficiências nos processamentos fonológicos, e estes também oferecem problemas para a aprendizagem da matemática, como podemos explicar os casos de dificuldades em leitura sem a presença das dificuldades em matemática? Existem duas possibilidades. Primeiro, nem todos os problemas em leitura são causados por dificuldades nos processamentos fonológicos. As crianças podem ter habilidades de processamento fonológico adequadas, mas falharem na leitura fluente de palavras em função de dificuldades específicas na formação de representações ortográficas (BAKER; TORGESEN; WAGNER, 1992). Além disso, muitos outros alunos apresentam habilidades fonológicas adequadas, e, no entanto, mostram dificuldades para compreenderem o que lêem devido a problemas de vocabulário, conhecimento de palavras ou falhas ao utilizarem estratégias de compreensão de texto adequadas (BAKER; BROWN, 1984). Não seria de se esperar, necessariamente, que crianças com estes tipos de dificuldades também apresentassem problemas para adquirir as habilidades de recuperar fatos matemáticos.

A segunda razão, que pode levar o aluno a enfrentar dificuldades na leitura sem apresentar dificuldades para recuperar fatos matemáticos de forma automática, é que os processamentos fonológicos exigidos para aprender fatos matemáticos são provavelmente menos complexos do que aqueles necessários para aprender a decodificar a língua escrita. Ao aprender a ler, o aluno deve adquirir uma consciência “explícita” da estrutura fonêmica subjacente às palavras (ROBINSON *et al.*, 2002). No caso do inglês, as crianças precisam fazer associações fidedignas entre, aproximadamente, 44 fonemas²¹ e um número muito maior de letras e combinação de letras, e devem, de alguma forma, buscar sentido nas correspondências - regulares e não tão regulares - existentes entre as letras e seus sons na formação das palavras. Em contraste, quando as crianças utilizam representações fonológicas para a aprendizagem da matemática, elas têm que lidar com combinações de somente 10 dígitos diferentes que são mais distintos fonemicamente uns dos outros do que muitos dos fonemas representados pelas letras impressas. Assim, um aluno cuja habilidade fonológica encontra-se prejudicada pode evidenciar dificuldades para aprender a ler, mas pode não apresentar dificuldades para a aprendizagem de fatos matemáticos. No entanto, crianças com problemas fonológicos mais severos teriam uma tendência maior de desenvolverem dificuldades - em ambas as áreas de leitura e matemática - baseadas em aspectos de processamento fonológico (ROBINSON *et al.*, 2002).

2.5.3 O Caso das Dificuldades em Matemática sem a Presença das Dificuldades em Leitura

Nem todas as crianças com dificuldades na matemática apresentam problemas concomitantes na leitura. Mesmo considerando que deficiências nos processamentos fonológicos contribuam para as dificuldades na leitura e na matemática, é improvável que elas causem todos os tipos de dificuldades na matemática. Se assim fosse, poderíamos esperar por taxas maiores de incidências de co-morbidades (ROBINSON *et al.*, 2002). É pouco provável que as crianças com dificuldades na matemática e que estejam aprendendo a ler normalmente, apresentem deficiências fonológicas como um

²¹ No caso do português brasileiro há 27 fonemas, três alofones (o número de alofones pode variar de região para região) e 23 grafemas unitários, mais os dígrafos (ch, nh, lh, qu, entre outros). Alofones são variantes do mesmo som, por exemplo o /r/ na palavra *prato* é menos vibrante do que na palavra *mar*.

primeiro fator causal. Para estes alunos, outros fatores devem ser considerados. Tal aspecto, encaminha-nos para o conceito de *sensu numérico*, que será explorado abaixo, e é considerado um forte contribuinte para os problemas na recuperação de fatos numéricos encontrados nas crianças com DM e que não apresentam dificuldades na leitura (ROBINSON *et al.*, 2002).

2.5.4 Senso Numérico

Como veremos, o conceito de senso numérico e os esforços para defini-lo estão apenas em seus estágios de formação (GERSTEN; CHARD, 1999), apesar deste conceito ter sido apresentado pela primeira vez em 1954 por Dantzig (*apud* BERCH, 2005).

Em realidade, não encontramos na literatura consenso com relação ao conceito de senso numérico. Gersten, Jordan e Flojo (2005, p. 296) exaltam este ponto afirmando que “[. . .] infelizmente não existem dois pesquisadores que tenham definido senso numérico precisamente da mesma forma”.

De um modo geral, o conceito de senso numérico refere-se à facilidade e flexibilidade das crianças com números e a sua compreensão do significado dos números e idéias relacionadas a eles.

Analisando vários estudos que englobavam o conceito de senso numérico, nas áreas de desenvolvimento cognitivo e educação matemática, Berch (2005) compilou uma lista de características presumíveis de comporem este conceito, apresentadas no quadro abaixo.

QUADRO 2 - Características que compõem o conceito de senso numérico.

1. Faculdade que permite o reconhecimento de que alguma coisa mudou em uma coleção pequena quando, sem conhecimento direto, um objeto foi removido ou adicionado à coleção (DANTZIG, 1954, *apud* BERCH, 2005).
2. Habilidades ou intuições elementares sobre números e aritmética.
3. Habilidade de estimar.
4. Habilidade para fazer comparações numéricas de magnitudes.
5. Habilidade para decompor números naturalmente.
6. Habilidade para desenvolver estratégias úteis para resolver problemas complexos.

7. Habilidade para usar as relações entre operações aritméticas para compreender o sistema numérico de base 10.
8. Habilidade para usar números e métodos quantitativos para comunicar, processar e interpretar informação.
9. Consciência de vários níveis de precisão e sensibilidade para o fato dos cálculos serem razoáveis - cálculos possíveis ou não (*reasonableness*).
10. Desejo de busca de sentido das situações numéricas através das ligações entre as informações novas e o conhecimento previamente adquirido.
11. Conhecimento dos efeitos das operações nos números.
12. Fluência e flexibilidade com os números.
13. Compreensão do significado dos números.
14. Compreensão das múltiplas relações entre os números.
15. Reconhecimento de padrões numéricos.
16. Reconhecimento de erros numéricos gritantes.
17. Compreensão e uso de formas e representações de números equivalentes assim como expressões equivalentes.
18. Compreensão de números como referências para medir coisas no mundo real.
19. Possibilidade de mover-se entre o mundo real das quantidades e o mundo matemático dos números e expressões numéricas.
20. Possibilidade de inventar procedimentos para conduzir operações numéricas.
21. Possibilidade de representar o mesmo número de várias formas dependendo do contexto e propósito da representação.
22. Possibilidade de pensar ou falar de uma forma sensata sobre as propriedades gerais de um problema numérico ou expressão – sem fazer nenhuma computação precisa.
23. Expectativa de que os números são úteis e de que a matemática tem uma certa regularidade.
24. Percepção seqüencial sobre os números.
25. Rede conceitual bem organizada que permite que uma pessoa relacione número e operação.
26. Estrutura conceitual que se baseia em muitas ligações entre relações matemáticas, princípios matemáticos e procedimentos matemáticos.
27. Linha numérica mental na qual representações analógicas de quantidades

numéricas possam ser manipuladas.

28. Capacidade não verbal, inata para processar numerosidades aproximadas.
29. Habilidade ou tipo de conhecimento sobre números, ao invés de um processo intrínseco.
30. Processo que se desenvolve e amadurece com experiência e conhecimento.

Fonte: Berch, 2005.

Observando o quadro, vemos que senso numérico significa consciência, intuição, reconhecimento, conhecimento, habilidade, desejo, sentimento, expectativa, processo, estrutura conceitual ou linha numérica mental. Possuir senso numérico permite que o indivíduo possa alcançar: desde a compreensão do significado dos números até o desenvolvimento de estratégias para a resolução de problemas complexos de matemática; desde as comparações simples de magnitudes, até a invenção de procedimentos para a realização de operações numéricas; desde o reconhecimento de erros numéricos grosseiros, até o uso de métodos quantitativos para comunicar, processar e interpretar informação.

O conceito de senso numérico está ganhando uma atenção cada vez maior. Os Princípios e Normas para o Ensino da Matemática (*Principles and Standards for Teaching Mathematics*, 2000) do Conselho Nacional de Professores de Matemática (*National Council of Teachers of Mathematics – NCTM*)²² dos Estados Unidos dão ênfase para o significado dos números, operações e suas aplicações para todos os níveis escolares, ao invés de focar nos procedimentos de cálculos apenas.

Um senso numérico bem desenvolvido é refletido na habilidade da criança de estimar quantidade, reconhecer erros em julgamentos de magnitude ou de medida, fazer comparações quantitativas do tipo: maior do que, menor do que, equivalente a (GERSTEN; CHARD, 1999). Crianças com senso numérico têm um senso do que os números significam. Por exemplo, o problema $5/12 + 3/7$ pode ser resolvido da forma convencional, encontrando um denominador comum, ou reconhecendo que cada fração é um pouco menor do que $1/2$, de forma que o resultado do problema deve ser um pouco menor do que um. A forma convencional se dá através da aplicação de um procedimento memorizado, mas a outra forma exige conhecimento do que os números

²² O Conselho Nacional de Professores de Matemática dos Estados Unidos é uma organização que realizou a publicação, em 3 volumes, dos chamados *Standards* (padrões) para a educação matemática.

verdadeiramente representam, ou seja, requer um senso numérico (ROBINSON *et al.*, 2002). O senso numérico tem como foco os números, ao invés dos dígitos, e o propósito das operações matemáticas, ou seja, a adição aumenta o tamanho de um conjunto, a divisão gera conjuntos menores e equivalentes (GINSBURG, 1997).

Nosso senso numérico dá vida aos números que usamos e às relações entre eles. Um senso pouco desenvolvido sobre o que os números representam torna uma tarefa do tipo aprender multiplicação um puro exercício de memorização. Apoiar-se na memória para lembrar que os múltiplos de cinco terminarão em 0 ou 5 pode ser útil. Melhor será, no entanto, se o aluno compreender que 6×8 deve resultar em uma quantidade maior do que 6×6 , ou que o produto de 7 e 9 deve ser um pouco menor do que 70 (que é 7×10), ou seja, que deve ser sessenta e alguma coisa.

A idéia de propriedade comutativa também pode ser melhor compreendida quando alguém se apoia no senso numérico. Um aluno pode ser ensinado que $3 \times 4 = 4 \times 3$ porque a lei comutativa da multiplicação diz que $(a \times b = b \times a)$. No entanto, ele pode ter a compreensão de que aquelas afirmações tratam de um reagrupamento da mesma quantidade. Se um conjunto de 12 itens é agrupado em 3 subconjuntos de 4 itens ou em 4 subconjuntos de 3 itens é irrelevante - os 12 itens originais permanecem.

Neste sentido, o conceito de senso numérico assemelha-se ao conceito de numeralização apresentado por Nunes e Bryant (1997) em que ser numeralizado significa uma familiaridade com números e uma capacidade de usar habilidades matemáticas que permitam enfrentar as necessidades diárias. Significa também uma habilidade de apreciar e compreender informações que são apresentadas em termos matemáticos, como gráficos, tabelas e mapas, por exemplo. Juntos, estes aspectos indicam que a pessoa numeralizada deveria ser capaz de entender as formas por meio das quais a matemática pode ser usada como um meio de comunicação.

2.5.4.1 Qual a origem do senso numérico?

Com relação à origem do senso numérico, encontramos duas correntes distintas. Uma corrente construtivista que acredita ser o senso numérico um constructo que a criança adquire ou atinge, ao invés de, simplesmente, possuir (GINSBURG, 1997) e que seu desenvolvimento é influenciado pela dinâmica do ambiente (GINSBURG, 1997, GERSTEN; CHARD, 1999). Este desenvolvimento ocorre através de interações sociais com adultos e a partir de jogos e brincadeiras com outras crianças. Deste modo, as

interações informais são um canal para o desenvolvimento do senso numérico da mesma forma que as interações espontâneas da criança com a linguagem podem auxiliá-la, desde cedo, a desenvolver habilidades verbais do tipo vocabulário e consciência fonológica.

A outra corrente defende a idéia de que existe algum tipo de predisposição inata que nos possibilita sermos numericamente competentes. Para esta corrente, as habilidades numéricas iniciais são o resultado de uma capacidade inata de "abstração numérica das crianças", isto é, a capacidade que as crianças têm para formar representações sobre a numerosidade de conjuntos (GELMAN; GALISTEL, 1978).

Rodriguez, Lago e Jiménez (2003) fazem uma revisão da literatura sobre a natureza do conhecimento numérico e aritmético dos bebês apontando o debate existente em torno das origens das habilidades numéricas. As autoras apresentam estudos que se filiam as duas correntes distintas citadas acima. Após apresentarem os experimentos e argumentos desenvolvidos pelos representantes das duas correntes, as autoras concluem afirmando que “[. . .] los datos empíricos encontrados com bebés y con niños pequeños parecen llegar a conclusiones contradictorias.” (RODRIGUEZ; LAGO; JIMÉNEZ, 2003, p. 169).

As pesquisas que investigam as habilidades numéricas nos bebês utilizam como instrumento de medida a preferência que eles demonstram por fixar o olhar - olhar mais tempo – para as situações não-familiares,. Este é o paradigma da habituação – desabituação que consiste em apresentar aos bebês a mesma estimulação repetidas vezes até que se habituem mostrando menos interesse.

A corrente inatista mantém a idéia de que os bebês, quando nascem, dispõem de competências necessárias para resolver com êxito distintas tarefas numéricas do tipo: habilidades para representar e usar conceitos cardinais (propriedade que regula se dois conjuntos são ou não do mesmo tamanho), representar e usar conceitos ordinais (qual a relação existente entre dois conjuntos maior do que/menor do que) e realizar cálculos numéricos de adição e subtração.

Com relação às habilidade cardinais, Rodriguez, Lago e Jiménez (2003) citam como exemplo o experimento clássico de Starkey e Cooper (1980) mostrando que bebês de 6 meses de idade podem distinguir entre conjuntos de um, dois ou três elementos, bem como entre conjuntos de três e quatro elementos. Para poder chegar a estas conclusões, apresentaram-lhes uma imagem com três objetos. Uma vez que o bebê havia fixado seu olhar na imagem, ofereceram-lhe sucessivas imagens de três

elementos, observando que o interesse do bebê começava a decrescer. Em seguida, o investigador apresentava imagens com diferentes quantidades de objetos - dois ou quatro. Nessa circunstância a criança começava a prestar a atenção novamente, o que permitiu deduzir que se havia dado conta da diferença. Da mesma maneira, se acompanhados das imagens com três elementos fazia-lhe escutar sons, interessava-se menos por uma seqüência de três do que por uma de dois ou de quatro sons. Não existe acordo, no entanto, quando se trata de estabelecer os limites das representações cardinais dos bebês. Enquanto alguns autores defendem que os bebês só são sensíveis a números pequenos (SIMON; HESPOS; ROCHAT, 1995), outros sugerem que esta competência se estende também aos números grandes (XU; SPELKE, 2000).

As críticas que são apontadas para tais estudos giram em torno da falta de precisão para identificar se a reação dos bebês de fixar o olhar para aquilo que lhes causa estranheza é uma resposta que sugere identificação de quantidade ou uma resposta que revela estranheza a diferentes variáveis como densidade, brilho, perímetro dos objetos envolvidos no teste (FEIGENSON *et al.*, 2002).

Com relação às habilidades ordinais, autores como Wynn (1992) têm defendido de forma veemente que bebês de 5 meses têm as habilidades numéricas necessárias para discriminar duas quantidades numéricas distintas e estabelecer relações de ordem. Ou seja, têm habilidades suficientes para reconhecer que “2 é diferente de 3” e que “3 é numericamente maior que 2”. Novamente as críticas apontam para a falta de precisão em identificar se a estranheza que o bebê revela, diante das tarefas que lhe são propostas, se dá simplesmente pela percepção de igualdade/desigualdade entre conjuntos sem requerer nem um tipo de conduta numérica ordinal (SIMON, 1997).

Críticas à posição inatista defendida por Wynn (1992) têm dado lugar a outras pesquisas sobre o conceito de ordem. Rodriguez, Lago e Jiménez destacam que muitos pesquisadores consideram que os bebês têm conhecimentos numéricos desde “[. . .] muy corta edad [. . .]” (RODRIGUEZ; LAGO; JIMÉNEZ, 2003, p.154), mas entendem que estas habilidades tenham sido adquiridas no transcurso do desenvolvimento. Desta forma, os bebês possuem um potente sistema de detecção de números que lhes permite adquirir competências numéricas de maneira gradual. Por este motivo, em um começo, aprendem a discriminar distintas quantidades numéricas (cardinalidade) e, posteriormente, como resultado das interações com o meio, formam os conceitos de ordem (BRANNON, 2002).

Quanto às habilidades aritméticas dos bebês, Wynn (1992) defende que eles possuem certas habilidades para executar cálculos aritméticos simples de adição e subtração. O autor avaliou o comportamento dos bebês em diferentes situações.

Estudos com animais também demonstram que algumas espécies podem computar os resultados de certas operações. Foram replicadas as situações propostas por Wynn (1992) com *monos rhesus*. Por exemplo, nas situações (1+1), representadas por uma berinjela mais uma berinjela, os macacos olhavam por mais tempo o resultado impossível (uma berinjela). O autor refere que estes dados sugerem a existência de uma capacidade não aprendida de representação numérica, que é comum a outras espécies, e que pode ter se desenvolvido como resultado de um processo de seleção natural por seus benefícios adaptativos (RODRIGUEZ; LAGO; JIMÉNEZ, 2003).

Vemos assim que a evidência empírica de que dispomos para determinar as origens das competências numéricas e aritméticas dos bebês é ainda insuficiente e muito controversa. Concordamos com Dorneles (2003, p.187) quando menciona que “[...] partimos, então, da possibilidade de uma certa predisposição genética, não bem determinada, mas existente, que permite o desenvolvimento do senso numérico, que poderá ir amadurecendo a partir das interações dadas pela cultura”.

2.5.4.2 O senso numérico pode ser ensinado?

Se o senso numérico é visto como uma habilidade ou um tipo de conhecimento, ao invés de um “processo intrínseco”, então ele seria ensinável (GERSTEN; JORDAN; FLOJO, 2005).

Contrários a uma posição estritamente nativista, mesmo os teóricos que assumem que o senso numérico tem uma longa história de evolução e um substrato cerebral especializado, não acreditam que o senso numérico seja uma entidade fixa ou imutável (BERCH, 2005). Ao invés disso, como sugere Dehaene (1997), o surgimento de componentes rudimentares de senso numérico em crianças pequenas ocorre espontaneamente sem muita instrução explícita. Além disso, os sistemas neurocognitivos que estão na base das habilidades numéricas elementares incluem o que tem sido referido como *skeletal principles* (GELMAN, 1990), porque estes fornecem somente a estrutura de fundação para a aquisição daquelas habilidades. Considerando estes aspectos, acredita-se que o envolvimento em jogos e atividades numéricas podem fazer com que aqueles princípios “venham à tona” (GEARY, 2005).

Gersten e Chard (1999) destacam que maioria das crianças adquire o senso numérico informalmente através das interações com os pais e parentes antes mesmo de entrarem na escola de educação infantil. Outras, que não adquiriram o senso numérico, necessitam de instrução formal. Por exemplo, uma criança pode entrar na escola sabendo que 8 é 3 maior do que 5, enquanto um de seus colegas, com um senso numérico menos desenvolvido, pode saber somente que 8 é maior do 5. Outra criança que tenha um senso numérico bem desenvolvido pode ter uma estratégia para descobrir quanto maior o 8 é do 5 usando os dedos ou blocos para contar. Para tais autores, o senso numérico não somente leva ao uso automático de informação matemática, mas também é um ingrediente chave para a habilidade de resolver cálculos aritméticos.

Os trabalhos desenvolvidos por Griffin, Case e Siegler (1994) sugerem que o senso numérico é frequentemente adquirido informalmente antes da entrada na escola formal e é uma condição necessária para a aprendizagem formal da aritmética nos primeiros anos das séries iniciais.

É de se questionar, então, quais são as implicações pedagógicas de encararmos o senso numérico como um construto muito mais complexo e multifacetado do que simplesmente possuímos intuições elementares sobre quantidades? Acreditamos que uma importante implicação resulta no desenvolvimento de pesquisas voltadas para a elaboração de programas de prevenção e de intervenção das DM. Estes programas baseiam-se no ensino explícito dos aspectos de senso numérico considerados essenciais para o bom desempenho e proficiência do aluno em matemática.

A literatura mostra que tais programas de intervenção, muitas vezes, adotam caminhos distintos. Alguns enfatizam o armazenamento de combinações aritméticas na memória de tal maneira que a criança possa recuperar o fato matemático de forma rápida, sem esforço e sem erro como uma tentativa de ajudá-la a utilizar estratégias de recuperar, ao invés de contar de forma ineficiente nos dedos (HASSELBRING *et al.*, 1988). Outros acreditam que as crianças podem obter respostas para os cálculos rapidamente com um mínimo esforço cognitivo através do ensino de “atalhos” ou seja, da aplicação de princípios de cálculos do tipo utilizar uma combinação de número conhecida para derivar uma resposta ($2+2=4$, então $2+3=5$) ou de buscar relações entre operações ($6+4=10$, então $10-4=6$) (ROBINSON *et al.*, 2002, JORDAN *et al.*, 2003b).

Robinson *et al.* (2002) propõem que as intervenções para alunos com dificuldades em lidar com as combinações aritméticas devem incluir dois aspectos: a) intervenções que ajudam a construir a recuperação da informação matemática de forma

mais rápida; e b) concentrar o ensino em todos os aspectos do senso numérico ou conceitos aritméticos que estão subdesenvolvidos no aluno (por exemplo, princípios da comutatividade, estratégias de contar a partir da parcela maior). De acordo com esta perspectiva, a intervenção auxiliaria o aluno a desenvolver estratégias de contagem cada vez mais maduras e aprender a utilizá-las de forma mais eficiente, aspectos estes que estão relacionados com a recuperação fluente de combinações aritméticas.

Siegler (1988), por sua vez, destaca que os programas de intervenção devem levar em consideração o fato de que o conhecimento conceitual e procedimental da matemática devem estar integrados apontando como ideal à criação de situações de aprendizagem em que os alunos possam orquestrar todos estes conceitos enquanto fazem matemática.

Dowker (2005) menciona dois programas de intervenção individualizados, desenvolvidos recentemente, que enfocam o senso numérico (*numeracy*) em crianças de primeira série: o programa chamado *Mathematics Recovery* desenvolvido na Austrália, e o programa Numeracy Recovery de Oxford. Embora ainda estejam sob avaliação, ambos têm se mostrado promissores já que os alunos que participaram destes evidenciaram resultados significativos no desenvolvimento do conhecimento matemático. Respostas positivas à intervenção indicam que, diante de propostas adequadas às suas necessidades, os alunos com dificuldades demonstram progressos.

A importância da intervenção ocorrer o mais cedo possível é destacada por Dowker (2004). A autora lembra que uma intervenção adequada poderá ter sucesso a qualquer momento, mas que é importante que ela ocorra nos estágios iniciais das dificuldades, pois problemas na matemática podem afetar o desempenho em outros aspectos do currículo, como também prevenir o desenvolvimento de atitudes negativas e ansiedade em relação a esta área.

Dowker (2005) apresenta alguns projetos de intervenção na matemática destinados à educação infantil. Estes programas²³ incluem a introdução de atividades e jogos matemáticos no currículo da educação infantil e, em alguns casos, também auxiliam os pais a usarem os materiais educacionais em casa com seus filhos. Muitos

²³ Dowker (2005) refere tais programas: Nos estados Unidos – Big Math for Little Kids (GINSBURG *et al.*, 1999), Head Start (ARNOLD; FISHER; DOCTOROFF; DOBBS, 2002), Berkeley Maths Readiness Project (STARKEY; KLEIN, 2000), Right Start (GRIFFIN; CASE; SIEGLER, 1994). Na Holanda – Additional Early Mathematics Program (VAN DE RIJT; VAN LUIT, 1998). Na Inglaterra – Family Numeracy (ROBERTS, 2001).

destes programas não têm como alvo apenas as crianças com MD e sim apresentam um enfoque mais preventivo.

Barbosa (2007) também destaca a implicação das pesquisas sobre senso numérico para a educação infantil. A autora aponta a importância de se planejar e mediar situações de aprendizagem que possibilitem a criação de conexões e relações flexíveis entre idéias e habilidades de caráter numérico-cognitivas. A qualidade do senso numérico²⁴, construído gradualmente pela criança, dependerá das experiências materiais, sociais e psicológicas que ela vivencia e estas experiências, por sua vez, influenciam o desenvolvimento do senso numérico.

Encontramos também pesquisadores que, apesar de exaltarem a existência de programas que se propõem a ensinar o senso numérico, chamam-nos a atenção para o fato de que não sabemos, ainda, qual é a melhor forma para se ensinar senso numérico (GERSTEN; CHARD, 1999). Tais questionamentos nos fazem tomar consciência da necessidade de mais pesquisa nesta área.

2.5.4.3 Quais são os componentes do senso numérico?

A busca de resposta para esta questão é fundamental para que possamos avançar na criação de avaliações consistentes que venham a evidenciar alunos em risco de desenvolverem dificuldades em matemática, assim como no planejamento de intervenções que tenham como foco aqueles componentes que por ventura estejam deficitários.

Gersten, Jordan e Flojo (2005) destacam um grupo de pesquisadores²⁵ que buscou identificar os componentes centrais do senso numérico. Desenvolvendo estudos com crianças da educação infantil (5 e 6 anos), este grupo de pesquisadores observou dois fatores distintos nas habilidades matemáticas das crianças. O primeiro diz respeito à *contagem* (um indicador chave da estrutura digital, seqüencial e verbal) e o outro está relacionado à *discriminação de quantidade* (qual número é o maior 5 ou 3?). Estes dois aspectos, no entanto, não parecem estar ligados, pois algumas crianças que conseguiam contar até 5, sem cometer erros, não tinham idéia de qual número era maior 4 ou 2.

²⁴ A autora traduz o termo *number sense* por *sentido de número*.

²⁵ Gersten, Jordan e Flojo (2005) fazem referência aos trabalhos de Griffin Case e Siegler (1994), Okamoto (2000), Case Haris e Graham (1992).

Gersten, Jordan e Flojo (2005) destacam que criar tais ligações, em idades menos avançadas, pode ser essencial para o desenvolvimento de proficiência em matemática.

Para Case *et al.* (1992), o senso numérico é uma estrutura conceitual que depende de muitas ligações entre relações matemáticas, princípios matemáticos (por exemplo, a propriedade comutativa) e procedimentos matemáticos. Essas ligações servem como ferramentas essenciais para ajudar os alunos a pensar sobre problemas matemáticos e desenvolver relações lógicas mais complexas quando estiverem realizando tais problemas.

À medida que as crianças vão se tornando fluentes com as habilidades de contagem e desenvolvem estratégias mais sofisticadas para a contagem, aparecem outros componentes do senso numérico como *estimativa* e a *habilidade de mover-se através de sistemas representacionais* (GERSTEN; JORDAN; FLOJO, 2005).

2.5.4.4 Medindo o senso numérico

Interessados em pesquisar a possível validade dos instrumentos que medem o senso numérico, Baker *et al.* (2002) analisaram um conjunto de medidas - avaliando o senso numérico e outros aspectos do conhecimento de número - capazes de predizer o desempenho subsequente do aluno na matemática. Uma bateria de tarefas foi administrada em mais de 200 crianças da educação infantil em duas áreas urbanas. O desempenho nestas tarefas foi correlacionado com o desempenho dos alunos em testes padronizados de desempenho na matemática – os dois subtestes de matemática, um do *Stanford Achievement Test – Ninth Edition* (SAT-9), e o outro do *Procedures and Problem Solving* (Harcourt Educational Measurement, 2001).

O primeiro instrumento avaliado foi o Teste de Conhecimento Numérico (*Number Knowledge Test*) desenvolvido por Okamoto e Case (1996). Este é um teste aplicado individualmente que permite ao examinador não só avaliar o conhecimento de conceitos e operações aritméticas básicos da criança, como também avaliar sua compreensão em relação àqueles conceitos e operações. Uma série de questões estruturadas são oferecidas às crianças para avaliar sua compreensão de magnitude, o conceito de “maior do que” e as estratégias que elas usam durante a contagem. O Quadro 3 mostra exemplos de itens de diferentes níveis do Teste de Conhecimento Numérico. O Anexo D apresenta o teste em sua íntegra.

QUADRO 3 – Amostra de itens do Teste de Conhecimento Numérico.

Item	Nível
Eu vou te mostrar algumas fichas . Poderias contá-las para mim?	0
Aqui temos alguns círculos e triângulos. Conte somente os triângulos e me diga quantos eles são?	0
Quanto é 8 menos 6?	1
Se tu tivesses 4 chocolates e alguém te desse mais 3, quantos chocolates tu terias ao todo?	1
Qual é o maior: 69 ou 71?	2
Qual é o menor: 27 ou 32?	2
Qual é o número que vem 9 números depois do 999?	3
Qual a diferença que é menor: a diferença entre 48 e 36 ou a diferença entre 84 e 73?	3

Fonte: Okamoto e Case, 1996.

O outro instrumento analisado foi um conjunto de tarefas para avaliar habilidades específicas e proficiência desenvolvidas por Geary *et al.* (2000). Este incluía medidas de discriminação de quantidade (comparação de magnitude), conhecimento de contagem, identificação de número e memória de trabalho. Uma breve descrição destas tarefas são apresentadas na Quadro 4.

QUADRO 4 – Descrição de tarefas para avaliar a matemática inicial.

Subteste	Descrição
Geary <i>et al.</i> (2000)	
<i>Digit Span</i> -	O aluno repete uma série de números (como lhe é dada ou de trás para frente).
Comparação de magnitude -	O aluno escolhe o maior número, de uma série de quatro números, apresentados visualmente ou verbalmente
Ditado de números -	Os alunos escrevem os números que estão sendo ditados oralmente.

Fonte: Gersten; Jordan; Flojo, 2005.

Baker *et al.* (2002) observaram que as tarefas que compunham o Teste de Conhecimento Numérico foram as que melhor puderam prever o desempenho dos alunos nos testes padronizados de desempenho na matemática que foram reaplicados nas crianças da educação infantil no ano seguinte. No entanto, conforme destacam os autores, três tarefas simples parecem ser bastante promissoras: (a) discriminação de quantidade ou comparação de magnitude; (b) identificação de um número faltando em uma seqüência; (c) algumas medidas de identificação de número.

A validade para prever o desempenho do aluno na matemática foi também encontrada em tarefas como: *rápida identificação de número* e *memória de trabalho para informação matemática*. Outros pesquisadores evidenciaram que a memória de trabalho (para informação abstrata como uma seqüência de números) parece estar relacionada a muitas operações aritméticas e que problemas na memória de trabalho têm sido identificados com dificuldade na matemática (SIEGEL; RYAN, 1989, McLEAN; HICHT, 1999, ORRANTIA, 2002).

Ao finalizar seu estudo em busca de instrumentos que sejam válidos indicadores de dificuldades potenciais em matemática, na educação infantil, Baker *et al.* (2002) exaltam a necessidade de compreendermos a fundo as habilidades e estratégias que predizem problemas subseqüentes para que o aluno possa se tornar proficiente em matemática. Uma das formas de alcançarmos esta compreensão seria desenvolvermos uma maior ligação entre os instrumentos específicos que se propõem a fazer a identificação inicial das DM com as teorias que têm sido desenvolvidas sobre DM. Os autores citam, como exemplo, o fato de que, nas séries iniciais, a transição das representações concretas para as representações mentais parece crítica para o desenvolvimento da fluência nos cálculos (JORDAN; HANICH; KAPLAN, 2003a). Assim, os testes deveriam examinar as estratégias de cálculo utilizadas pelos alunos, em diferentes tipos de problemas, para evidenciar se eles estão fazendo esta transição.

Para alcançar este objetivo parece claro que se torna necessário avançarmos no desenvolvimento da definição de senso numérico, refinando e operacionalizando este conceito, pois somente assim a área das DA poderá aprimorar a natureza dos instrumentos desenvolvidos para a identificação inicial de dificuldades e delinear programas de intervenção efetivos.

Vemos, portanto, que o conceito de senso numérico é bastante controverso com relação a definição, a avaliação e a intervenção. Bem como lembra Berch (2005),

embora vários autores concordem que senso numérico é crítico para o desenvolvimento da competência em matemática, poucos concordam sobre qualquer coisa a mais em relação a este conceito. Não resta dúvida, no entanto, que se trata de um conceito promissor podendo trazer muitas contribuições para a área das dificuldades de aprendizagem em matemática.

Com base nas definições citadas anteriormente, a compreensão de senso numérico que caracteriza esta pesquisa é a de que este é um constructo geral, que engloba um conjunto de conceitos bastante amplo, o qual o aluno desenvolve gradativamente, a partir de suas interações com o meio social. O senso numérico é uma forma de interagir com os números, em relação aos seus vários usos e interpretações, possibilitando ao indivíduo lidar com as situações diárias que incluem quantificações – desenvolvimento de estratégias eficientes (incluindo cálculo mental e estimativa) para lidar com problemas numéricos.

Uma das grandes contribuições do avanço das pesquisas sobre senso numérico poderá ser a possibilidade de virmos a detectar, ainda na educação infantil, crianças em risco de desenvolverem problemas na área da matemática. Poderemos avançar, também, na criação de planos de intervenções que venham de encontro às reais necessidades destas crianças. Por assim ser, estudos cuidadosos envolvendo este tema merecem nossa atenção especial.

2.6 A TEORIA DOS DOIS FATORES: DIFICULDADES NA APRENDIZAGEM DE FATOS MATEMÁTICOS

Conforme exposto no item 2.3.5, não existem teorias no domínio da matemática que sejam tão coerentes ou compreensíveis como as teorias de dificuldades em leitura baseada nos aspectos fonológicos. Para suprir tal lacuna, Robinson *et al.* (2002) propõem a teoria dos dois fatores que iremos apresentar logo abaixo.

Tais autores chamam atenção para o fato de que muitas crianças demonstram, como primeira manifestação de problemas na área da matemática, dificuldades com o aprendizado fluente de fatos numéricos básicos. Tais situações se manifestam através de dificuldades na recuperação de fatos matemáticos da memória de longo prazo. Assim, a dificuldade para evocar fatos é um ponto importante para o desenvolvimento da teoria por muitas razões. Primeiro, a aprendizagem de fatos numéricos é um conjunto de conhecimentos básicos para muitas áreas de ensino da matemática. A ênfase dada na

aplicação dos fatos numéricos para as situações do mundo real é destacada pelos Princípios e Normas para o Ensino da matemática (*Principles and Standards for Teaching Mathematics*, NCTM, 2000), tornando este ponto ainda mais saliente. A dificuldade inicial em adquirir domínio dos fatos numéricos pode criar uma "cascata" de problemas no aprendizado da matemática, uma vez que a recuperação fluente de fatos básicos da adição, multiplicação, divisão e subtração, torna mais fácil a resolução de problemas mais complexos nos quais aquelas operações matemáticas básicas estão inseridas. Segundo, a instrução de fatos numéricos aparece bastante cedo na carreira educacional do aluno e, então, dificuldades nesta área podem servir como um primeiro alerta de possíveis problemas emergentes. Terceiro, este é um problema que muito comumente ocorre em alunos que são identificados mais tarde, através de diagnóstico formal, como tendo dificuldades em matemática (ROBINSON *et al.*, 2002).

A teoria que Robinson *et al.* (2002) propõem inclui dois fatores para explicar as dificuldades na aprendizagem de fatos matemáticos. Tais dificuldades, segundo os autores, poderiam resultar ou de deficiências no processamento fonológico e/ou de um senso numérico pouco desenvolvido. No primeiro caso, a característica auditiva, fonológica associada com os números individuais, ou com os fatos numéricos como um todo, são fracamente conectados e codificados, de forma que um aluno procurando recuperar um fato da memória apresenta uma representação de memória menos distinta para basear-se. Para tal aluno, a recuperação de fatos será mais difícil do que para outro que não apresente dificuldades no processamento fonológico.

No caso do senso numérico, a dificuldade em codificar os fatos, para serem recuperados mais tarde, é baseada em aspectos de sentido, ao invés de fonológicos. Os números sozinhos, ou em relação com outros, são menos significativos para um aluno que está tentando memorizar os fatos. Por serem menos significativos, eles parecem, aos olhos do aluno, mais aleatórios, como se os números que fazem parte da tabuada fossem uma coleção de unidades de informações isoladas, ao invés de inter-relacionadas e formando um todo significativo.

Para estes autores é possível que uma criança tenha dificuldades em ambos os aspectos, e não apenas em um. Neste caso, seria esperado que a dificuldade de aprendizagem se tornasse mais severa e difícil de superar uma vez que não existiria um canal compensatório disponível no qual o aluno pudesse se apoiar.

Embora Robinson e seus colaboradores (2002) estejam propondo que representações deficientes, sejam elas de ordem fonológica ou semântica dos números,

possam comprometer a aprendizagem dos fatos matemáticos, existem algumas evidências de que dificuldades no domínio fonológico venham a gerar problemas mais sérios nesta área. Por exemplo, o estudo de Rourke (1993) observou que crianças com a coexistência de dificuldades nas áreas de matemática e de leitura encontraram dificuldades mais severas para lembrar de fatos numéricos do que as crianças com dificuldades somente na matemática. Este tipo de resultado pode dever-se ao fato de que os alunos com DLM apresentavam deficiências tanto nos aspectos de processamento fonológico quanto nos que dizem respeito ao senso numérico. Ou ainda, tal resultado pode ser explicado devido ao fato de que as dificuldades no processamento fonológico dos alunos com DLM impuseram limitações mais severas na aquisição de fatos matemáticos do que as supostas dificuldades semânticas (relacionadas ao senso numérico) dos alunos com apenas DM. É importante destacar que esta hipótese, referente às diferenças quanto à severidade dos problemas de aprendizagem na matemática dos alunos com dificuldades no processamento fonológico versus dificuldades semânticas, refere-se somente ao aprendizado de fatos numéricos. Assim, crianças com apenas DM podem apresentar problemas mais severos do que aquelas com DLM em outras áreas da matemática.

É importante salientarmos que, ao proporem a Teoria dos Dois Fatores, tais autores estão focando em um subgrupo de alunos, ou seja, aqueles que apresentam dificuldades para evocar fatos matemáticos. Se assim não o fizessem, a heterogeneidade de alunos que vivenciam dificuldades para aprender matemática e a complexidade da aprendizagem desta área, por si só, tornariam inviável a busca de uma teoria coerente.

Enquanto existe consenso sobre o fato de que a dificuldade para aprender fatos básicos de matemática é uma manifestação típica de uma dificuldade de aprendizagem em matemática (e, então, provavelmente, análoga à dificuldade associada à leitura de palavras na área das dificuldades em leitura), não existe um consenso sobre o segundo nível de explanação para este tipo de dificuldade em termos de deficiências ou fraquezas em processos cognitivos específicos (ver item 2.3.5). A Teoria dos Dois Fatores de Robinson *et al.* (2002) merece ser cuidadosamente estudada por apresentar pontos promissores que poderão contribuir para melhor esclarecer os processos cognitivos subjacentes às dificuldades na aprendizagem de fatos matemáticos.

3 MÉTODO

Trata-se de um estudo transversal, realizado durante o segundo semestre de 2006 (outubro a novembro) e pelo período de março a outubro de 2007, de caráter quantitativo que envolveu alunos da 3ª a 6ª série do Ensino Fundamental, com e sem dificuldades de aprendizagem nas áreas de leitura e de matemática. O perfil cognitivo que caracterizou os diferentes grupos que compuseram a pesquisa foi delineado por meio de tarefas cognitivas que avaliam processamento fonológico, senso numérico, memória de trabalho (componente executivo central) e estratégias e procedimentos de contagem e de recuperação da memória. A partir de tais avaliações foram apresentadas associações entre os diferentes perfis cognitivos e as dificuldades de aprendizagem naquelas áreas.

3.1 TEMÁTICA DA PESQUISA

A literatura internacional indica que as dificuldades na leitura, na matemática e a coexistência de dificuldades nestas duas áreas podem estar associadas a deficiências em um ou mais processos cognitivos do tipo: processamento fonológico (memória fonológica, velocidade de processamento, consciência fonológica), senso numérico, memória de trabalho (executivo central) e estratégias e procedimentos de contagem e de recuperação (ROBINSON, *et al.*, 2002, GEARY, *et al.*, 2000, WAGNER *et al.*, 1994). Nosso estudo procurou investigar tais processos cognitivos em crianças da realidade brasileira.

Robinson *et al.* (2002) sugerem a Teoria dos Dois Fatores para explicar um tipo de dificuldade na matemática, relacionada com a recuperação de fatos numéricos, habilidade que se mostra mais prejudicada nos alunos com problemas de aprendizagem na matemática. Tal teoria baseia-se na premissa de que as dificuldades para recuperar fatos numéricos da memória de longo prazo estão relacionadas a representações pouco precisas dos números na memória de longo prazo que se dá em função de dois fatores: ou de deficiências nos processamentos fonológicos e/ou de um senso numérico pouco desenvolvido. Os autores propõem que um fraco processamento fonológico está subjacente à coexistência de dificuldades na leitura e na matemática, enquanto que um senso numérico pouco desenvolvido pode estar associado não só com as dificuldades exclusivas na matemática, como também, em alguns casos, com a coexistência de

dificuldades na leitura e na matemática. Nosso estudo investigou se o constructo teórico da Teoria dos Dois Fatores nos ajuda a compreender a co-ocorrência de dificuldades em leitura e matemática em alunos brasileiros.

O estudo também procurou indicar outros possíveis fatores, além dos referentes aos processos cognitivos que se fazem presentes e contribuem para agravar os problemas de aprendizagem naquelas áreas.

3.2 OBJETIVOS

3.2.1 Objetivos Gerais

Descrever os processos cognitivos que subjazem a aprendizagem da leitura e da matemática em crianças brasileiras, com e sem dificuldades de aprendizagem, trazendo, conseqüentemente, avanços para a prática educacional e psicopedagógica nestas áreas.

Verificar se a Teoria dos Dois Fatores tem um bom poder explicativo para justificar a co-ocorrência de dificuldades na leitura e na matemática em alunos brasileiros.

Identificar outros possíveis fatores, além dos referentes aos processos cognitivos, que contribuem para o desenvolvimento das dificuldades de aprendizagem na leitura e na matemática.

3.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos da pesquisa são:

- 1) Verificar se falhas nas habilidades de processamento fonológico podem estar associadas aos problemas enfrentados pelos alunos que apresentam a coexistência de dificuldades na leitura e na matemática ou que apresentam defasagens exclusivamente na leitura ou na matemática.
- 2) Verificar se os problemas enfrentados pelos alunos que apresentam a coexistência de dificuldades na leitura e na matemática ou que apresentam defasagens exclusivamente na matemática podem estar associados a um senso numérico pouco desenvolvido.
- 3) Verificar se os alunos que apresentam a coexistência de dificuldades na leitura e na matemática ou que apresentam problemas exclusivamente na leitura ou na matemática mostram defasagens no componente executivo central da memória de trabalho.

- 4) Verificar quais os tipos de estratégias e procedimentos de contagem caracterizam os alunos com e sem dificuldades de aprendizagem na matemática.
- 5) Verificar se existe diferença no uso de estratégias procedimentais e de recuperação da memória em alunos da 4ª série comparados aos alunos da 6ª série, com e sem dificuldades de aprendizagem.

3.3 HIPÓTESES DE PESQUISA

Com base na revisão teórica realizada, elaboramos as seguintes hipóteses de pesquisa:

- A Teoria dos Dois Fatores possui um bom poder explicativo para justificar a ocorrência de dificuldades na leitura e na matemática em alunos brasileiros.
- Os problemas enfrentados pelos alunos que apresentam a coexistência de dificuldades na leitura e na matemática ou que apresentam defasagens exclusivamente na leitura ou na matemática estão associados a falhas nas habilidades de processamento fonológico.
- Os problemas enfrentados pelos alunos que apresentam a coexistência de dificuldades na leitura e na matemática ou que apresentam defasagens exclusivamente na matemática estão associados a um senso numérico pouco desenvolvido.
- Os problemas enfrentados pelos alunos que apresentam a coexistência de dificuldades na leitura e na matemática ou que apresentam dificuldades exclusivamente na leitura ou na matemática estão associados a defasagens no componente executivo central da memória de trabalho.
- Os alunos com dificuldades na matemática tendem a usar estratégias e procedimentos de contagem imaturos.
- Os alunos sem dificuldades de aprendizagem na matemática tendem a utilizar estratégias e procedimentos de contagem mais sofisticados.
- Existe diferença no uso de estratégias procedimentais e de recuperação da memória em alunos da 4ª série comparados aos alunos da 6ª série, com e sem dificuldades de aprendizagem.

3.4 AMOSTRA

Participaram desta pesquisa 79 alunos da 3^a, 4^a, 5^a e 6^a série, do Ensino Fundamental, provenientes de cinco escolas estaduais de Porto Alegre, com ou sem dificuldades nas áreas de leitura e/ou matemática.

Foram três os critérios utilizados para a seleção do grupo experimental. O primeiro deles foi a indicação do professor que, acompanhando de perto o aluno, pôde apontá-lo como apresentando ou não dificuldades de aprendizagem na leitura ou na matemática ou nestas duas áreas. O segundo critério foi o desempenho dos alunos nos subtestes de leitura e matemática do TDE – Teste de Desempenho Escolar de Stein (1994). O terceiro critério foi o desempenho nas sub-provas de Cubos e Vocabulário do WISC. Estas provas foram administradas para que evitássemos trabalhar com alunos com baixo rendimento intelectual.

Deste modo, o grupo experimental foi classificado em quatro subgrupos: a) alunos com dificuldades na leitura (DL); b) alunos com dificuldades na matemática (DM); c) alunos com dificuldades na leitura e matemática (DLM) e d) alunos sem dificuldades (CONT).

Foi solicitada a autorização dos pais, assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, para que os alunos participassem desta pesquisa (Anexo A). Seguem abaixo as especificações dos diferentes grupos:

Grupo com dificuldades na leitura (DL) – Formado por 20 alunos, sendo 11 meninos e 9 meninas (8 da 6^a série, 1 da 5^a série, 10 da 4^a série e 1 da 3^a série) com idade variando de 10 anos a 14 anos e 3 meses (média 11 anos e 10 meses). Os alunos foram selecionados pelos escores obtidos no Teste de Desempenho Escolar – TDE, ou seja, aqueles que obtiveram em leitura escores inferiores aos esperados para as suas séries (escores até o percentil 25) e em aritmética escores correspondente às séries que freqüentavam (escores do percentil 50 em diante)²⁶. Além disso, os alunos de 3^a e 4^a série que participaram deste grupo apresentaram um escore médio-superior ou superior na tarefa de problemas matemáticos (tarefa realizada pelos alunos de 3^a série em 2006

²⁶ Utilizamos o percentil de normatização estipulado pelo TDE para a classificação dos alunos com e sem dificuldades na leitura e na matemática (STEIN, 1994).

que consta no item 3.7.2). Todos os participantes deste grupo foram considerados, por seus professores, como alunos com dificuldades na leitura.

Grupo com dificuldades na matemática (DM) – Formado por 13 alunos, sendo 8 meninos e 5 meninas (10 da 6ª série, 2 da 5ª série, e 1 da 4ª série) com idade variando de 10 anos e 11 meses a 17 anos e 7 meses (média 13 anos e 7 meses). Para este grupo foram selecionados os alunos que apresentaram, no Teste de Desempenho Escolar – TDE, escores em leitura correspondentes às séries que freqüentavam (consideramos os escores do percentil 50 em diante) e escores em aritmética inferiores aos esperados para as suas respectivas séries (escores até o percentil 25). O aluno da 4ª série participante deste grupo apresentou escore inferior na tarefa de problemas matemáticos. Todos os alunos deste grupo foram identificados por seus professores como alunos com dificuldades na matemática.

Grupo com dificuldades na leitura e na matemática (DLM) – Formado por 25 alunos, sendo 12 meninos e 13 meninas (1 da 6ª série, 8 da 5ª série, 10 da 4ª série, 6 da 3ª série) com idade variando de 10 anos e 3 meses a 14 anos e 7 meses (média 11 anos e 9 meses). Foram selecionados para este grupo aqueles alunos que obtiveram escores, tanto em leitura quanto em aritmética, inferiores aos esperados para as suas respectivas séries (escores até o percentil 25). Os alunos de 3ª e 4ª série deste grupo apresentaram um escore médio-inferior ou inferior na tarefa de problemas matemáticos. Todos os participantes deste grupo foram considerados por seus professores como alunos que enfrentam dificuldades tanto na leitura como na matemática.

Grupo sem dificuldades de aprendizagem na leitura e na matemática (CONT) – Formado por 21 alunos, 12 meninos e 9 meninas (11 da 6ª série e 10 da 4ª série) com idade variando de 10 anos e 1 mês a 13 anos e 4 meses (média 11 anos e 8 meses). Este grupo foi formado por aqueles alunos que alcançaram escores em leitura e em matemática adequados às suas respectivas séries (consideramos os escores do percentil 50 em diante). Os alunos de 3ª e 4ª série deste grupo apresentaram um escore médio-superior ou superior na tarefa de problemas matemáticos. Todos os participantes deste grupo foram apontados pelos professores como alunos sem dificuldades de aprendizagem na leitura e na matemática.

A Tabela 1 sumariza os dados referentes aos quatro grupos participantes da pesquisa.

TABELA 1 – Número de participantes, gênero, idade média e desvio padrão dos diferentes grupos.

GRUPO	N	MENINOS	MENINAS	IDADE MÍNIMA	IDADE MÁXIMA	MÉDIA DE IDADE	DESVIO PADRÃO
DL	20	11	9	10a.	14a. 3m	11a.10m	1,36
DM	13	8	5	10a .11m	17a. 7m	13a. 7m	1,70
DLM	25	12	13	10a. 3m	14a. 7m	11a. 9m	1,43
CONT.	21	12	9	10a. 1m	13a. 4m	11a. 8m	1,10

TABELA 2 – Média e desvio padrão obtidos pelos grupos nas medidas de QI estimado e subteste de leitura e matemática do TDE.

	DL (N=20)		DM (N=13)		DLM (N=25)		CONT (N=21)	
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
QI	103,85	10,68	97,38	9,89	105,56	10,03	113,19	11,90
Leitura	60,2	4,60	67,69	1,10	61,04	3,70	68,85	0,79
Matemática	21,25	3,14	18,23	2,38	16,80	2,88	24,28	4,38

3.5 ESCOLAS

O estudo compreendeu cinco escolas estaduais, quatro de Ensino Fundamental e uma de Ensino Fundamental e Médio. As escolas estão localizadas na região noroeste da cidade, situadas em 5 bairros vizinhos. Uma das escolas é de porte pequeno e as demais são de porte médio. Apesar de pertencerem a bairros de classe média, média alta, atendem uma população de alunos de classe média baixa e baixa. Grande parte dos alunos freqüentam estas escolas pela proximidade do trabalho de um dos pais que ocupam funções do tipo: zelador(a), porteiro, vendedor(a), vigia, comerciante, empregada doméstica, faxineira.

3.6 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados compreendeu duas etapas. A primeira referente aos meses de outubro a novembro de 2006 com o objetivo de selecionar a amostra de alunos participantes do estudo. Nesta ocasião, inicialmente foram aplicados os subtestes de leitura e matemática do TDE em 6 turmas de 3ª série e 6 turmas de 5ª série de cinco escolas estaduais de Ensino Fundamental de Porto Alegre, totalizando 211 alunos avaliados.

Não foi possível compor uma amostra de alunos de 3ª série com dificuldades apenas na matemática. Nesta série, encontramos número suficiente de alunos para compor a amostra do grupo com dificuldades na leitura e com dificuldades nas duas áreas. De fato, este resultado condiz com os dados da literatura que apontam índices mais elevados de prevalência de dificuldades em leitura (SHAYWITZ, 2006) e de ocorrência das dificuldades em leitura e matemática (LANDERL *et al.*, 2004) do que os índices de prevalência encontrados para as dificuldades na matemática apenas (GEARY, 2004).

Além disso, é sabido que o grupo de crianças com dificuldades na matemática aumenta de tamanho no decorrer das séries (DORNELES, 2007). Nas séries iniciais do Ensino Fundamental, ainda encontramos uma ênfase maior nas aprendizagens de leitura e escrita em detrimento da matemática. Além disso, o ensino da matemática nesta etapa baseia-se na resolução de cálculos aritméticos em que os alunos são treinados a resolvê-los, muitas vezes, sem a devida compreensão do que e para que estão fazendo (GOLBERT, 2002). A partir da 5ª série, os conteúdos matemáticos exigem, cada vez mais, que o aluno pense matematicamente e desenvolva um raciocínio lógico. Assim, a progressiva complexidade dos conteúdos de matemática, somada à falta de um embasamento que ofereça aos alunos a oportunidade de pensar matematicamente, acaba por gerar dificuldades crescentes nesta área.

Adicionamos mais um instrumento para refinar a avaliação de desempenho em matemática dos alunos de 3ª série, devido ao não aparecimento de sujeitos com dificuldades exclusivamente na matemática em tal série. Assim, realizamos uma tarefa de problemas matemáticos adaptada do subteste de aritmética do TDE. Transformamos

10 cálculos aritméticos em problemas matemáticos a serem resolvidos pelos alunos (Anexo B). A solução de um problema matemático exige do aluno habilidades mais complexas. Enquanto que o cálculo está “montado” para ser solucionado, os problemas matemáticos requerem que os alunos usem o texto para identificar informação que está faltando. A adição de informação lingüística exige a compreensão do enunciado e a construção de uma representação mental do problema (discriminação de informação relevante e irrelevante, identificação de informação que está faltando). Tal compreensão possibilitará a construção de uma sentença matemática e, por fim, a elaboração de uma estratégia para a solução do cálculo matemático (FUCHS; FLETCHER; HAMLET LAMBERT, 2008). Uma elevada percentagem de estudantes evidencia algum fracasso na resolução de problemas, no entanto não apresenta grandes dificuldades na realização das operações implicadas no problema (ORRANTIA *et al.*, 2002).

Um total de 79 alunos realizaram a tarefa de problemas matemáticos, sendo que uma média de 63% manteve o mesmo desempenho evidenciado em relação ao subteste de aritmética do TDE. Um índice de 34% dos alunos apresentaram uma queda no desempenho e, 5,6% evidenciaram melhora. Ainda assim, não foi possível compor a amostra de alunos de 3ª série com dificuldades apenas na matemática, pois os 34% que apresentaram queda no desempenho em tal tarefa (passando a evidenciar um nível de desempenho médio-inferior ou inferior) também apresentavam dificuldades associadas em leitura.

Dos 211 alunos selecionados, 120 realizaram as provas de cubos e vocabulários do WISC. Um total de 26 alunos não apresentou QI dentro da margem estipulada para este estudo (entre o valor igual ou superior a 89 até o valor de 129). Dez alunos apresentaram QI inferior a 89 e 16 evidenciaram QI superior a 129. Restaram, portanto, 94 alunos que passaram para a próxima etapa do estudo.

A segunda etapa compreendeu os meses de março a outubro de 2007 e foi destinada à realização das diferentes tarefas avaliativas, realizadas individualmente com cada aluno pela pesquisadora. Dos 94 alunos selecionados na primeira etapa, houve uma perda de 15 sujeitos, 3 por desistência dos pais e 12 por mudança dos alunos de escola em função de perda ou mudança de emprego do pai ou mãe, transferência de cidade e reprovação. Assim, 79 sujeitos participaram desta etapa do estudo.

Dos 79 alunos, 7 ficaram retidos na 3ª série, e 11 na 5ª série. Portanto, na segunda etapa, o estudo incluiu alunos de quatro séries distintas: 7 da 3ª série, 31 da 4ª série, 11 da 5ª série e 30 da 6ª série.

O subteste de matemática do TDE foi aplicado coletivamente em sala de aula, dentro do horário escolar, pelo pesquisador para as turmas de 3ª série e 5ª série. A tarefa de problemas matemáticos foi aplicada coletivamente em sala de aula para as turmas de 3ª série dentro do horário escolar. O subteste de leitura do TDE, assim como todas as demais tarefas, foram aplicadas individualmente pelo pesquisador em um espaço disponibilizado pelas escolas (sala de aula, biblioteca ou sala do SOE). As provas de cubos e vocabulário do WISC foram aplicadas individualmente por duas psicólogas que colaboraram nesta pesquisa.

A ordem de apresentação das tarefas foi a mesma para todos os sujeitos: consciência fonológica, memória de trabalho 1 e 2, senso numérico, velocidade de processamento, estratégias de contagem e de recuperação da memória e memória fonológica (dígitos, frases e relatos).

Foram necessários 3 períodos de 50 minutos, por aluno, para a realização das tarefas avaliativas. Estes períodos eram intercalados de forma que cada aluno tinha apenas uma sessão com a pesquisadora por turno. A utilização de um período extra se fez necessária para apenas poucos sujeitos. As provas de cubos e vocabulário do WISC foram realizadas em um período de 50 minutos para cada criança em uma etapa da pesquisa anterior a aplicação das tarefas avaliativas.

3.7 INSTRUMENTOS UTILIZADOS

Considerando a discussão apresentada no item 2.2 sobre a falta de consenso a respeito da adequação (validade, fidedignidade) dos instrumentos que avaliam o desempenho acadêmico dos alunos, propusemo-nos a utilizar tanto instrumentos padronizados (TDE – WISC) como tarefas de pesquisa presentes na literatura (processamento fonológicos, senso numérico, componente executivo central da memória de trabalho e estratégias de contagem). Foram feitas algumas adaptações destas tarefas para atender às necessidades do estudo. Apresentamos logo a seguir os diferentes instrumentos que compõem este trabalho.

3.7.1 Provas de Leitura e Matemática do Teste de Desempenho Escolar - TDE (STEIN, 1994).

O TDE é um instrumento psicométrico que busca oferecer de forma objetiva uma avaliação das capacidades fundamentais para o desempenho escolar, mais especificamente da escrita, aritmética e leitura. O teste foi concebido para a avaliação de escolares de 1^a a 6^a séries do Ensino Fundamental. A padronização do TDE foi feita para o município de Porto Alegre, a partir de uma amostra distribuída em 6 escolas de Porto Alegre: duas municipais, duas estaduais e duas particulares.

Subteste de Aritmética (parte escrita) – O teste é composto de 38 questões envolvendo cálculos aritméticos com grau de dificuldade crescente. Os alunos são alertados de que o teste foi feito para estudantes de diferentes séries, de 1^a à 6^a séries, e que, portanto, pode haver cálculos que já foram estudados e outros ainda desconhecidos por eles, sendo importante que tentem fazer, da melhor forma, tudo o que lhes for possível. Um ponto é dado para cada resposta correta, totalizando um possível score de 38 pontos.

Subteste de leitura – Este subteste consiste de 70 palavras isoladas de crescente grau de dificuldade. Os alunos são convidados a lê-las em voz alta. Os participantes são lembrados de que o teste foi feito, também, para séries mais adiantadas e que, portanto, pode acontecer de encontrarem dificuldades para ler algumas palavras. No entanto, são encorajados a lê-las da forma como conseguirem e até onde conseguirem. Um ponto é dado para cada resposta corretamente lida, totalizando um possível score de 70 pontos.

3.7.2 Tarefa de Problemas Matemáticos Adaptada de Stein (1994)

Esta tarefa compreendeu a transformação de 10 cálculos aritméticos, propostos no subteste de aritmética de Stein (1994), em problemas matemáticos. Foram sugeridos 3 problemas de adição, 3 de subtração, 2 de multiplicação e 2 de divisão (Anexo B). Um ponto é dado para cada resposta correta.

A média obtida pelas turmas de 3ª série foi de 6,5. Foram considerados alunos com dificuldades nesta tarefa aqueles cujo escore era igual ou inferior a dois desvios padrão em relação à média (categoria de desempenho: inferior). Foram considerados sem dificuldades aqueles alunos cujo escore era igual ou superior a dois desvios padrão em relação à média (categoria de desempenho: superior). A categoria de desempenho médio inferior incluiu os escores situados entre 4,5 e 6,4. A categoria de desempenho médio superior abrangeu os escores entre 6,5 e 8,5

3.7.3 Provas de Cubos e Vocabulário da Escala Weschsler Para Crianças (WISC-III-R, 1991)

Foram realizados os subtestes de Cubos e Vocabulário do teste de inteligência WISC para se obter o QI estimado. Através da aplicação do subteste de Cubos, verificou-se o desempenho na área de execução, e do subteste de Vocabulário o desempenho na área verbal. A análise combinada de ambos possibilitou a obtenção de um QI ponderado, considerando a escala de pontuação do teste de acordo com as idades das crianças. A literatura tem apontado que estes subtestes são os que melhor predizem o desempenho intelectual geral (GEARY *et al.*, 1999; 2001; ORRANTIA *et al.*, 2002). A variação de QI estimado que o estudo compreendeu situou-se entre o valor igual ou superior a 89 até o valor de 129.

3.7.4 Habilidades de processamento fonológico

3.7.4.1 Memória fonológica²⁷

Memória de dígitos (adaptada de GOLBERT, 1988): Consiste em conjuntos graduados de dígitos (lista de dígitos) para a criança repetir. Combina-se com a criança: “Ouve o que eu vou dizer para depois repetir”. A atividade inicia com séries de 2 dígitos e vai em

²⁷ Com o intuito de usarmos instrumentos disponíveis para nossa realidade, fizemos uma adaptação dos subtestes de Memória de Dígitos, Memória de Frases e Memória de Relatos do Teste de Audibilização de Golbert (1988).

um crescente de até séries de 7 dígitos, totalizando 12 itens. Considerou-se acerto apenas quando o aluno repetiu corretamente a série de dígitos apresentada. Quando dois itens consecutivos eram errados, encerrava-se a aplicação do teste.

Memória de frases (adaptada de GOLBERT, 1988): Consiste em 10 frases que são apresentadas uma a uma pelo examinador e que a criança deve repetir. Um ponto é dado para cada frase corretamente repetida.

Memória de relatos (adaptada de GOLBERT, 1988) : Consiste em relatos de 4, 5, 6, 7 e 8 fatos que o aluno deve repetir. É esclarecido a ele que deverá ouvir com atenção a história e depois repeti-la. Pequenas alterações de forma e conteúdo podem ser aceitas desde que não alterem o sentido do relato. Um ponto é dado para cada fato corretamente repetido, totalizando um possível escore de 30 pontos.

Os testes de memória de dígitos, memória de frases e memória de relatos encontram-se no Anexo C.

3.7.4.2 Consciência fonológica

Foram realizadas as seguintes tarefas do CONFIAS – Consciência fonológica: instrumento de avaliação seqüencial (MOOJEN *et al.*, 2003):

Tarefa de categorização fonológica: Os alunos devem identificar, entre três palavras, qual a que compartilha o segmento inicial ou final com a palavra-estímulo apresentada pela pesquisadora. Serão examinadas três condições, ou seja, categorização de segmentos iniciais, categorização de segmentos medianos e a categorização de segmentos finais.

Em relação à categorização dos segmentos iniciais, foram examinadas duas subcondições:

- identificação de sílaba inicial (por exemplo: palavra-estímulo **cobra**, itens para a identificação da palavra semelhante - **copo, time, loja**) ;
- identificação de fonema inicial (por exemplo: palavra-estímulo **sino**, itens para a identificação da palavra semelhante - **sede, chuva, gema**)

Em relação à categorização dos segmentos medianos, foi examinada a identificação de sílaba medial:

- emparelhamento de palavras com base na sílaba medial (por exemplo: palavra-estímulo *girafa*, itens para a identificação da palavra semelhante - **pirata, panela, dinheiro**)

Em relação à categorização dos segmentos finais, foram examinadas duas subcondições:

- identificação de rima (por exemplo: palavra-estímulo **aranha**, itens para a identificação da palavra semelhante **montanha, umbigo, castelo**)

- identificação de fonema final (por exemplo: palavra-estímulo **coelha** itens para a identificação da palavra semelhante **azeite, sorriso, farinha**).

Tarefa de produção de rima: Avaliar a habilidade da criança para produzir rimas. Por exemplo, “*Que desenho é este (chapéu) Que outra palavra termina (ou rima) como chapéu?*”

Tarefa de exclusão de sílaba e de fonema: O objetivo desta tarefa é verificar a habilidade das crianças na subtração de sílabas e fonemas. Por exemplo, “*Se eu tirar ‘so’ de socorro, o que teremos? (corro); ‘Se eu tirar o som [r] da palavra ‘barba’, o que teremos? (baba).*”

Tarefa de síntese de fonema: Avaliar a capacidade da criança de realizar a síntese de fonemas. Por exemplo, “*A palavra Eva tem estes sons: E – V – A. Eu vou dizer uns sons e você vai descobrir que palavras eles formam.*”

Tarefa de segmentação de fonema: Avaliar a capacidade da criança de realizar a segmentação fonêmica. Por exemplo, “*Agora você vai falar os sons da palavra lua*” (l-u-a).

Tarefa de transposição de sílaba: O objetivo desta tarefa é avaliar a habilidade das crianças na transposição de sílabas. Por exemplo: “*Eu vou dizer uma palavra que não existe. Essa palavra tem dois pedaços (ou sílabas), e você vai trocar os pedaços: diga primeiro o pedaço do fim e depois o pedaço do começo. Você vai descobrir uma palavra que existe. Assim: darró fica? (roda). Chobi fica? (bicho).*”

Tarefa de transposição fonêmica: Consiste em dizer de trás para diante palavras inventadas que se transformam em palavras reais. A aplicação requer o uso de fichas. Primeiro, o examinador lê as palavras inventadas, deslizando os dedos sobre as fichas. Depois, diz os sons isoladamente de cada palavra. Por fim, solicita que a criança diga os sons de trás para diante, juntando-os para formar uma palavra que exista. Palavras-estímulo: amú (uma), ica (aqui). Palavras-alvo: ale (ela), óva (avó), ôla (alô), ias (sai).

A prática do teste é feita com dois exemplos iniciais para assegurarmos que o aluno compreendeu a tarefa proposta. As respostas corretas valem um ponto totalizando um possível escore de 28 pontos para a consciência silábica, 26 pontos para a consciência fonêmica e 54 pontos para a consciência total.

3.7.4.3 Velocidade de acesso a informações da memória de longo prazo

Itens em série:

Nomear dígitos (tarefa adaptada de HECHT *et al.*, 2001): Nesta tarefa, as crianças recebem três cartões com seis fileiras de cinco dígitos unitários por fileira e são solicitadas a dizer os números o mais rápido possível, iniciando pela coluna superior e procedendo até a última coluna. A prática do teste é feita com um cartão contendo dígitos diferentes daqueles utilizados para a testagem. O tempo que a criança leva para nomear os dígitos é marcado com um cronômetro. Os escores finais são o resultado do tempo médio utilizado para nomear os três cartões, de forma que os escores mais altos indicam uma velocidade mais baixa de acesso à informação dada.

Nomear letras (tarefa adaptada de HECHT *et al.*, 2001): Esta atividade é semelhante à anterior, exceto pelo fato de que utilizamos letras ao invés de dígitos.

Nomear dígitos e letras (tarefa adaptada de HECHT *et al.*, 2001): Neste caso, os estímulos são letras e números, seguindo o mesmo padrão que as tarefas anteriores.

3.7.5 Senso Numérico

Realizamos as tarefas referentes ao Teste de Conhecimento Numérico desenvolvido por Okamoto e Case (1996). Conforme apresentado no item 2.5.4.4, este teste foi apontado por Gersten, Jordan e Flojo (2005) como um válido instrumento para

avaliar o senso numérico já que as tarefas que compõem o Teste de Conhecimento Numérico- quando comparadas com outras tarefas para avaliar habilidades específicas em matemática - foram as que melhor puderam prever o desempenho posterior dos alunos em matemática.

As tarefas do Teste de Conhecimento Numérico são divididas em 4 níveis de complexidade, sendo apresentadas do mais simples, Nível 1, ao mais complexo, Nível 4. O teste é resolvido oralmente sem o auxílio de lápis e papel e é interrompido no momento em que as crianças apresentam dificuldades para resolver mais da metade das questões de um determinado nível. As respostas são avaliadas como corretas ou incorretas, totalizando um possível escore de 50 pontos. Ver no Anexo D as tarefas do Teste de Conhecimento Numérico.

3.7.6 Memória de Trabalho (componente executivo central)

Memória de Trabalho 1 (adaptada de HECHT, *et al.*, 2001): Os alunos respondem “sim” ou “não” para conjuntos de 2 a 4 questões e após repetem a última palavra de cada uma das questões. Por exemplo, no conjunto de 2 questões “ As mesas caminham?” e “ As lâmpadas correm?”, as respostas corretas seriam “não” para cada pergunta e ainda “caminham” e “correm”. Um ponto é dado para cada última palavra corretamente emitida. O teste compreende 4 itens para a prática e 4 conjuntos de 2, 3 e 4 questões respectivamente, totalizando um possível escore de 36 pontos (Anexo E).

Memória de Trabalho 2 (tarefa adaptada de YUILL *et al.*, 1989): Os alunos lêem em voz alta séries crescentes de grupos de três dígitos e, ao final de cada série, devem recordar, em ordem, o último dígito de cada grupo. Por exemplo, para os grupos (2 5 7) e (1 6 8), devem ser recordados os dígitos “7” e “8”. Os grupos de dígitos são dispostos em parêntese, com espaço entre si, para clarear a leitura dos mesmos como números simples (dois – cinco – sete) e não como um número complexo (duzentos e cinquenta e sete). Ao final de cada série, aparece o signo “?” indicando que se deve dizer os números das séries. Os níveis vão desde grupos de dois até sete e cada série aparece três vezes. A prova finaliza quando o aluno falha ao recordar os últimos dígitos nas três séries de um nível (Anexo F). Um ponto é dado para a repetição correta de cada série (últimos dígitos de cada série), totalizando um possível escore de 18 pontos.

3.7.7 Estratégias e Procedimentos de Contagem e de Recuperação da Memória (GEARY *et al.*, 2000)

a) Os alunos recebem 14 cálculos de adição, dispostos em fichas, envolvendo dígitos unitários apresentados horizontalmente ($4 + 5 =$), utilizando os dígitos do 2 ao 9. Dígitos iguais não são usados no mesmo cálculo. Os 14 itens da atividade são apresentados um de cada vez sendo o aluno solicitado a respondê-los “*da maneira mais rápida possível e sem cometer muitos erros.*” Os alunos são avisados de que podem usar qualquer estratégia que consideram mais fácil para encontrar a resposta (contar nos dedos, contar em voz alta, contar silenciosamente, recuperar da memória). De acordo com as respostas das crianças e a observação do experimentador, a estratégia de ação utilizada para a resolução dos problemas é classificada em: contagem nos dedos, contagem verbal usando os dedos, contagem interna, recuperação e decomposição (SIEGLER, 1988). O processo de contagem é ainda classificado em: “contar todos” ou “contar a partir de”. O “contar a partir de” pode envolver a contagem a partir do dígito maior (*min procedure* – contar 6, 7, 8 para resolver a operação $5+3$) ou a partir do dígito menor acrescentando a ele o dígito maior (*max procedure* – contar 4,5,6,7,8, para resolver $5+3$). Após a resolução de cada cálculo, é pedido que as crianças descrevam a estratégia que utilizaram para a obtenção da resposta. Caso a criança simplesmente responda “*Eu contei*”, é feita a pergunta “*Por qual número tu começaste a contar?*”. A resposta somente é considerada como recuperada da memória, quando a criança responde imediatamente após o cálculo lhe ser apresentado, considerando 3 segundos, tempo de resposta apontado na literatura (RUSSELL; GINSBURG, 1984, OSTAD, 1997). Diante de qualquer sinal (visível ou auditório) de que o aluno esteja realizando algum tipo de cálculo, do tipo contagem interna ou decomposição, a resposta não é considerada recuperada da memória, mas sim como resposta gerada a partir de uma estratégia anterior.

As respostas são avaliadas como corretas ou incorretas, totalizando um possível escore de 14 pontos. É computado também o número de vezes que cada estratégia é utilizada pelo aluno, assim como o número de acertos obtidos quando a estratégia utilizada é a de recuperação da memória.

Para classificarmos as estratégias e procedimentos de contagem dos alunos, utilizamos o protocolo citado em Geary *et al.* (2000) e utilizado com a autorização dos autores (Anexo G).

b) A tarefa envolve os mesmos 14 cálculos utilizados na atividade anterior, porém, desta vez, são apresentados de forma invertida (e.g., 6+3, 3+6) e administrados usando o mesmo procedimento. Os alunos são alertados para resolverem os problemas tentando lembrar as respostas (buscar na memória), sem contar nos dedos ou usar qualquer outra estratégia. Caso os alunos não consigam lembrar das respostas, é lhes dito que “podem tentar adivinhar.” (GEARY *et al.*, 2000).

Um ponto é dado para cada resposta recuperada da memória corretamente, totalizando um possível escore de 14 pontos.

3.8 ANÁLISE DOS DADOS

Após a pesquisa de campo, os dados obtidos passaram pelos seguintes procedimentos de análise estatística com utilização do software SPSS 12.0:

1) Análise de correlação de Pearson, por meio do cálculo do coeficiente de correlação de Pearson (r) para evidenciar a correlação entre o QI e o desempenho dos grupos nos subtestes de leitura e aritmética do TDE. Do mesmo modo, queríamos observar as possíveis correlações entre o QI e as demais variáveis avaliadas no estudo (processamento fonológico, senso numérico, memória de trabalho - componente executivo central - e estratégias e procedimentos de contagem).

2) Análise de Variância – ANOVA (*one way*) com *post hoc* de Tukey, ao nível de significância de $p < 0,05$, para analisarmos as diferenças existentes entre os quatro grupos participantes da pesquisa em relação ao processamento fonológico, ao senso numérico, memória de trabalho e às estratégias e procedimentos de contagem utilizados.

4 RESULTADOS

4.1 ANÁLISE DE CORRELAÇÃO

Para verificarmos se o QI correlaciona-se com os desempenhos dos diferentes grupos nos subtestes de leitura e aritmética, realizamos a análise de correlação de Pearson, por meio do cálculo do coeficiente de correlação de Pearson (r). Os resultados obtidos revelam a não existência de correlação dos subtestes de leitura e aritmética do TDE com o QI (ver Tabela 3).

TABELA 3 – Coeficiente de correlação de Pearson (r) e o nível de significância (p) entre os subtestes de leitura e aritmética do TDE com o QI.

TDE		QI
Leitura	R	,129
	P	,256
	N	79
Matemática	R	,162
	P	,155
	N	79

Correlação significativa quando $p < 0,05$

Tais resultados indicam que um maior valor de QI não está associado a um melhor desempenho em leitura ou matemática. Apesar de encontramos na literatura pesquisas que apontam uma correlação positiva entre QI e desempenho acadêmico (CECI, 1991, DORNELES *et al.*, 2008), nossos resultados sugerem que o QI sozinho não define o desempenho em leitura e em matemática.

Ao relacionarmos o QI com as demais variáveis, verificou-se uma correlação fraca apenas nas tarefas de: consciência do fonema ($r=0,289$; $p=0,010$), consciência fonológica total ($r=0,278$; $p=0,013$), senso numérico ($r=0,300$; $p=0,007$) e recuperação imediata da memória ($r=0,234$; $p=0,038$). Para as demais tarefas, não foi evidenciada a existência de correlação com o QI, conforme mostra a Tabela 13 que se encontra no Anexo H.

4.2 ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Neste item apresentamos os resultados obtidos pelos diferentes grupos nas tarefas que avaliam processamento fonológico, senso numérico, memória de trabalho (executivo central), e estratégias e procedimentos de contagem e de recuperação.

4.2.1 Desempenho nas Tarefas de Processamento Fonológico

4.2.1.1 Consciência fonológica

As médias e desvio padrão obtidos pelos 4 grupos nas tarefas de consciência fonológica (consciência silábica, consciência fonêmica e consciência total) estão presentes na Tabela 4.

TABELA 4 – Desempenho obtido pelos diferentes grupos nas tarefas de consciência da sílaba, consciência do fonema e consciência fonológica total.

	DL (n=20)		DM (n=13)		DLM (n=25)		CONT (n=21)		P- Valor
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	
Consciência da sílaba	24,70	2,43ab	25,00	2,97ab	24,00	2,64ab	25,62	3,23ab	0,284
Consciência do fonema	18,50	3,13a	19,69	4,07ab	17,92	3,45a	21,90	3,49b	0,002
Consciência Total	43,20	4,25a	44,69	6,56ab	41,92	5,46a	48,00	5,65b	0,003

DL - Alunos com dificuldades na leitura

DM - Alunos com dificuldades na matemática

DLM - Alunos com dificuldades na leitura e na matemática

CONT - Alunos sem dificuldades de aprendizagem.

*Letras iguais indicam que as médias não diferem.

É possível observar que as médias evidenciadas pelos grupos em relação à consciência silábica são bastante semelhantes e não apontam diferença significativa entre si ($p=0,284$). No entanto, no que diz respeito à consciência fonêmica, os alunos com dificuldades na leitura (DL) e na leitura e matemática (DLM) apresentaram médias significativamente mais baixas do que o grupo controle (CONT) ($p=0,002$).

Os resultados evidenciados para a consciência fonológica total (consciência silábica e fonêmica) apontam para a mesma direção, ou seja, os alunos sem dificuldades (CONT) apresentam uma média de acertos que é superior, e estatisticamente significativa, quando comparados aos alunos com dificuldades na leitura (DL) e aos alunos com dificuldades na leitura e na matemática (DLM) ($p=0,003$).

4.2.1.2 Memória fonológica para dígitos, frases e relatos

A Tabela 5 apresenta os resultados encontrados no que diz respeito à memória fonológica para dígitos, frases e relatos.

TABELA 5 – Desempenho obtido pelos diferentes grupos nas tarefas de memória fonológica para dígitos, frases e relatos.

	DL (n=20)		DM (n=13)		DLM (n=25)		CONT (n=21)		P-Valor
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	
Memória de Dígitos	9,20	1,57ab	10,00	1,58ab	9,24	1,73ab	9,90	1,81	0,326
Memória de frases	9,08	0,84ab	9,29	0,37ab	9,13	0,60ab	9,29	0,36	0,591
Memória de Relatos	22,20	3,33ab	18,85	5,97a	21,68	5,39ab	23,43	3,20b	0,046

DL - Alunos com dificuldades na leitura

DM - Alunos com dificuldades na matemática

DLM - Alunos com dificuldades na leitura e na matemática

CONT - Alunos sem dificuldades de aprendizagem.

*Letras iguais indicam que as médias não diferem.

Os dados da Tabela 5 mostram que os diferentes grupos apresentaram médias bastante similares nas tarefas de memórias de dígitos ($p=0,326$) e frases ($p=0,591$) não sendo encontrada diferença significativa entre tais médias. No entanto, os dados referentes à memória de relatos evidenciaram resultados distintos. O grupo de alunos sem dificuldades de aprendizagem (CONT) obteve uma média significativamente superior àquela evidenciada pelo grupo com dificuldades na matemática (DM) ($p=0,046$). Não foi encontrada diferença significativa entre as médias evidenciadas pelos demais grupos na tarefa de memória de relatos.

4.2.1.3 Velocidade de processamento

Os resultados mostrados na Tabela 6 são referentes ao desempenho dos quatro grupos pesquisados nas tarefas de velocidades de processamento.

TABELA 6 – Desempenho obtido pelos diferentes grupos nas tarefas de velocidade de processamento.

	DL (n=20)		DM (n=13)		DLM (n=25)		CONT (n=21)		P- Valor
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	
Velocidade para números	14,75	2,40b	12,95	1,61ab	14,37	2,63b	11,89	2,02a	0,000
Velocidade para letras	14,08	1,87ab	12,54	2,09a	14,84	3,31b	11,99	2,14a	0,001
Velocidade para números e letras	16,84	2,25bc	15,35	2,36ab	18,16	3,20c	13,94	2,20a	0,000

DL - Alunos com dificuldades na leitura

DM - Alunos com dificuldades na matemática

DLM - Alunos com dificuldades na leitura e na matemática

CONT - Alunos sem dificuldades de aprendizagem.

*Letras iguais indicam que as médias não diferem.

É possível observar que, para o processamento de números, ambos os grupos com dificuldades na leitura (DL) e na leitura e matemática (DLM) obtiveram médias de tempo de processamento significativamente superiores (menor velocidade) do que as médias obtidas pelo grupo sem dificuldades (CONT) ($p=0,000$). Aqueles dois grupos apresentaram velocidade média acima de 14 segundos, enquanto que o grupo controle evidenciou uma velocidade de 11,89 segundos.

Nas tarefas de processamento de letras, o grupo com dificuldades na leitura e matemática (DLM) evidenciou uma média de tempo de processamento significativamente superior (menor velocidade) às médias evidenciadas pelos alunos sem dificuldades (CONT) e pelos alunos com dificuldades na matemática (DM) ($p=0,001$). A média obtida pelo grupo com dificuldades na leitura e matemática é de 14,84, ao passo que as médias obtidas pelos grupos controle e com dificuldades na matemática são de 11,99 e 12,54, respectivamente.

Nas tarefas de processamento de números e letras, o grupo controle obteve uma média de tempo de processamento significativamente mais baixa (maior velocidade) do que as médias obtidas pelos grupos com dificuldades na leitura (DL) e na leitura e

matemática (DLM). Para esta variável, o grupo com dificuldades na matemática (DM) também evidenciou uma média de tempo de processamento significativamente inferior (maior velocidade) àquela evidenciada pelo grupo com dificuldades na leitura e matemática (DLM) ($p=0,000$).

4.2.2 Desempenho nas Tarefas de Senso Numérico

Os resultados apresentados na Tabela 7 mostram o desempenho dos diferentes grupos na tarefa de senso numérico.

TABELA 7 – Desempenho obtido pelos diferentes grupos na tarefa de senso numérico.

	DL (n=20)		DM (n=13)		DLM (n=25)		CONT (n=21)		P-Valor
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	
Senso Numérico	38,80	4,44ab	38,00	6,37ab	35,92	5,84a	41,43	4,73b	0,009

DL - Alunos com dificuldades na leitura

DM - Alunos com dificuldades na matemática

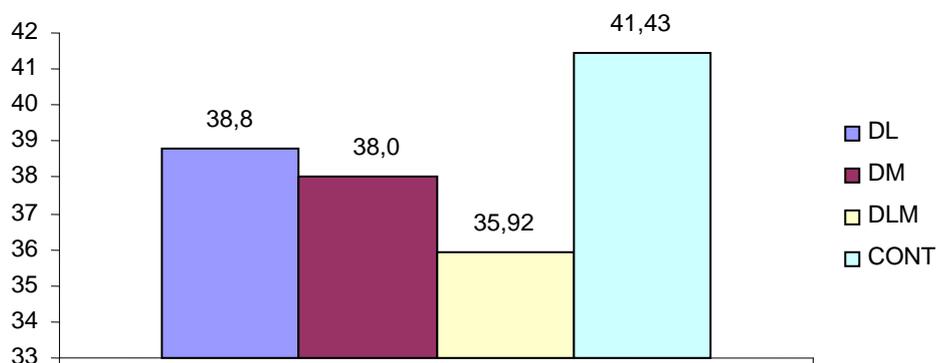
DLM - Alunos com dificuldades na leitura e na matemática

CONT - Alunos sem dificuldades de aprendizagem.

*Letras iguais indicam que as médias não diferem.

É possível verificar que os alunos com dificuldades na leitura e na matemática (DLM) apresentaram menor média de acertos na tarefa de senso numérico em relação ao grupo controle ($p=0,009$). As médias obtidas pelos alunos com dificuldades na leitura (DL) e dificuldade na matemática (DM) são bastante semelhantes. Os demais grupos não apresentaram diferença significativa entre si.

O Gráfico 1 possibilita a visualização do desempenho dos grupos nesta tarefa.

Gráfico 1- Desempenho dos grupos na tarefa de senso numérico

4.2.3 Desempenho nas Tarefas de Memória de Trabalho

A Tabela 8 apresenta os resultados obtidos pelos diferentes grupos nas tarefas de memória de trabalho 1 (informação não numérica) e 2 (informação numérica).

TABELA 8 – Desempenho obtido pelos diferentes grupos nas tarefas de memória de trabalho (componente executivo central).

	DL (n=20)		DM (n=13)		DLM (n=25)		CONT (n=21)		P-Valor
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	
Tarefa 1	26,00	3,06ab	23,92	3,94ab	23,20	3,83a	26,19	2,60b	0,008
Tarefa 2	7,85	1,89ab	8,62	1,89ab	7,16	2,03a	9,29	2,81b	0,014

DL - Alunos com dificuldades na leitura

DM - Alunos com dificuldades na matemática

DLM - Alunos com dificuldades na leitura e na matemática

CONT - Alunos sem dificuldades de aprendizagem.

*Letras iguais indicam que as médias não diferem.

Tarefa 1

Conforme a Tabela 8 aponta, os alunos com dificuldades na leitura e na matemática (DLM) apresentaram médias significativamente inferiores - na tarefa de memória de trabalho com informação não numérica - em relação àquelas obtidas pelos alunos sem dificuldades de aprendizagem (CONT) ($p= 0,008$).

Apesar das médias obtidas pelos alunos com dificuldades na matemática (23,92) serem muito próximas àquelas evidenciadas pelos alunos com dificuldades na leitura e matemática (23,20), não se evidenciou diferença significativa entre o grupo com dificuldades na matemática (DM) e o grupo sem dificuldades (CONT). Os escores sem efeito estatisticamente significativo, mas próximos ao nível de significância, evidenciados pelos alunos com dificuldades na matemática (DM), podem se dever ao tamanho da amostra deste grupo composta por 13 alunos, em comparação ao grupo com dificuldades na leitura e na matemática composta por 25 alunos.

Tarefa 2

Em relação à memória de trabalho envolvendo informação numérica, os resultados apontam para a mesma direção. Foi encontrada uma diferença significativa entre o grupo com dificuldades na leitura e matemática (DLM) e o grupo controle (CONT) ($p= 0,14$). Tal grupo é capaz de armazenar uma maior quantidade de informação numérica na memória de trabalho quando comparado àquele com dificuldades de aprendizagem na leitura e na matemática (DLM). Os demais grupos não apresentaram diferença estatisticamente significativa para esta variável.

4.2.4 Desempenho dos diferentes grupos nas tarefas de cálculo de adição simples – Estratégias e procedimentos utilizados

Tarefa 1

Em um primeiro momento, os alunos foram solicitados a realizar os problemas de adição simples usando qualquer estratégia que necessitassem (E1). Os resultados evidenciados para esta variável são apresentados na Tabela 9.

TABELA 9 – Desempenho obtido pelos diferentes grupos na tarefa de adição simples com a escolha espontânea da estratégia a ser utilizada.

	DL (n=20)		DM (n=13)		DLM (n=25)		CONT (n=21)		P-Valor
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	
Tarefa 1	13,65	0,93ab	13,23	0,92ab	13,24	1,23ab	13,57	0,81ab	0,437

DL - Alunos com dificuldades na leitura

DM - Alunos com dificuldades na matemática

DLM - Alunos com dificuldades na leitura e na matemática

CONT - Alunos sem dificuldades de aprendizagem.

*Letras iguais indicam que as médias não diferem.

Os quatro grupos participantes da pesquisa alcançaram médias muito similares para esta tarefa. Portanto, não foi encontrada diferença significativa entre as médias de acertos obtidas pelos grupos quando havia a possibilidade de escolha da estratégia a ser utilizada.

As estratégias usadas espontaneamente pelos alunos foram: contar nos dedos (*contar todos, contar a partir do menor e contar a partir do maior*), contagem esta realizada tanto silenciosamente ou movendo os lábios, quanto com o apoio verbal; contagem interna sem o apoio dos dedos²⁸ (“Eu contei na cabeça começando pelo 5.”); decomposição e recuperação da memória. A Tabela 10 apresenta os resultados obtidos pelos grupos em relação a estas diferentes estratégias utilizadas.

TABELA 10 – Média e desvio padrão da frequência de uso espontâneo das estratégias de contar nos dedos, contagem interna, decomposição e recuperação da memória.

	DL (n=20)		DM (n=13)		DLM (n=25)		CONT (n=21)		P-Valor
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	
Contar todos	0,10	0,44	0,00	0,00	0,8	0,08	0,00	0,00	0,673
Contar maior	2,85	2,92	3,38	4,19	5,48	3,50	2,00	2,28	0,003
Contar menor	0,25	0,71	0,00	0,00	0,28	0,54	0,05	0,21	0,202
Contagem interna	3,15	2,58	5,00	3,24	4,48	3,65	2,71	2,55	0,89
Decomposição.	2,75	2,42	1,85	1,72	1,04	1,76	2,19	1,86	0,037
Recuperação da memória	4,75	3,43	3,77	3,08	2,64	2,94	7,05	3,30	0,000

DL - Alunos com dificuldades na leitura

DM - Alunos com dificuldades na matemática

DLM - Alunos com dificuldades na leitura e na matemática

²⁸ Encontramos também na literatura o termo contagem verbal silenciosa para designar este tipo de contagem (ANDERSSON; LYXELL, 2007).

CONT - Alunos sem dificuldades de aprendizagem.

*Letras iguais indicam que as médias não diferem.

4.2.4.1 Contar todos

Dos 79 sujeitos participantes desta pesquisa, apenas dois utilizam, em duas situações, a estratégia de contar todos: um participante da 3ª série proveniente do grupo com dificuldades na leitura e na matemática (DLM), e outro da 4ª série proveniente do grupo com dificuldades na leitura (DL). Assim, não foi encontrada diferença significativa entre as médias alcançadas pelos quatro grupos em relação à estratégia contar todos.

4.2.4.2 Contar a partir do menor

Dos 79 sujeitos da pesquisa, 10 utilizaram a estratégia de *contar a partir do menor*: três participantes do grupo com dificuldades na leitura (DL) – um da 4ª série usou três vezes e dois (um da 4ª e outro da 6ª) usaram uma vez; seis participantes do grupo com dificuldades na leitura e na matemática (DLM) – cinco utilizaram uma vez (dois da 5ª, um da 4ª e dois da 3ª) e um da 3ª usou duas vezes; e um participante do grupo controle (CONT) da 4ª série que utilizou uma vez. Nenhum aluno do grupo com dificuldade na matemática (DM) utilizou esta estratégia espontaneamente. Não foi encontrada diferença significativa entre os grupos em relação à utilização da estratégia de contar a partir do menor ($p=0,202$).

4.2.4.3 Contar a partir do maior

No que se refere à estratégia de *contar a partir do maior*, o grupo de alunos sem dificuldades de aprendizagem obteve uma média significativamente inferior em comparação ao grupo com dificuldades na leitura e matemática (DLM) que faz uso mais freqüente deste tipo de estratégia ($p= 0,003$). Não foi observada diferença significativa entre os demais grupos.

4.2.4.4 Contagem interna

Não foi evidenciada diferença significativa entre as médias obtidas pelos grupos na estratégia de contagem interna ($p=0,89$). Na verdade, todos os grupos fazem uso desta estratégia, no entanto, nenhum deles a utiliza de forma mais significativa do que outro.

4.2.4.5 Decomposição

Os dados encontrados revelam que a média obtida pelo grupo com dificuldades na leitura e matemática (DLM) é significativamente inferior à média apresentada pelo grupo com dificuldades na leitura (DL) ($p=0,037$). Não foi encontrada diferença significativa para o uso da estratégia de decomposição em relação aos demais grupos da pesquisa.

4.2.4.6 Recuperação da memória

Os resultados apresentados na Tabela 10 revelam que a média de utilização da estratégia de recuperação da memória pelos alunos sem dificuldades de aprendizagem é significativamente superior em relação às apresentadas pelos alunos com dificuldades na matemática (DM) e na leitura e matemática (DLM) ($p= 0,000$). A média obtida pelo grupo sem dificuldades é de 7,05, enquanto que as médias dos grupos com dificuldades na matemática (DM) e na leitura e matemática (DLM) são de 3,77 e 2,64, respectivamente. Tais resultados sugerem que os alunos que apresentam dificuldades na matemática, independente de evidenciarem problemas na leitura ou não, utilizam menos a estratégia de recuperação da memória para a resolução de fatos básicos, em relação ao grupo que não apresenta dificuldades.

4.2.4.7 Acertos na recuperação

A Tabela 11 mostra as médias de acertos na recuperação obtidas pelos grupos.

TABELA 11 – Média e desvio padrão do número de acertos obtidos pelos diferentes grupos quando a escolha espontânea da estratégia foi a recuperação dos fatos de adição da memória.

	DL (n=20)		DM (n=13)		DLM (n=25)		CONT (n=21)		P- Valor
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	
Acertos na recuperação	4,70	3,43ab	3,77	3,08a	2,24	2,91a	6,95	3,26b	0,000

DL - Alunos com dificuldades na leitura

DM - Alunos com dificuldades na matemática

DLM - Alunos com dificuldades na leitura e na matemática

CONT - Alunos sem dificuldades de aprendizagem.

*Letras iguais indicam que as médias não diferem.

Os alunos sem dificuldades de aprendizagem (CONT) apresentaram uma média de acertos, ao usarem a estratégia de recuperação imediata da memória, significativamente superior às médias obtidas pelos alunos com dificuldades na matemática (DM) e na leitura e matemática (DLM) ($p= 0,000$). Enquanto que a média de acertos obtida pelo grupo controle (CONT) foi de 6,95, a média do grupo com dificuldades na matemática (DM) foi praticamente a metade daquela 3,77, e a do grupo com dificuldades na leitura e matemática (DLM) mostrou-se inferior (2,24).

Tarefa 2

Em um segundo momento, os alunos foram solicitados a resolver os problemas de adição simples, utilizando apenas a estratégia de recuperação da memória. A Tabela 12 apresenta tais resultados.

TABELA 12 – Média e desvio padrão do número de acertos obtidos pelos diferentes grupos na tarefa de adição simples quando a recuperação de fatos da memória era a única opção de estratégia a ser usada.

	DL (n=20)		DM (n=13)		DLM (n=25)		CONT (n=21)		P-Valor
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	
Tarefa 2	9,55	3,77ab	7,54	2,66a	7,52	3,80a	11,05	2,95b	0,003

DL - Alunos com dificuldades na leitura

DM - Alunos com dificuldades na matemática

DLM - Alunos com dificuldades na leitura e na matemática

CONT - Alunos sem dificuldades de aprendizagem.

*Letras iguais indicam que as médias não diferem.

Quando os diferentes grupos da pesquisa tinham somente a opção de uso da estratégia de recuperação da memória para a resolução de fatos básicos, o grupo controle (CONT) apresentou uma média de acertos significativamente maior do que as médias evidenciadas pelos alunos com dificuldades na matemática (DM) e na leitura e matemática (DLM) ($p=0,003$).

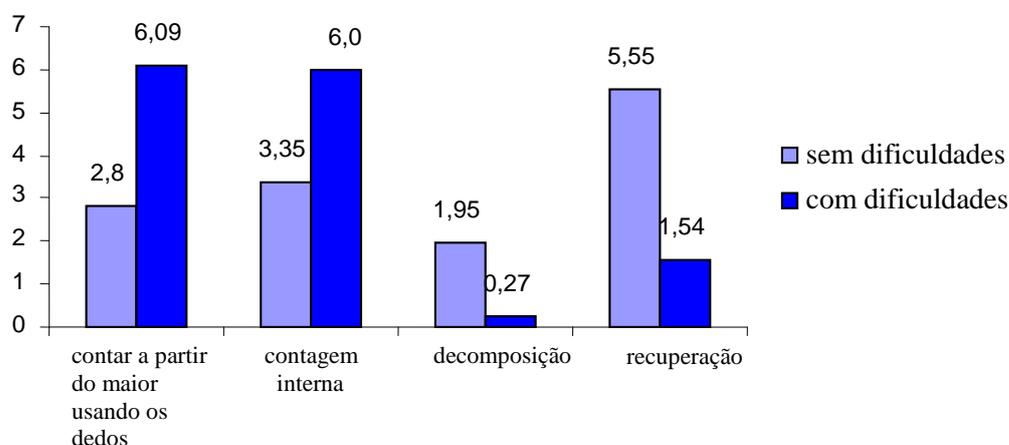
4.2.5 Desempenho das turmas de 4ª e 6ª séries nas tarefas de cálculo de adição simples – Estratégias e procedimentos utilizados

Para verificarmos a evolução no uso das estratégias e procedimentos de contagem de 4ª para 6ª série, buscamos a média da frequência de uso espontâneo das estratégias e procedimentos de contagem daqueles alunos da seguinte forma:

- As médias dos alunos sem dificuldades na matemática, de 4ª e de 6ª séries, foram obtidas do grupo controle (CONT) e do grupo com dificuldades na leitura apenas (DL).
- As médias dos alunos com problemas na matemática foram obtidas dos grupos com dificuldades na matemática (DM) e com dificuldades na leitura e na matemática (DLM).

O Gráfico 2 apresenta um comparativo entre o uso de estratégias na resolução de cálculos de adição simples pelos alunos de 4ª série, com e sem dificuldades na matemática.

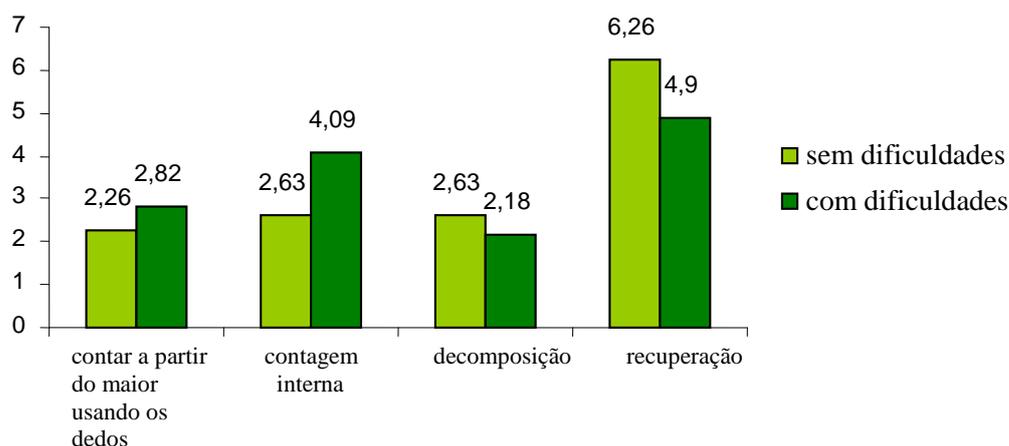
Gráfico 2 – Frequência no uso de estratégias pelos alunos de 4ª série com e sem dificuldades



É possível observar que os alunos de 4ª série com dificuldades na matemática, quando comparados aos alunos sem problemas nesta área, utilizam com maior frequência a estratégia de contar a partir do maior usando os dedos e a estratégia de contagem interna. As estratégias mais sofisticadas, do tipo decomposição e recuperação da memória, fazem parte do repertório espontâneo das estratégias usadas pelos alunos sem dificuldades na matemática, ao passo que uma parcela muito pequena das crianças de 4ª série com problemas fazem uso de tais estratégias.

O Gráfico 3 compara a frequência no uso de estratégias para a resolução de cálculos de adição simples pelos alunos de 6ª série, com e sem dificuldades na matemática.

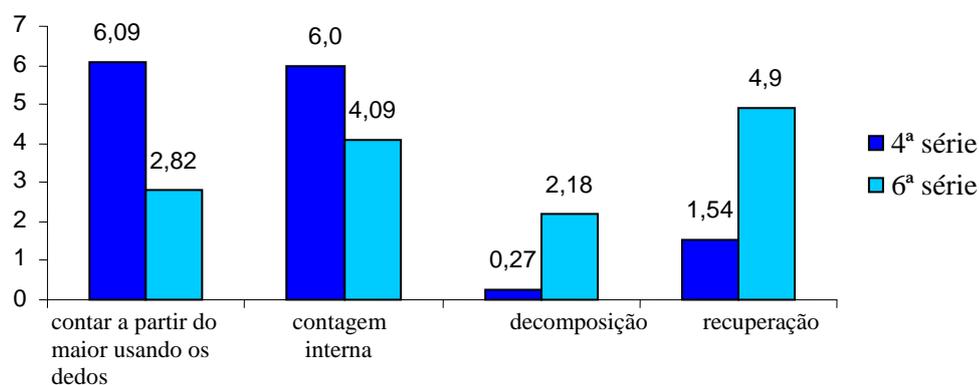
Gráfico 3 - Uso de estratégias pelos alunos de 6ª série com e sem dificuldades



Conforme o Gráfico 3 ilustra, os alunos de 6ª série com dificuldades na matemática ainda tendem a fazer um maior uso das estratégias mais primitivas do tipo contar a partir do maior usando os dedos e contagem interna, do que os alunos sem dificuldades. Tais alunos utilizam com maior frequência as estratégias de decomposição e de recuperação de fatos da memória.

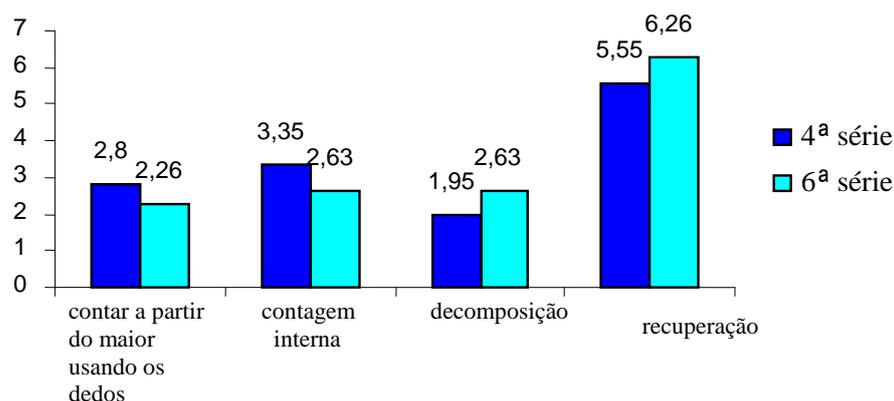
O Gráfico 4 apresenta uma comparação entre a frequência de uso dos diferentes tipos de estratégias, na resolução de cálculos de adição simples, entre os alunos de 4ª e 6ª séries com dificuldades na matemática.

Gráfico 4 - Estratégias utilizadas pelos alunos de 4ª e 6ª séries com dificuldades na matemática



O Gráfico 5 apresenta uma comparação entre o uso de estratégias na resolução de cálculos de adição simples entre os alunos de 4ª e 6ª séries sem dificuldades na matemática.

Gráfico 5 – Estratégias utilizadas pelos alunos de 4ª e 6ª séries sem dificuldades na matemática



Ao compararmos o uso espontâneo de estratégias e procedimentos de contagem entre os alunos de 4ª e 6ª séries, com e sem dificuldades na matemática (Gráficos 4 e 5), novamente verifica-se uma tendência dos alunos com dificuldades de usarem com maior frequência estratégias e procedimentos imaturos para resolver os problemas de adição

simples propostos. Já os alunos sem dificuldades tendem a se apoiar mais nas estratégias de decomposição e de recuperação. É possível observar que, de 4^a para a 6^a série, existe uma tendência evolutiva de uso de estratégias mais sofisticadas e procedimentos de contagem menos primitivos, tanto nos alunos que têm dificuldades quanto naqueles que não têm. No entanto, para os alunos com dificuldades, tal evolução se dá de forma mais lenta, pois eles ainda evidenciam, em maior escala, o uso de estratégias e procedimentos mais primitivas de contagem em detrimento das estratégias de decomposição e de recuperação, estratégias mais maduras, econômicas e que permitem chegar a um maior automatismo.

4.2.6 Síntese dos resultados

Os resultados encontrados revelam que os diferentes grupos participantes desta pesquisa apresentam perfis cognitivos distintos. Os alunos sem dificuldades de aprendizagem evidenciam um melhor desempenho, em relação àqueles com dificuldades, em todos os grupos de habilidades avaliadas: processamento fonológico, memória de trabalho (componente executivo central), senso numérico e uso de estratégias e procedimentos de contagem e de recuperação da memória.

Para os alunos com dificuldades na leitura (DL), a consciência fonológica e a velocidade de processamento foram as habilidades de processamento fonológico que se mostraram mais prejudicadas. Para aqueles com dificuldades apenas na matemática (DM), a memória de relatos foi a habilidade de processamento fonológico que pareceu estar em defasagem. Além disso, este grupo demonstrou utilizar estratégia e procedimentos de contagem menos maduros.

Aqueles que apresentaram a coexistência de dificuldades na leitura e na matemática (DLM) demonstraram enfrentar problemas com todos os grupos de habilidades avaliadas. Para estes alunos, a consciência fonológica e a velocidade de processamento são as habilidades de processamento fonológico que estão deficitárias. Tal grupo caracterizou-se também por apresentar um senso numérico pouco desenvolvido, assim como defasagens no componente executivo central da memória de trabalho. O grupo com DLM evidenciou um atraso no desenvolvimento das estratégias de contagem, utilizando com maior frequência as estratégias de *contar a partir do maior* e com menor frequência as de recuperação da memória.

5 DISCUSSÃO

Com o intuito de melhor compreendermos as relações existentes entre as dificuldades na leitura e na matemática, realizamos tarefas que avaliam processamento fonológico, senso numérico, memória de trabalho (executivo central) e estratégias de contagem e de recuperação aos diferentes grupos que compuseram esta pesquisa: alunos com dificuldades na leitura; alunos com dificuldades na matemática; alunos com dificuldades na leitura e na matemática; e alunos sem dificuldades. A resolução de tais tarefas possibilitou-nos descrever o perfil cognitivo que caracterizou os diferentes grupos.

Inicialmente, retomamos os objetivos específicos de pesquisa para que possam guiar a nossa discussão:

1) Verificar se falhas nas habilidades de processamento fonológico podem estar associadas aos problemas enfrentados pelos alunos que apresentam a coexistência de dificuldades na leitura e matemática ou que apresentam defasagens exclusivamente na leitura ou na matemática.

2) Verificar se os problemas enfrentados pelos alunos que apresentam a coexistência de dificuldades na leitura e matemática ou que apresentam defasagens exclusivamente na matemática podem estar associados a um senso numérico pouco desenvolvido.

3) Verificar se os alunos que apresentam a coexistência de dificuldades na leitura e na matemática ou que apresentam problemas exclusivamente na leitura ou na matemática mostram defasagens no componente executivo central da memória de trabalho.

4) Verificar quais os tipos de estratégias e procedimentos de contagem caracterizam os alunos com e sem dificuldades de aprendizagem na matemática.

5) Verificar se existe diferença no uso de estratégias procedimentais e de recuperação da memória em alunos da 4ª série comparados aos alunos da 6ª série, com e sem dificuldades de aprendizagem.

O primeiro objetivo nos encaminha à análise do desempenho dos diferentes grupos nas tarefas de processamento fonológico (consciência fonológica, memória fonológica e velocidade de processamento). O segundo objetivo nos remete ao desempenho dos grupos na tarefa de senso numérico. O terceiro objetivo nos conduz à

análise do desempenho dos grupos nas tarefas de memória de trabalho com informação não numérica (tarefa 1) e informação numérica (tarefa 2). Os objetivos 4 e 5 nos reportam às estratégias de contagem utilizadas pelos grupos.

5.1 PROCESSAMENTO FONOLÓGICO

Nosso objetivo de pesquisa em relação ao processamento fonológico era verificar se falhas nas habilidades de processamento fonológico podem estar associadas aos problemas enfrentados pelos alunos que apresentam a coexistência de dificuldades na leitura e na matemática, ou que apresentam defasagens exclusivamente na leitura ou na matemática.

O estudo evidenciou que praticamente todas as habilidades de processamento fonológico (exceto as de memória fonológica para dígitos, frases e relatos) avaliadas neste estudo mostraram-se relacionadas ao baixo desempenho dos alunos do grupo com dificuldades na leitura e na matemática (DLM). Estes alunos demonstraram o pior desempenho em relação aos demais nas tarefas de consciência fonêmica e velocidade de processamento.

O grupo de alunos com dificuldades exclusivamente na leitura (DL) evidenciou falhas na consciência fonêmica e na velocidade de processamento de números e números e letras.

A memória fonológica para relatos foi a única habilidade de processamento fonológico que pareceu causar problemas para o grupo com dificuldades exclusivamente na matemática (DM).

A seguir discutimos os resultados referentes ao processamento fonológico.

5.1.1 Consciência Fonológica

Os resultados evidenciados para a consciência fonológica revelam que esta habilidade encontra-se em defasagem nos alunos provenientes dos grupos com dificuldades na leitura (DL) e na leitura e matemática (DLM). Dito de outra forma, os alunos que apresentam dificuldades na leitura, com ou sem dificuldades na matemática, encontraram problemas com a consciência fonológica. Estes dois grupos da pesquisa demonstraram dificuldade com tal habilidade que diz respeito à consciência e ao acesso à estrutura de sons que formam a linguagem oral. Tal dificuldade envolveu a

identificação e a manipulação de fonemas, já que a consciência da sílaba não ofereceu problemas para aqueles grupos. Resultados similares têm sido apontados por outras pesquisas demonstrando que dificuldades com a consciência fonológica, em especial a consciência fonêmica, interferem diretamente na aquisição e no domínio das correspondências letra-som necessárias a uma leitura fluente (CHIAPE, 2005, GUIMARÃES, 2003, HECHT *et al.*, 2001, CARDOSO-MARTINS, 1995).

5.1.2 Memória Fonológica Para Dígitos, Frases e Relatos

É possível observar que, nas tarefas de memória fonológica para dígitos e frases, os resultados obtidos pelo grupo de alunos sem dificuldades e pelos diferentes grupos com dificuldades são bastante similares. Já para a tarefa que avaliou a memória de relatos, constatou-se que os alunos com dificuldades na matemática (DM) apresentaram um desempenho significativamente abaixo daquele evidenciado pelos alunos sem dificuldades de aprendizagem.

A tarefa de *digit span* é a que tem sido utilizada com maior frequência na literatura para avaliar a memória fonológica. No presente estudo, incluímos também a memória de relatos e frases, solicitando que os alunos mantivessem, em seu sistema de memória de curto prazo, informações fonológicas de dígitos, frases e pequenos relatos, sequencialmente ordenadas. A tarefa que avaliou a memória de relatos é longa e complexa (maior quantidade de informação para ser armazenada), e foi nesta tarefa que encontramos uma desvantagem dos alunos com dificuldades na matemática em relação aos demais. Portanto, ficou evidenciada uma menor capacidade da memória fonológica nos alunos com dificuldades na matemática quando a tarefa em questão exigia maior demanda cognitiva.

Uma possível interpretação para tal resultado seria um atraso no desenvolvimento do componente fonológico da memória de trabalho nos alunos com dificuldades na matemática. No entanto, esta é apenas uma suposição, pois nosso estudo não compreendeu uma amostra de controle com sujeitos mais jovens o que seria fundamental para se chegar a tal conclusão. Andersson e Lyxell (2007) encontraram um resultado semelhante ao comparar o desempenho, em várias tarefas de memória de trabalho, de alunos com dificuldades na matemática e com dificuldades na leitura e na matemática com uma amostra de controle da mesma idade cronológica e outra de controle mais jovens. Os autores evidenciaram um baixo desempenho na memória

fonológica (lista de dígitos e lista de palavra) não só no grupo com dificuldades na matemática, mas também no grupo com problemas nas duas áreas, interpretando este achado como um possível atraso no desenvolvimento do componente fonológico da memória de trabalho naqueles grupos de alunos.

É importante lembrar que os itens avaliados aqui se referem ao componente fonológico da memória de trabalho e que, como já apontado anteriormente, a literatura não apresenta resultados conclusivos quanto ao papel que a memória fonológica exerce sobre as atividades de leitura e matemática. Enquanto parece haver um considerável consenso em relação ao importante papel que a memória fonológica desempenha sobre a fluência em leitura (CAPOVILLA; GÜTSCHOW; CAPOVILLA, 2004b, CAPOVILLA; CAPOVILLA, 2004b, SALLES, 2004), o mesmo não ocorre em relação à matemática. Nosso estudo não evidenciou diferenças significativas na tarefa de memória de dígitos entre os grupos com e sem dificuldades. Resultados semelhantes a este são apresentados por Geary *et al.* (1999, 2000) que indicam que os alunos com baixo rendimento em matemática obtiveram desempenho normal nas tarefas de digit span. Resultados distintos foram encontrados por McLean e Hitch (1999) que mostram que os alunos com dificuldades na aritmética apresentaram um desempenho significativamente mais baixo na tarefa de digit span, do que os alunos sem dificuldades nesta área.

Compreender tal diversidade de resultados nos reporta à discussão inicial deste trabalho que pontua a complexidade da área de dificuldade de aprendizagem quanto à definição e à avaliação das mesmas. No caso da memória fonológica, em particular, encontramos nos trabalhos citados acima o uso de diferentes instrumentos para avaliar tal habilidade. Alguns estudos utilizam apenas a tarefa de digit span, outros incluem tarefas com informação não-numérica, do tipo pseudopalavras. É preciso considerar também que os diversos trabalhos, ao classificarem suas amostras de alunos com dificuldades na matemática, avaliaram diferentes subáreas da matemática (cálculo de adição simples, resolução de problemas), usando, desta forma, diferentes critérios para definir a população de alunos que enfrentam problemas com a matemática. Seguindo esta linha de raciocínio, é natural encontrarmos resultados discrepantes quanto à memória fonológica, já que distintas tarefas de matemática requerem diferentes demandas cognitivas exigindo, assim, recursos da memória fonológica também diversos.

5.1.3 Velocidade de Processamento

Os resultados mostraram que os alunos sem dificuldades (CONT) apresentaram o menor tempo (maior velocidade) para o processamento das três tarefas propostas: letras, números, e números e letras. Já os alunos com dificuldades na leitura (DL) e na leitura e na matemática (DLM) mostraram desempenho inferior naquelas tarefas, necessitando de um tempo maior (menor velocidade) para o processamento.

É possível observar que os alunos que apresentam dificuldade na matemática, mas um bom desempenho em leitura, não demonstraram desvantagem na velocidade de processamento, ao contrário, foram capazes de processar letras, e números e letras com uma maior velocidade do que os alunos com dificuldades na leitura e na matemática (DLM).

Tais achados sugerem que o baixo desempenho em leitura está associado com a baixa velocidade de processamento, já que os alunos com dificuldades na leitura (DL), independente de seu desempenho em matemática, apresentaram uma baixa velocidade de processamento. Um padrão similar de resultados foi encontrado por Geary *et al.* (2000) ao observar que alunos com dificuldades na leitura e na matemática e alunos com dificuldades apenas na leitura apresentam uma velocidade na articulação de palavras conhecidas (medida de velocidade de processamento) mais baixa do que os alunos sem dificuldades de aprendizagem. A pesquisa de Capovilla e Capovilla (2004b), comparando o desempenho de bons e maus leitores, evidenciou que aqueles com dificuldades discriminam mais lentamente pares de sílabas apresentadas em rápida sucessão, com curtos intervalos entre estímulos (medida de velocidade de processamento) quando comparados aos bons leitores. O trabalho de Anderson (2008) também revelou que os alunos com dificuldades na leitura e na matemática apresentam problemas ligados a velocidade de processamento, já que estes realizaram a tarefa de identificar, o mais rápido possível, pares de números semelhantes (*number matching task*) de forma significativamente mais lenta do que os alunos sem dificuldades.

5.2 SENSO NUMÉRICO

Quanto ao senso numérico, tínhamos o objetivo de verificar se os problemas enfrentados pelos alunos que apresentam a coexistência de dificuldades na leitura e na

matemática ou que apresentam defasagens exclusivamente na matemática podem estar associados a um senso numérico pouco desenvolvido.

De acordo com nossos resultados, o senso numérico demonstrou ser uma habilidade prejudicada no grupo de alunos com dificuldades na leitura e na matemática (DLM). No entanto, para o grupo com problemas exclusivamente na matemática (DM) que compôs nossa amostra, o senso numérico não evidenciou ser uma habilidade pouco desenvolvida, contrariando nossa hipótese de pesquisa. Abaixo discutimos tais resultados.

Conforme apontamos anteriormente, um senso numérico pouco desenvolvido pode se dever a uma representação e/ou processamento imaturo dos números (GEARY, 2004) que ocasiona defasagens na compreensão e flexibilidade no seu uso e acarreta problemas para o desenvolvimento de habilidades do tipo contagem, realização de operações, estimativas e cálculo mental.

Nossa forma de compreender os resultados encontrados no grupo com DLM quanto ao senso numérico, propõe que as dificuldades surgidas estão associadas aos demais resultados que temos encontrado até então. Este grupo demonstrou defasagens nas várias tarefas avaliadas: consciência fonológica, memória de trabalho (componente executivo central), velocidade de processamento, recuperação de fatos da memória. Assim, podemos pensar que um desenvolvimento inadequado de competências cognitivas de ordem geral acarretaria falhas na habilidade de representar e/ou processar informação numérica o que, por sua vez, reflete em um senso numérico pouco desenvolvido. Estamos nos referindo ao efeito São Mateus mencionado anteriormente em relação à leitura, e que é válido, do mesmo modo, para a aprendizagem da matemática. Se o aluno apresenta dificuldades no senso numérico, não interage de forma significativa com os contextos que envolvem número (quantificar, relacionar e comparar), acentuando-se, assim, suas dificuldades iniciais.

Resultados como este vêm reforçar o que as pesquisas, de um modo geral, têm apontado em relação à maior severidade das dificuldades apresentadas pelos alunos com DLM, em relação àqueles com problemas exclusivos na matemática ou na leitura (JORDAN, MONTANI, 1997, JORDAN, HANICH, 2000). Isto pode ocorrer em função de diferentes tipos de dificuldades subjacentes às habilidades de domínio geral associadas com a co-ocorrência de dificuldades na leitura e na matemática, conforme mostramos no item 2.5, e reflete em problemas que podem abranger várias áreas do

desenvolvimento, ou seja, problemas que não são específicos somente à leitura ou à matemática (GEARY *et al.* 2004, GEARY *et al.*, 2007).

De acordo com o nosso estudo, o senso numérico não evidenciou ser uma habilidade pouco desenvolvida no grupo de alunos com dificuldades apenas na matemática (DM). Tal resultado surpreendeu-nos uma vez que encontramos dados na literatura que apontam que os alunos com DM, independente de evidenciarem problemas com a leitura ou não, enfrentam dificuldades com o senso numérico refletindo em uma baixa flexibilidade e familiaridade com os números e uma pobre compreensão do que os números representam, características estas que acabam por comprometer o desempenho e a proficiência do aluno nesta área. Apresentamos a seguir algumas possíveis explicações para justificar tal resultado, além daquela referente ao tamanho da amostra do grupo com dificuldades na matemática (DM), já citada anteriormente, como uma limitação do estudo.

A primeira diz respeito ao ponto de corte determinado para compor a amostra do estudo. O ponto de corte utilizado neste estudo para definir os alunos com dificuldades na matemática foi de escores que se situavam até o percentil 25. Estudos recentes têm chamado atenção de pesquisadores da área de dificuldades de aprendizagem para o fato de que diferentes pontos de corte para os escores de desempenho em matemática - mais restritivos (< 5th ou 10th percentil) ou mais lenientes (< 30th percentil) - acabam por produzir grupos de alunos com dificuldades que diferem substancialmente em seu perfil de desempenho em matemática e nas habilidades relacionadas a ela (GEARY *et al.*, 2007, MURPHY, *et al.*, 2007). Seria necessário investigar se os estudos que têm apontado baixo senso numérico nos alunos com dificuldades na matemática utilizaram um ponto de corte mais restritivo ou leniente, informação esta nem sempre presente na literatura.

Outra possibilidade seria a de que as dificuldades na aritmética apresentadas pelos alunos que compuseram nosso grupo com DM estariam menos relacionadas aos aspectos de senso numérico referentes à compreensão de magnitude, ao senso de quantidade, ao uso de linha numérica mental, e à compreensão de conceitos tais como “maior do que”. Por outro lado, as dificuldades enfrentadas pelos alunos com DM estariam mais voltadas para problemas com os procedimentos e estratégias de contagem já que este grupo evidenciou defasagem específica nesta variável. É importante lembrar que as estratégias e os procedimentos de contagem também são aspectos que englobam o conceito de senso numérico. No entanto, o escore do Teste de Conhecimento

Numérico reflete o desempenho dos alunos naquele conjunto de habilidades citadas anteriormente.

Estamos retomando aqui a idéia de que o senso numérico refere-se a um conjunto bastante amplo de habilidades, conforme vimos no item 2.5.4, e que o desempenho do grupo com DM no Teste de Conhecimento Numérico (sem diferença significativa em relação aos demais grupos) sugere que alguns elementos de senso numérico podem estar intactos nestes alunos, enquanto outros (estratégias e procedimentos de contagem) mostram-se deficitários (JORDAN, *et al.*, 2003a).

5.3 MEMÓRIA DE TRABALHO (COMPONENTE EXECUTIVO CENTRAL)

Nosso objetivo de pesquisa em relação ao componente executivo central da memória de trabalho era verificar se os alunos que apresentam a coexistência de dificuldades na leitura e na matemática ou que apresentam problemas exclusivamente na leitura ou na matemática mostram defasagens no componente executivo central da memória de trabalho.

Os resultados obtidos pelos diferentes grupos nas tarefas de memória de trabalho com informação não numérica (tarefa 1) e numérica (tarefa 2) demonstraram que o grupo com dificuldades em ambas as áreas de leitura e matemática (DLM) é capaz de armazenar uma menor quantidade de informações tanto numérica quanto não numérica na memória de trabalho em relação aos alunos sem dificuldades. Estes resultados estão de acordo com os achados da literatura que apontam que a memória de trabalho tem se mostrado uma área prejudicada nas crianças que apresentam dificuldades em ambas as áreas de leitura e matemática (GEARY *et al.*, 1999, VAN DER SLUIS; VAN DER LEIJI, 2005, ANDERSSON ; LYXELL, 2007).

Para os alunos com dificuldades apenas na leitura (DL) ou na matemática (DM) que compuseram nossa amostra, a memória de trabalho não pareceu estar relacionada aos problemas enfrentados por tais grupos, indo de encontro a alguns resultados presentes na literatura que mostram que os alunos com dificuldades na leitura e na matemática, isoladamente, demonstram problemas com a memória de trabalho (GEARY, 1993, McLEAN; HICHT, 1999). Como mencionado anteriormente, é possível que este fato tenha sido influenciado pelo tamanho da amostra, em especial, do grupo com dificuldades na matemática (DM), que foi pequeno para revelar diferenças estatisticamente significativas em relação às tarefas de memória de trabalho propostas.

Tal justificativa não se aplicaria ao grupo com dificuldades na leitura (DL) cujo tamanho da amostra regula com o grupo de alunos sem dificuldades e é próximo ao grupo com dificuldades na leitura e matemática (DLM). Uma possível interpretação para a não significância encontrada nesta variável pelo grupo com dificuldades na leitura, refere-se tanto à natureza distinta das tarefas utilizadas para avaliar a memória de trabalho, quanto à divergência de instrumentos usados para selecionar os grupos com dificuldades de aprendizagem, pontos estes já citados anteriormente (ver itens 2.2 e 2.4.4.3). Diferentes grupos de crianças atendem os critérios para dificuldades na leitura e/ou na matemática dependendo de quais instrumentos são usados para a identificação. Além disso, critérios mais lenientes ou mais restritivos acabam por formar diferentes amostras de alunos com perfis cognitivos distintos (MURPHY *et al.*, 2007). Estes aspectos acabam por gerar dados controversos e tornam a comparação e validação de resultados obtidos em diferentes pesquisas uma tarefa bastante complexa.

As tarefas avaliadas neste item estão relacionadas com o executivo central, um dos componentes do modelo de memória de trabalho apresentado por Baddeley e Hicht (1974), responsável por regular a atenção, atendendo prioritariamente uma informação relevante e inibindo a informação irrelevante (ANDERSSON; LYXELL, 2007, D'AMICO; GUARNERA, 2005). É sabido que tais processos são fundamentais para o sucesso nas aprendizagens da leitura e da matemática (SIEGEL; RYAN, 1989). Assim, é possível evidenciar que o grupo com dificuldades na leitura e na matemática (DLM) que compôs este estudo demonstrou problemas no executivo central, envolvendo tanto informações numéricas como não numéricas, indo ao encontro dos resultados apresentados por Siegel e Ryan (1989) que observaram que os alunos com a coexistência de dificuldades na leitura e na matemática apresentam problemas nas tarefas do executivo central que envolvem informação numérica e lingüística (palavras). Do mesmo modo, resultados semelhantes foram encontrados por Andersson e Lyxell (2007) ao constatarem que alunos com problemas na leitura e na matemática apresentam dificuldades no componente executivo central da memória de trabalho no que diz respeito ao processamento e armazenamento simultâneo de informação numérica e verbal. Conforme vários trabalhos têm apontado (ver item 2.4.4.4), os recursos da memória de trabalho parecem apoiar uma variedade de processos aritméticos e numéricos, do tipo procedimentos de contagem para resolver problemas de adição simples até a resolução de problemas mais complexos (BULL *et al.*, 1999, GEARY, 1990). Deste modo, uma dificuldade com o executivo central parece contribuir para

identificar a contagem e as tarefas aritméticas, justamente as áreas em que o grupo de alunos com dificuldades na leitura e na matemática (DLM) evidenciaram problemas.

5.4 ESTRATÉGIAS E PROCEDIMENTOS DE CONTAGEM UTILIZADOS PELOS DIFERENTES GRUPOS

Em relação às estratégias e procedimentos de contagem, queríamos verificar quais os tipos de estratégias que caracterizam os alunos com e sem dificuldades de aprendizagem na matemática. Foi possível observar que os alunos com dificuldades na matemática usaram quase que exclusivamente estratégias baseadas na contagem, enquanto que aqueles sem dificuldades utilizaram as estratégias de decomposição e de recuperação da memória com maior frequência.

Tínhamos também como objetivo verificar se haveria diferença no uso de estratégias procedimentais e de recuperação da memória em alunos de 4ª e 6ª série. Nossos resultados indicaram que os alunos sem dificuldades na matemática aumentaram o uso de estratégias de recuperação e diminuíram o uso de estratégias baseadas na contagem, da 4ª para a 6ª série. Tal mudança também se evidenciou para os alunos com dificuldades na matemática, no entanto ela parece ocorrer em menor escala. A seguir discutimos estes resultados.

Vimos que, quando os alunos tinham a possibilidade de optar pelo uso da estratégia que melhor lhes conviesse, não houve diferença no desempenho evidenciado pelo grupo sem dificuldades e os grupos com dificuldades de aprendizagem na matemática (Tabela 9). Ficou evidente aqui que os alunos com dificuldade persistem usando estratégias menos maduras de contar nos dedos que demandam mais tempo e mais recursos da memória de trabalho, dado este condizente com outras pesquisas da área (GEARY *et al.*, 1991, JORDAN; MONTANI, 1997, OSTAD, 1997, ORRANTIA *et al.*, 2002). Por outro lado, este resultado contradiz alguns achados da literatura que apontam que os alunos com dificuldades na matemática cometem mais erros de contagem do que os alunos sem dificuldades (GEARY, 1993, GEARY *et al.*, 2000). Em nossa pesquisa, isto só se evidenciou quando os alunos não tinham mais a opção de uso das estratégias de contagem.

Assim, quando a estratégia de recuperação da memória foi posta como condição única para a resolução da tarefa do cálculo de adição simples, o resultado encontrado foi bastante diferente. Nesta situação, o desempenho obtido pelos alunos sem dificuldades

foi superior àquele evidenciado pelos alunos com dificuldades na matemática (DM) e na leitura e na matemática (DLM). Resultados que vão nesta mesma direção, apresentados pelas pesquisas de Ashcraft *et al.* (1992), mostram que, quando os alunos com dificuldades na matemática recuperam dados da memória de longo prazo, cometem muito mais erros do que aqueles sem dificuldades. Como visto anteriormente, a dificuldade para recuperar fatos da memória tem sido uma característica freqüentemente citada na literatura por diferenciar os alunos sem dificuldades daqueles que apresentam dificuldades na matemática e na leitura (DLM) ou apenas na matemática (DAM) (GEARY, 1990, 1993, 2004, JORDAN; MONTANI, 1997).

Novamente em conformidade com outras pesquisas da área, observamos que os alunos com dificuldades na leitura e na matemática (DLM) utilizam com maior freqüência a estratégia de *contar a partir do maior* em relação aos alunos sem dificuldades. Tal resultado não se verificou no grupo com dificuldades apenas na matemática (DM) o que pode ter ocorrido em função do pequeno tamanho da amostra deste grupo em comparação aos demais, como já dissemos anteriormente.

O grupo de alunos sem dificuldades (CONT) demonstrou utilizar estratégias mais maduras do tipo decomposição e recuperação da memória em relação aos alunos com dificuldades na matemática, com ou sem a presença de dificuldades na leitura. Tais resultados são condizentes com a literatura que mostra que os alunos com DM e também aqueles com DLM utilizam o procedimento de contar nos dedos por mais tempo e não demonstram mudanças no uso de estratégias procedimentais para aquelas apoiadas na memória (GEARY *et al.*, 1991, JORDAN; MONTANI, 1997, ORRANTIA *et al.*, 2002).

A pesquisa não apontou o uso de estratégias mais primitivas do tipo contar todos, ou contar a partir do menor como sendo uma característica marcante nos alunos com dificuldades na matemática. Foram poucos os participantes do estudo que fizeram uso daquelas estratégias (ver item 4.2.4), evidenciando que os alunos com dificuldades que compuseram nossa amostra já demonstraram uma substituição de procedimentos mais primitivos do tipo *contar todos*, para os procedimentos de *contar a partir do maior*. De fato, a literatura comprova que tais mudanças tendem a ocorrer mais tardiamente nos alunos com dificuldades na matemática, mas que, ao final do Ensino Fundamental, muitos alunos com DM e DLM eventualmente abandonam as estratégias de contar nos dedos passando a utilizar estratégias de contagem verbal. Estas mudanças sugerem um atraso no desenvolvimento das estratégias procedimentais de contagem

(GEARY *et al.*, 1991, JORDAN; MONTANI, 1997, GEARY *et al.*, 2000, ORRANTIA, 2002).

No entanto, os resultados referentes à recuperação imediata de fatos básicos da memória mostraram que os grupos que apresentavam problemas na matemática (DM e DLM) não evidenciaram mudanças no uso de estratégias procedimentais para o uso de estratégias apoiadas na memória, o que, segundo autores como Geary *et al.* (1991), Jordan e Montani (1997) e Orrantia *et al.* (2002), vem a caracterizar diferenças no desenvolvimento e não um atraso. Como apontado anteriormente, a dificuldade para recuperar fatos da memória de longo prazo impede os alunos de desenvolverem fluência no aprendizado da matemática.

5.5 ESTRATÉGIAS E PROCEDIMENTOS UTILIZADOS NAS TAREFAS DE CÁLCULO DE ADIÇÃO SIMPLES PELAS TURMAS DE 4ª E 6ª SÉRIES COM E SEM DIFICULDADES NA MATEMÁTICA

Os resultados indicam que da 4ª para 6ª série parece haver uma tendência evolutiva a favor da mudança no uso de estratégias *de contar a partir de* usando os dedos para as estratégias mais sofisticadas do tipo decomposição e recuperação da memória. Os dados apontam que tal tendência ocorre tanto nos alunos com, como nos alunos sem dificuldades na matemática. Entretanto, observamos que, nos alunos com dificuldades, de 4ª para 6ª série, ainda existe uma alta frequência no uso das estratégias mais imaturas em detrimento de uma menor frequência no uso das estratégias de decomposição e de recuperação da memória. Um movimento inverso a este ocorre nos alunos sem dificuldades que, de 4ª para a 6ª série, passam a utilizar com menor frequência as estratégias de contar a partir de e de contagem interna, passando a utilizar com uma frequência maior as estratégias de decomposição e de recuperação da memória. Resultados similares a estes, apontando uma evolução no uso das estratégias procedimentais de contagem e um uso maior das estratégias de recuperação com o avanço das séries educacionais, são encontrados em várias pesquisas da área (GEARY, 1990, GEARY *et al.*, 1991, 2000, JORDAN; HANICH, 2000, HANICH *et al.*, 2001, ORRANTIA *et al.*, 2002)

5.6 FINALIZANDO

Para finalizar o capítulo de discussão dos resultados, retomamos o nosso objetivo geral de pesquisa que era o de verificar se o constructo teórico da Teoria dos Dois Fatores pode explicar a co-ocorrência de dificuldades em leitura e em matemática em alunos brasileiros.

Os dados obtidos nesta pesquisa apontam que o processamento fonológico (consciência fonológica, memória fonológica e velocidade de processamento), o senso numérico e o componente executivo central da memória de trabalho desempenham um importante papel no aprendizado eficiente da leitura e da matemática. O grupo de alunos com problemas nestas duas áreas evidenciou dificuldades que abrangem não somente as tarefas de processamento fonológico, mas também as de memória de trabalho e de senso numérico.

Lembramos que a Teoria dos Dois Fatores, proposta por Robinson *et al.* (2002), sugere que as dificuldades na recuperação dos fatos numéricos (apontada como a habilidade mais prejudicada nas crianças com dificuldades de aprendizagem na matemática) são ocasionadas por uma representação empobrecida dos números na memória de longo prazo, que se dá em função de dois fatores: ou de deficiências nos processamentos fonológicos e/ou de um senso numérico pouco desenvolvido.

Os resultados de nosso estudo concordam com os de Hopkins e Lawson (2006) que propõem um papel de destaque a um dos componentes do processamento fonológico – velocidade de processamento – destaque este não evidenciado por Robinson e seus colaboradores. Hopkins e Lawson (2006) apontam que a velocidade de contagem (velocidade de processamento) é um fator crítico para explicar o porquê de alguns alunos não evidenciarem mudanças no uso de estratégias de *contar a partir do maior* para as estratégias de recuperação. Como bem lembram os autores, para que haja o fortalecimento da associação problema-resposta na memória de longo prazo, é necessário que tanto o problema quanto a resposta calculada sejam ativados, ao mesmo tempo, na memória de trabalho. Se o aluno levar um tempo maior do que 2 a 3 segundos para chegar a uma resposta a um fato básico, a resposta correta pode ser ativada na memória de trabalho, mas o problema em si pode ter se perdido. Ou seja, se o tempo que ocorre entre a codificação do problema e a execução de sua resposta (usando a estratégia que for necessária) exceder o limite disponível pela memória de trabalho, não haverá o fortalecimento necessário da associação fluente problema-

resposta na memória de longo prazo. Do mesmo modo, os autores sugerem que uma baixa velocidade de contagem resultaria em um tempo maior para resolver o problema aumentando, assim, a probabilidade de interferências irrelevantes competindo com informações relevantes na memória de trabalho. Este aspecto estaria relacionado ao componente executivo central da memória de trabalho responsável por inibir informação irrelevante.

Deste modo, a Teoria dos Dois Fatores oferece uma importante contribuição para se compreender a coexistência de dificuldades na leitura e na matemática à medida que sugere que a competência nestas duas áreas é influenciada pelo mesmo núcleo de processamento de habilidades fonológicas. No entanto, sugerimos que se dê um papel de destaque à velocidade de processamento já que nosso estudo evidenciou que os alunos com dificuldades somente na leitura ou na leitura associada à matemática apresentam uma menor velocidade de processamento quando comparados aos alunos sem dificuldades de aprendizagem, resultado este que corrobora os de Hopkins e Lawson (2006).

6 DIFERENTES CONTEXTOS EM QUE OCORRE O DESENVOLVIMENTO COGNITIVO

Nossa pesquisa enfatizou os aspectos internos do indivíduo, procurando destacar quais os processos cognitivos estão subjacentes às dificuldades na leitura e na matemática. Tínhamos como objetivo verificar se os fatores causadores das dificuldades nestas áreas, apontados pela literatura internacional, eram pertinentes à nossa realidade brasileira.

Além disso, pretendíamos identificar, em nosso contexto, outros possíveis fatores, que se fazem presentes e contribuem para agravar os problemas de aprendizagem naquelas áreas. Para tanto, refletimos sobre os aspectos externos ao indivíduo que, de uma forma ou de outra, influenciam diretamente sobre as suas aprendizagens. Neste ponto, foi a prática da pesquisa de campo (10 meses de visitas sistemática às 5 escolas) através das observações informais, das trocas com os professores, orientadores e diretores e, é claro, das intervenções com os 79 alunos participantes da pesquisa, que nos possibilitou contextualizar as situações de ensino-aprendizagem.

Chamou-nos a atenção o bom desempenho no subteste de matemática do TDE de um dos grupos de 3ª série. A professora de turma relatou que a matemática é uma disciplina que muito lhe agrada e que, por isso, a cada aula prepara jogos diversificados, desafios, tarefas em pequenos grupos nas quais os alunos são convidados a pensar e manipular objetos concretos. Comentou que usa o livro didático apenas como um recurso extra e que percebe o retorno dos alunos diante do trabalho que desenvolve em termos de motivação e desempenho. De fato, é sabido que diferentes recursos e materiais têm de ser oferecidos para que se possa dar conta da heterogeneidades dos alunos em termos de potencialidades e dificuldades (MILLER; MERCER, 1997). Ainda mais se tratando de alunos com problemas, o livro didático não contempla situações alternativas que necessitam ser oferecidas (CASAS; CASTELAR, 2004, GINSBURG, 1997). Por outro lado, encontramos em nossa pesquisa alguns professores cuja dinâmica de trabalho (em matemática e nas demais disciplinas) baseava-se exclusivamente no uso do livro didático.

São notórios os sentimentos que a matemática desperta: ansiedade, medo, agitação, frustração (*Vai ter continha? Eu não sou muito bom*). Já aqueles que se saíam bem nesta área sentiam-se muito autoconfiantes (*“Eu sou bom em matemática, sou*

inteligente”). Aqui, fica muito presente o mito de que a matemática é para poucos. As dificuldades em leitura pareceram não repercutir de forma tão negativa nas falas dos alunos como as dificuldades em matemática.

O sair da sala de aula para realizar as intervenções era motivo de muita satisfação para a maior parte dos alunos (*“Amanhã a senhora pode me chamar de novo”*), mesmo tendo “continhas” e outras tarefas que exigiam grande demanda cognitiva. Em algumas ocasiões, as professoras iam certificar-se de que o aluno se encontrava mesmo em atendimento com receio de que estivesse gazeando aula. Situações como estas nos fazem pensar em questões como: O que acontece na sala de aula? O que fazem os alunos na aula de Matemática, de Português? Que experiências de trabalho são proporcionadas? Que universo é esse que desperta um desejo tão grande de “sair para respirar”? Quem sabe a necessidade de vivenciar coisas novas ou, talvez, de receber uma atenção especial, individualizada?

Ficou evidente em nosso trabalho a preocupação das escolas em buscar ajuda para dar conta dos crescentes problemas de aprendizagem que enfrentam. Falas do tipo: *“Que pena que tu não podes ir na 2ª série também, lá tem tanta dificuldade”* são reveladoras de que a situação é preocupante. Ao abrirem suas portas para a pesquisa, as escolas esperam um retorno que ofereça alternativas viáveis de ação.

A angústia de alguns professores também se fez presente em suas falas referentes à preocupação com o programa que tem de ser vencido (*“Hoje tenho que terminar este conteúdo e amanhã começar matéria nova. Já tô atrasada”*) e com a defasagem que alguns alunos apresentam (*“Não sei mais o que fazer, já tentei de tudo com o fulano....”*). Encontramos professores necessitados de ajuda, sentindo-se muitas vezes sozinhos diante de situações difíceis (*“Quando temos reunião não conseguimos discutir estas coisas”*) e que de alguma forma se mostraram aliviados por ter alguém com quem dividir suas angústias. Situações como estas logo nos remeteram às afirmações de Nóvoa (2003) em relação à formação dos professores. O autor destaca a importância de uma formação inicial sólida que possa ter continuidade. Refere que os professores precisam ser assistidos na instituição em que trabalham por um bom programa de formação continuada, que lhes forneça dispositivos de acompanhamento e reflexão do seu fazer pedagógico.

Apenas poucos professores pareceram incomodados com o fato de os alunos saírem da sala de aula por um período. A grande maioria mostrou-se receptiva (*“Pode levar o fulano agora eu sei que é importante para ele”*). Outros se interessaram pela

pesquisa, querendo acompanhar os resultados produzidos. Manifestaram curiosidade diante do trabalho e de conceitos nunca antes estudados (memória de trabalho, consciência fonológica) o que despertou o sentimento de alguns de que é preciso renovar os conhecimentos já adquiridos: *“Acho que eu tô precisando me reciclar”*.

Nas falas dos professores e orientadores estão muito presentes as dificuldades sócio-econômicas e re-estruturação das famílias dos alunos como um dos principais fatores desencadeadores das dificuldades enfrentadas. Com frequência, encontravam justificativas para o não aprender que sugeriam uma relação linear de causa e efeito, (*“O pai perdeu o emprego”*; *“A mãe casou de novo”*). Não podemos deixar de mencionar que tais fatores podem ser agravantes das dificuldades. No entanto, não podem ser encarados como causas únicas dos problemas apresentados pelos alunos, descontextualizando-os do interjogo de fatores que atuam como facilitadores ou inibidores do processo de aprendizagem.

Nas falas dos alunos encontramos outras explicações para seus insucessos: *“A professora é muito chata, ela só grita”*, ou *“Eu não consigo entender quando ela me explica. E ela só explica duas vezes porque diz que a gente não tá prestando atenção direito.”*

Sem dúvida alguma, os desabafos, as angústias vividas pelos alunos, professores e diretores merecem toda a nossa atenção e escuta. São situações que fazem parte do cotidiano tornando o trabalho, muitas vezes, penoso e pouco produtivo. Cabe lembrar aqui que estas queixas não se restringem à realidade brasileira apenas. Países desenvolvidos como é o caso dos Estados Unidos, Espanha, Portugal, Inglaterra, os quais comentaremos a seguir, também apontam problemas da mesma natureza: inadequação do currículo, metodologias mecanicistas, falta de recursos de ensino, formação dos professores. No entanto, a difícil situação sócio-econômica que caracteriza a realidade brasileira somada ao baixo investimento em educação pública contribuem para colocar o Brasil entre os piores, no ranking mundial, em leitura (48º lugar) e matemática (53º lugar), conforme mostram os resultados do PISA (2006)²⁹.

²⁹ O PISA é um programa internacional de avaliação comparada, cuja principal finalidade é produzir indicadores sobre a efetividade dos sistemas educacionais, avaliando o desempenho de alunos na faixa dos 15 anos, idade em que se pressupõe o término da escolaridade básica obrigatória na maioria dos países. No Brasil, o PISA é coordenado pelo INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais.

Ginsburg (1997) considera que o sistema de ensino americano oferece risco para os alunos desenvolverem problemas de aprendizado na matemática já que se baseia em métodos tradicionais que enfatizam a memorização e fazem uso de livros didáticos confusos e sem sentido para os alunos. O autor destaca também falhas na formação dos professores, salas de aula superlotadas e uma cultura que apresenta fobia à matemática.

Seguindo a mesma linha de raciocínio, Miller e Mercer (1997) referem que um currículo empobrecido e materiais didáticos de pouca qualidade, somados à crescente diversidade da população de alunos, tornam a tarefa de dar aula nas escolas americanas de hoje um tremendo desafio. Os autores lembram que muitas vezes os professores têm que decidir se atingirão todos os objetivos curriculares ou dedicarão um tempo extra de ensino para alguns conteúdos de forma que os alunos mais lentos possam acompanhar. Infelizmente, muitos tomam a decisão de seguir adiante o que acaba por gerar resultados devastadores, já que a matemática exige uma hierarquia de conteúdos – novas habilidades são construídas em habilidades aprendidas previamente – e os alunos que vão avançando nos conteúdos, sem alcançar a devida compreensão, enfrentarão problemas cada vez maiores.

Orrantia *et al.* (2002) e Casas e Castelar (2004) expressam sua preocupação com o desempenho em matemática dos alunos espanhóis já que os resultados de uma avaliação nacional recente demonstraram que 50% dos alunos de 13 anos não alcançaram habilidades matemáticas mínimas. Os autores enfatizam que muitos professores do Ensino Fundamental e Médio não acreditam no seu próprio conhecimento de matemática e consideram sua formação insuficiente. Apontam também como falha o fato de 96 a 97% dos professores de matemática basearem o ensino inteiramente no livro didático, que não contempla situações de aprendizagem alternativas para os alunos que estejam enfrentando dificuldades. Como os livros são padronizados, não há como atender às necessidades e características distintas dos alunos. Destacam, ainda, negativamente o fato de os livros didáticos serem elaborados por profissionais que não são e nunca foram professores de sala de aula.

Orrantia (2006) acredita que uma parte importante das dificuldades de aprendizagem é produzida pela desconexão que muitas vezes existe no ensino da aritmética entre o conhecimento informal que os alunos desenvolvem espontaneamente e os conhecimentos formais que aprendem nas aulas. Para o autor, as dificuldades aparecem por meio de um ensino mecânico e sem significado.

Na realidade de Portugal, Vasconcelos (2000) refere uma situação de crise permanente do ensino da matemática englobando desde o Ensino Fundamental até o Superior. A autora destaca que um número significativo de alunos não gosta de matemática e não compreende sua relevância para a vida fora da escola. Aqueles que dão conta desta disciplina, fazem-no através do domínio de técnicas e fórmulas usadas para resolver problemas específicos. Por outro lado, os professores também se mostram descontentes em função de programas curriculares extensos, pouco flexíveis e por demais abstratos, o que torna natural o desinteresse dos alunos. Queixam-se pelo trabalho desenvolvido de forma isolada sem a valorização de trocas de experiências entre os colegas.

Os pontos discutidos acima fornecem-nos, sem dúvida alguma, pistas importantes sobre os outros possíveis fatores (externos ao indivíduo) que contribuem para agravar as dificuldades de aprendizagem na leitura e na matemática. Estes são fatores estressores que atingem sobremaneira aqueles alunos mais vulneráveis (sejam por fatores internos ou externos) às dificuldades de aprendizagem. A afirmação de Golbert (2002) é pertinente ao apontar que os jovens que contam com um ambiente sócio-cultural adequado têm oportunidade de suprir as lacunas originadas no sistema escolar, mas a maior parte dos alunos para os quais a escola pública é o único recurso educativo, acaba tendo suas aspirações frustradas.

Poderíamos citar aqui várias abordagens que, de uma forma ou outra, estão presentes nas discussões sobre as dificuldades de aprendizagem: concepção de ensinar e aprender, formação dos professores, currículo, métodos de ensino, tipo de sociedade em que vivemos, cidadania, diversidade, entre outros. Neste ponto nos indagamos: “O que fazer?” “Por onde começar?” Respostas para tais questões logo nos remetem à idéia de que as soluções não são simples. Bem como lembra Moll (2001), as estratégias de enfrentamento para os problemas educacionais são operações complexas, permanentes, coletivas que precisam ser realizadas com esforço reflexivo sobre a vida e seu sentido, sobre a escola e seu sentido.

Contudo, gostaríamos de dar ênfase a um aspecto que nos parece urgente: a dissociação existente entre os resultados das pesquisas produzidas e a prática de ensino de sala de aula. Temos insistido ao longo deste trabalho que a área das dificuldades de aprendizagem é bastante complexa, controversa e que nos oferece uma série de questões ainda sem respostas. No entanto, as pesquisas têm produzido uma série de conhecimentos sobre as habilidades cognitivas subjacentes ao aprendizado da leitura e

da matemática e sobre as características dos alunos com dificuldades de aprendizagem naquelas áreas que necessitariam ser dominados pelo professor de sala de aula. Somente conhecendo tais aspectos é que o professor poderá favorecer a aprendizagem, prevenir e até mesmo remediar possíveis problemas que surjam.

No caso da matemática, por exemplo, destacamos neste estudo que, ao se depararem com a construção numérica inicial, as crianças têm uma série de desafios a vencer: contagem inicial, princípios de contagem, estratégias de contagem, as quatro operações matemáticas, entre outras. Estes formam um conjunto de habilidades que se desenvolvem de forma progressiva, com variações individuais e que vão possibilitar representações progressivamente mais complexas. Pelo que foi possível observar na prática desta pesquisa, muitos professores não compreendem como os alunos constroem o conhecimento lógico matemático, desconhecem aquele conjunto de habilidades e apresentam uma prática muito empírica, baseada no senso comum. Dorneles (2006) chama atenção para a falta de preparo dos professores, o que acaba por gerar uma diversidade de maneiras de ensinar matemática em nosso país.

No caso da leitura, as pesquisas apontam a necessidade de formarmos leitores estratégicos, ativos, flexíveis, capazes de selecionar e classificar a informação que lhes é necessária, já que estamos vivendo em um mundo onde a quantidade de informação para ler é esmagadora. No entanto, de que forma a leitura é trabalhada em sala de aula? Os alunos lêem silenciosamente, depois o professor lê em voz alta e, por fim, os alunos fazem a leitura oral, um de cada vez, continuando a ler de onde o colega parou. Será que práticas como estas colaboram para a formação de leitores competentes?

Não resta dúvida de que a aprendizagem da leitura e da matemática são processos complexos que devem ter como princípio as trocas constantes entre produção acadêmica e prática de sala de aula. Um exemplo desta perspectiva está presente na obra de Nunes e colaboradores (2005), *“Educação matemática: números e operações numéricas”*. Este é o primeiro material, organizado a partir da realidade brasileira, que apresenta uma proposta de ensino da matemática inicial na perspectiva da educação baseada em evidências. Nesta concepção, o professor coleta informações sobre seus alunos e as interpreta a partir da pesquisa científica (síntese entre teoria e prática) para que possa, então, planejar seu programa de ensino. Deste modo, tal perspectiva contempla não só a aprendizagem do aluno, mas também o processo de aprendizagem do professor.

Somente as trocas constantes entre produção acadêmica e prática de sala de aula tornarão possível vencer o que Dorneles (2006) refere como duplo desafio imposto pelos alunos com dificuldades de aprendizagem: é preciso conhecer o desenvolvimento das habilidades cognitivas necessárias para a aprendizagem de cada conteúdo e é necessário reconhecer as características dos alunos com dificuldades para favorecer as suas aprendizagens. Para a autora, o não dar conta deste duplo desafio nos faz compreender porque as crianças com dificuldades de aprendizagem são tão desatendidas nas escolas.

7 IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO E PESQUISA

Como já vimos nos capítulos anteriores, as aprendizagens da leitura e da matemática apóiam-se em uma série de habilidades cognitivas. Enquanto algumas crianças desenvolvem estas capacidades naturalmente, outras podem apresentar defasagens, em uma ou mais destas habilidades, necessitando, assim, de intervenção adequada.

Os resultados de nossa pesquisa oferecem uma importante implicação educacional: a necessidade de se incluírem, ao longo do Ensino Fundamental, tarefas escolares voltadas para o desenvolvimento do processamento fonológico e do senso numérico, habilidades estas ainda desconhecidas pela escola.

O estudo indicou que a consciência fonológica e a velocidade de processamento são as habilidades de processamento fonológico que se mostraram em defasagens nos alunos com dificuldades na leitura.

De fato, a pesquisa sobre consciência fonológica encontra-se muito mais desenvolvida do que aquela que trata da velocidade de processamento. No entanto, muito freqüentemente, as práticas educacionais que desenvolvem as habilidades de consciência fonológica, restringem-se às etapas iniciais de alfabetização (educação infantil e primeiro ano do Ensino Fundamental), ao passo que estudos como o nosso têm apontado defasagens com tais habilidades em alunos de séries mais adiantadas, em especial, aqueles que apresentam dificuldades na leitura.

Vimos que o maior desenvolvimento das pesquisas em leitura permitiu um grande crescimento do conhecimento em relação aos avanços na área da matemática. Ainda não conseguimos transpor tal avanço da pesquisa para o ensino, pois, apesar de termos evoluído muito nas concepções de leitura, ainda estamos longe de formar bons leitores. Aqui me refiro especificamente à realidade brasileira. A prática de ensinar a ler, com freqüência, resume-se em ler o texto e cobrar a leitura. Para muitas crianças, a reflexão sobre os sons da língua e as relações entre letras e sons (condições básicas a uma leitura fluente) não acontecem como consequência natural de suas interações com variadas práticas de leitura. Para estas crianças é necessária a valorização do ensino explícito da competência lingüística (SOARES, 2004, GERSTEN; CHARD, 1999, CARDOSO-MARTINS, 1991). Precisamos também considerar a importância de que o ensino de tais habilidades ocorra em situações nas quais a leitura faça sentido para o aluno, por meio de materiais diversos, com objetivos e propostas diversificadas para atender às necessidades e características individuais. Na realidade, a intervenção em leitura, ao

focar na instrução explícita de habilidades de consciência fonológica, estará beneficiando todos os alunos e não somente aqueles que enfrentam dificuldades.

Quanto ao senso numérico, nosso estudo sugere que o ensino da matemática dê ênfase maior ao desenvolvimento deste aspecto. Embora nossa amostra de alunos com dificuldades na matemática tenha apresentado desempenho inferior na tarefa de senso numérico, em relação ao grupo de controle e ao grupo com dificuldades na leitura, tal diferença não alcançou nível de significância estatística. Apresentamos algumas justificativas para este resultado baseadas em questões metodológicas e conceituais (ver item 5.2). É importante destacar, entretanto, que este resultado não exclui a possibilidade de que, para muitos alunos, um senso numérico pouco desenvolvido esteja na base de suas dificuldades em matemática, conforme apontam as pesquisas apresentadas no item 2.5.4.

Muito seguidamente o ensino da matemática tem se baseado em práticas com limitadas oportunidades para que os alunos explorem verbalmente o seu raciocínio e recebam *feedback* sobre o seu conhecimento de conceitos e estratégias. Em outras palavras, o ensino nesta área continua a enfatizar o cálculo, ao invés da compreensão matemática, o que acaba por favorecer o desenvolvimento de dificuldades de aprendizagem.

O fortalecimento do senso numérico possibilitará: a) o desenvolvimento de conhecimentos conceituais necessários para a resolução aritmética (experiências de contagem que permitam a descoberta de relações matemáticas); e b) a prática com o uso de estratégias de contagem mais maduras e eficientes.

A prática contextualizada das estratégias funciona como uma espécie de andaime para o desenvolvimento das estratégias baseadas na recuperação imediata da memória. A recuperação de fatos aritméticos da memória, por sua vez, exerce um importante papel no desenvolvimento de processos matemáticos mais complexos (*e.g.*, cálculo de multidígitos, solução de problemas) e, por isso, a importância de se dar mais ênfase ao ensino desta habilidade, principalmente, para os alunos com dificuldades na matemática. Como vimos neste trabalho, a recuperação de fatos da memória parece estar associada a habilidades cognitivas do tipo memória de trabalho e velocidade de processamento, o que sugere que tais processos também sejam estimulados.

Destacamos, também, a importância de conhecer as habilidades cognitivas que estão prejudicadas nos alunos com dificuldades de aprendizagem, pois a forma como se conduz o ensino irá influenciar diretamente no efeito que o déficit cognitivo exercerá no

aprender. Por exemplo, a aprendizagem da multiplicação será muito problemática ao aluno que enfrenta dificuldades para recuperar fatos da memória, se o ensino for baseado puramente na memorização da tabuada. Mas, ao contrário, se o professor focar na compreensão dos fatos básicos e ensinar estratégias de ação nas quais o aluno possa se basear para compensar sua dificuldade de memória, então aprender a multiplicação não será um grande problema para aquele aluno.

Naturalmente, o fato de as dificuldades de aprendizagem na matemática serem suscetíveis à intervenção, que deve começar o mais cedo possível, imediatamente nos faz refletir sobre as práticas atuais de ensino da matemática. As influências dos estudos sobre senso numérico no Brasil estão, ainda, presas aos discursos teóricos, pois pouco se faz em relação ao ensino de estratégias de contagem, de decomposição e de recuperação da memória que ajudam o aluno a adquirir automaticidade e confiança com a matemática. Do mesmo modo, a ênfase do ensino continua a ser na repetição de processos de cálculo e memorização de fórmulas desprovidas de sentido para o aluno, em detrimento do ensino de princípios de base do senso numérico do tipo, comparação de magnitude, habilidade para usar a linha numérica, estimativa, entre outros. É preciso considerar um processo de ensino aprendizagem mais significativo e adaptado às necessidades de cada aluno em função de seus conhecimentos e possibilidades. Se o professor não considerar as estratégias implicadas no processo de resolução aritmética e nem os conhecimentos conceituais necessários para a resolução de fatos básicos, o fracasso poderá ocorrer.

Os professores demandam, cada vez mais, soluções concretas para os problemas em leitura e matemática de seus alunos, mas muitas vezes não percebem que eles mesmos podem fazer parte do processo de enfrentamento de tais problemas. Conhecer os diferentes perfis cognitivos dos alunos nos fornece pistas para uma intervenção mais efetiva, do mesmo modo que instrumentaliza o professor a diferenciar quais as dificuldades que podem ser trabalhadas em sala de aula e quais as que necessitam de um encaminhamento específico. Deste modo, será possível fazer frente à “pedagogia do encaminhamento”, tão frequentemente vista nas escolas, em que a instituição, sem esgotar os seus recursos próprios, encaminha os alunos para atendimento clínico sem muito critério.

Outra implicação que o estudo oferece para o ensino diz respeito à importância de distinguirmos os diferentes grupos de alunos com dificuldades de aprendizagem. Vimos que os alunos com a coexistência de dificuldades na leitura e na matemática

apresentam defasagens que abrangem as diversas habilidades avaliadas. Para este grupo de alunos o intervir requer uma soma de esforços. Eles necessitam de intervenção sistemática e intensiva que englobe adaptação curricular e planejamento individualizado. Tal intervenção requer um professor qualificado que se proponha a atender a diversidade de tempos, ritmos e formas de aprender dos seus alunos. Um professor que conheça as etapas de construção da leitura e da matemática, fazendo uso de diferentes recursos e práticas educacionais que favoreçam a aprendizagem: adaptação das atividades de sala de aula, intervenção em pequenos grupos, monitoria e intervenção individual. Talvez, para os alunos que evidenciam dificuldades somente na leitura ou na matemática, a intervenção não necessite ser tão intensa, mas necessariamente requer uma constante reflexão do professor sobre sua intervenção pedagógica, obrigando-o a uma flexibilização constante para adaptar seu ensino ao estilo de aprender do aluno, atendendo, portanto, as suas características e necessidades individuais.

Nosso estudo ressalta a importância do desenvolvimento de mais pesquisa em velocidade de processamento e memória de trabalho. Necessitamos de evidências relacionando as intervenções naquelas áreas e o desempenho em leitura e matemática. Estas pesquisas merecem nossa atenção, pois, sem dúvida, trarão ricas contribuições para o desenvolvimento da intervenção preventiva e corretiva das dificuldades de aprendizagem na leitura e na matemática.

Os pontos citados neste item são, sem dúvida alguma, desafios a enfrentar e metas a perseguir, pois somente assim estaremos verdadeiramente aptos a oferecer aos alunos uma intervenção capaz de auxiliá-los a reverter o quadro de dificuldades de aprendizagem. Acreditamos que a pesquisa colaborativa entre professores e pesquisadores é um caminho promissor para a busca daquelas metas, em um período mais curto de tempo.

8 CONCLUSÕES GERAIS

A aprendizagem da leitura e da matemática pressupõe um conjunto de condições individuais, ambientais e escolares que agem de forma integrada. Nosso estudo deu ênfase aos aspectos individuais, em especial, os cognitivos, que apóiam estas aprendizagens: processamento fonológico (consciência fonológica, memória fonológica, velocidade de processamento), senso numérico, memória de trabalho (componente executivo central), uso de estratégias de contagem e de recuperação da memória.

Compreender as relações entre as dificuldades na leitura e na matemática requer uma visão abrangente que ultrapassa a idéia simplista de que os problemas na matemática são originados nas dificuldades de leitura. Isto pode ser verdadeiro para uma determinada parcela de alunos que, por não fazerem uso de uma leitura fluente, acabam por prejudicar seu desempenho em tarefas do tipo solução de problemas matemáticos. Contudo, encontramos estudantes que enfrentam dificuldades na matemática e apresentam uma leitura fluente, outros que dão conta da matemática, mas que deixam a desejar em leitura e, encontramos, ainda, aqueles que enfrentam problemas concomitantes nestas duas áreas.

Tal diversidade de achados reforça a importância de analisarmos os grupos separadamente, procurando evidenciar quais os processos cognitivos que estão subjacentes às dificuldades na aprendizagem da leitura e da matemática.

Os grupos com dificuldades exclusivas na leitura e na matemática mostraram deficiências em diferentes aspectos do processamento fonológico. Aqueles com problemas na leitura demonstraram defasagens na consciência fonológica e na velocidade de processamento, enquanto que o grupo com dificuldades na matemática apresentou defasagens na memória fonológica de relatos. Este grupo também evidenciou a utilização de estratégias e procedimentos de contagem menos maduros. O grupo com a coexistência de dificuldades na leitura e na matemática apresentou defasagens em todos os processos cognitivos avaliados: processamento fonológico (consciência fonológica, memória fonológica e velocidade de processamento), senso numérico, memória de trabalho e atraso no desenvolvimento das estratégias de contagem, evidenciando dificuldades mais abrangentes em relação aos dois primeiros grupos.

Os resultados de nosso estudo vão ao encontro das idéias propostas pela Teoria dos Dois Fatores de Robinson *et al.* (2002). Esta teoria sugere que problemas com

habilidades de processamento fonológico estão subjacentes à coexistência de dificuldades na leitura e na matemática e que um senso numérico pouco desenvolvido pode estar associado não só com as dificuldades exclusivas com a matemática, como também, em alguns casos, com a coexistência de dificuldades na leitura e matemática. Em nossa pesquisa, constatamos dificuldades com o senso numérico nos alunos com problemas na leitura e matemática, mas não naqueles com dificuldades somente na matemática. Apresentamos algumas possíveis justificativas para tal resultado que incluíram o tamanho reduzido da amostra de alunos que formou este grupo, o ponto de corte, neste caso mais leniente, que caracterizou o instrumento utilizado nesta pesquisa para formar a amostra de alunos com dificuldades na matemática (TDE). Citamos também a possibilidade de que os aspectos de senso numérico em que os alunos deste grupo demonstraram maior dificuldades (procedimentos e estratégias de contagem) não foram evidenciadas pelo Teste de Conhecimento Numérico por priorizar conceitos e habilidades distintas. Portanto, é importante destacar que, apesar de o estudo não ter revelado dificuldades com o senso numérico nos alunos do grupo com dificuldades na matemática, isto não significa que esta não seja uma habilidade fundamental de ser desenvolvida nas escolas.

Os resultados de nossa pesquisa, em concordância com Hopkins e Lawson (2006), sugerem um avanço na Teoria dos Dois Fatores, fornecendo um papel de destaque a um dos componentes do processamento fonológico, a velocidade de processamento. A velocidade de processamento mostrou-se uma habilidade prejudicada nos alunos com a coexistência de dificuldades na leitura e na matemática e com dificuldades apenas na leitura. Hipotetizamos que uma baixa velocidade de processamento contribuiria para sobrecarregar a memória de trabalho que, por sua vez, impossibilitaria as associações fluentes entre problema-resposta na memória de longo prazo, acarretando dificuldades para a recuperação de fatos básicos.

As pesquisas que se dedicam ao estudo das habilidades cognitivas subjacentes às aprendizagens da leitura e da matemática são recentes e, como consequência, suas aplicações para as práticas educacionais são ainda escassas. Tais pesquisas, no entanto, são fundamentais para que possamos avançar nos processos de prevenção de dificuldades. Identificando quais os sistemas cognitivos encontram-se deficitários nos alunos com dificuldades de aprendizagem, estaremos mais capacitados para evitar que os alunos em risco venham a desenvolver problemas futuros.

Do mesmo modo, estas pesquisas são indispensáveis para avançarmos nos processos de intervenção das dificuldades de aprendizagem. É a partir delas que passamos a conhecer cada vez mais os possíveis obstáculos cognitivos que impedem determinadas aprendizagens para que, então, possamos fazer frente a estes obstáculos por meio de seleção de recursos didáticos, conteúdos de ensino e estratégias de aprendizagem adequadas.

Nosso estudo destacou alguns pontos que tornam o enfrentamento de tais obstáculos uma tarefa difícil. O primeiro diz respeito à heterogeneidade que caracteriza a população dos alunos com dificuldades de aprendizagem (diferenças inter-individuais e intra-individuais). Perfis cognitivos distintos requerem formas e tempos de intervenção também distintos. Somado a isto, existe o fato de que os problemas encontrados pelos alunos naquelas áreas podem ser transitórios, persistentes ou secundários a outras patologias, demandando diferentes estilos e intensidades de intervenção.

O segundo diz respeito à complexidade que caracteriza a leitura e a matemática. É importante lembrar que as dificuldades naquelas áreas podem tomar formas distintas. Alguns alunos apresentam dificuldades na decodificação leitora, mas não na compreensão. Em matemática, vemos alunos com dificuldades para recuperar fatos básicos da memória sem apresentar problemas com as quatro operações. Assim, nem a leitura nem a matemática são entidades únicas, elas são formadas por uma série de componentes que requerem diferentes demandas cognitivas. Tais aspectos precisam ser compreendidos e contextualizados para que possamos ajudar os alunos com dificuldades de aprendizagem.

Diante de tamanha complexidade, podemos compreender por que a área das dificuldades de aprendizagem tem sido caracterizada por tantas controvérsias conceituais e temas de estudos a serem aprofundados. A revisão teórica de nossa pesquisa apontou os debates existentes na literatura em relação a vários conceitos estudados: senso numérico, memória de trabalho, consciência fonológica.

Não há dúvida de que, para se chegar a um maior consenso, a pesquisa nesta área necessita avançar em relação a temáticas fundamentais como definição, terminologia, validade dos instrumentos de avaliação, critérios utilizados para a seleção das amostras dos estudos (pontos de corte).

Pensando na realidade brasileira, a pesquisa sobre a coexistência de dificuldades na leitura e na matemática é praticamente inexistente. Os estudos investigativos

realizados nesta linha são de origem inglesa, americana, australiana, espanhola e holandesa. Este é o primeiro estudo brasileiro, de que temos conhecimento, que aborda este tema. Em contrapartida, o número de alunos brasileiros que fracassam nestas áreas é preocupante e cresce a cada ano, conforme apontado pelos censos escolares.

Mencionamos, ao longo do trabalho, algumas limitações de nossa pesquisa que merecem ser retomadas. Uma diz respeito ao pequeno tamanho da amostra que compôs o grupo com dificuldades na matemática. Amostras de tamanho reduzido podem diminuir o poder de detectar diferenças significativas nas variáveis sendo avaliadas e, assim, reduzir a possibilidade de generalização dos resultados obtidos.

Outra limitação refere-se ao fato de não termos avaliado o componente viso-espacial da memória de trabalho. O estudo incluiu os componentes executivo central e fonológico, possibilitando-nos observar o desempenho dos diferentes grupos em relação a estas habilidades. Não há dúvida de que o acréscimo de informação sobre o componente viso-espacial da memória de trabalho enriqueceria nossos resultados, ainda mais considerando que menos pesquisa tem sido realizada em relação a este componente. De fato, como pontuamos no item 2.4.4.4, a memória de trabalho tem sido o foco de estudo de muitos pesquisadores. Ela é um importante sistema cognitivo que apóia o desenvolvimento da leitura e da matemática (SIEGEL; RYAN, 1989) e, assim, dificuldades com este sistema acabam por gerar problemas de aprendizagem naquelas áreas. Ressaltamos, portanto, a importância de que futuros estudos possam superar as limitações apontadas neste trabalho.

Nossa pesquisa evidenciou que os alunos que apresentam problemas tanto na leitura como na matemática necessitam de uma atenção redobrada uma vez que apresentam defasagens em todas as habilidades cognitivas avaliadas, habilidades estas fundamentais a uma aprendizagem efetiva. No entanto, a situação que se impõe é conflitante: Este é o grupo que gera as maiores dúvidas e inquietações nos professores de sala de aula, ao mesmo tempo que são os alunos mais desatendidos em nossas escolas e, por assim ser, formam o grupo de candidatos a desistir da escola.

Para vencer a grande lacuna existente entre a realidade que se tem e os conhecimentos teóricos e práticas educacionais de que necessitamos, é de extrema importância o investimento brasileiro em pesquisa, destacando a pesquisa colaborativa que valoriza as trocas constantes entre produção acadêmica e prática de sala de aula.

As interlocuções com outros grupos de pesquisas mais avançados – possibilitando acesso a novos instrumentos e técnicas de avaliação e intervenção das quais não temos

tradição de uso no Brasil e que se mostram eficientes em outros países-, muito poderão contribuir para o fortalecimento da pesquisa brasileira nesta área de estudo tão complexa e, ao mesmo tempo, fascinante.

REFERÊNCIAS

- AGRANIONIH, N.; GOLBERT, C.; DORNELES, B. Algumas Implicações Educacionais Para o Ensino da Matemática Decorrentes do Conceito de Representação. *Perspectiva*, Erechin, v. 27, n. 98, p. 43-52, 2003.
- ALÉGRIA, J.; LEYBAERT, J.; MOUSTY, P. Aquisição da leitura e distúrbios associados: avaliação, tratamento e teoria. In: GRÉGOIRE, J.; PIÉRART, B. (Org.). *Avaliação dos Problemas de Leitura: os novos modelos teóricos e suas implicações diagnósticas*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. P.105-124.
- ANDERSSON, U. Mathematical competencies in children with different types of learning disabilities. *Journal of Educational Psychology*, v. 100, n.1, p. 48-66, 2008.
- ANDERSSON, U.; LYXELL, B. Working memory deficit in children with mathematical difficulties: A general or specific deficit? *Journal of Experimental Child Psychology*, San Diego, v. 96, n. 3, p. 197-228, mar. 2007.
- ASHCRAFT, M. H. Cognitive arithmetic: A review of data and theory. *Cognition*, v.44, p. 75-106, 1992.
- BADDELEY, A. The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in cognitive science*, v. 4, p. 417-423, 2000.
- BADDELEY, A. Working Memory: looking back and looking forward. *Nature Reviews*, Hampshire, v. 4, p. 829-839, out. 2003.
- BADDELEY, A.D.; HITCH, G.J. Working memory. In: BOWER, G.H. (Ed.). *The psychology of learning and motivation*. London: Academic Press, 1974. V. 8, p. 47-91.
- BADIAN, N. Persistent arithmetic, reading, or arithmetic and reading disability. *Annals of Dyslexia*, v. 49, p. 70, 1999.
- BAKER, L.; BROWN, A.L. Metacognitive Skills of Reading. In: PEARSON, M. *et al.* (Ed). *Handbook of Reading Research*. New York: Longman, 1984. P. 353-394.
- BAKER, S; GERSTEN, R.; LEE, D. A synthesis of empirical research on teaching mathematics to low-achieving students. *The Elementary School Journal*, 103, 51-73, 2002.
- BAKER, T.A.; TORGESEN, J.K.; WAGNER, R.K. The Role of Orthographic Processing Skills on Five Different Reading Tasks. *Reading Research Quarterly*, Newark, v. 27, p. 3334-3645, 1992.

BARBOSA, H. H. Sentido de número na infância: uma interconexão dinâmica entre conceitos e procedimentos. *Paidéia*, v.17, n. 37, p. 181-194, 2007.

BARROUILLET, P. *et al.* Selecting Between Competitors in Multiplication Tasks: an explanation of the errors produced by adolescents with learning disabilities. *International Journal of Behavioral Development*, Sussex, v. 21, n. 2, p. 253-275, 1997.

BERCH, D. Making Sense of Number Sense: implications for children with mathematical disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, Chicago, v. 38, n. 4, p. 333-339, 2005.

BOURDIEU, P.; CHARTIER, R. A Leitura: uma prática cultural. In: CHARTIER, R. (Org.). *Práticas de Leitura*. São Paulo: Estação Liberdade, 1998. P. 231-253.

BRAIBANT, J.M. A Decodificação e a Compreensão: dois componentes essenciais da leitura no 2º ano primário. In: GRÉGOIRE, J.; PIÉRART, B. (Org.). *Avaliação dos Problemas de Leitura: os novos modelos teóricos e suas implicações diagnósticas*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. P.167-187.

BRANNON, E. The Development of Ordinal Numerical Knowledge in Infancy. *Cognition*, Amsterdam, v. 83, p. 223-240, 2002.

BRASIL. *Lei nº 9.394*, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, 1996. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/lei9394_ldbn1.pdf> Acesso em: 28 jul. 2006. Cap. V: Da Educação Especial, p. 19.

BRASIL. Ministério da Educação. *Plano Nacional de Educação*. Brasília, 2001. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/plano1.pdf>> Acesso em: 28 jul. 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. *SAEB – Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica*. Brasília, 2003. Disponível em: <<http://www.inep.gov.br/saeb>> Acesso em: 28 jul. 2006.

BRASIL Ministério da Educação. *Prova Brasil*. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/index.php?option=content&task=view&id=3311&FlagNoticias=1&Itemid=3443>> Acesso em: 28 jul. 2006.

BRYANT, P.; BRADLEY, L. *Children's Reading Problems*. Oxford: Basil Blackwell, 1985. In: ANDRADE, V.M.; SANTOS, F.H.; BUENO, O.F. (Org.) *Neuropsicologia Hoje*. São Paulo: Artes Médicas, 2004.

BUENO, O.A.; OLIVEIRA, M.G. Memória e Amnésia. In: ANDRADE, V. M.; SANTOS, F.H.; BUENO, O. F. *Neuropsicologia Hoje*. São Paulo: Artes Médicas, 2004.

BULL, R.; JOHNSTON, R. S. Children's arithmetical difficulties: Contributions from processing speed, item identification, and short-term memory. *Journal of Experimental Child Psychology*, 65, p. 1 – 24, 1997.

BULL, R., JOHNSTON, R. S., ROY, J. A. Exploring the roles of the visual-spatial sketch pad and central executive in children's arithmetical skills: Views from cognition and developmental neuropsychology. *Developmental Neuropsychology* 15, 421 – 442, 1999.

BUTTERWORTH, B. Presentation of Giuseppe Cossu's paper: "domain-specificity and fractionability of neuropsychological processes in reading acquisition. *Proceedings of the Workshop on Contexts of Literacy*, Nice, v. 3, p. 21-24, sept. 1994.

BUTTERWORTH, B. *The mathematical brain*. London: Macmillan, 1999.

BUTTERWORTH, B. The Development of Arithmetical Abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, New York, v. 46, n. 1, p. 3-18, 2005.

BUTTERWORTH, B. Developmental Dyscalculia. In: J. CCAMPELL (Ed.). *Handbook of mathematical cognition*. New York: Psychology Press, 2005b.

CANTOR, J.; ENGLE, R.W.; HAMILTON, G. Short-term memory, working memory, and verbal abilities: How do they relate? *Intelligence*, v. 15, p. 229-246, 1991.

CAPOVILLA, ; CAPOVILLA, F. Etiologia, avaliação e intervenção em dislexia do desenvolvimento. IN: CAPOVILLA, F. (Org.) *Neuropsicologia e Aprendizagem: uma abordagem multidisciplinar*. São Paulo: Memnon, 2004a, P. 46-73.

CAPOVILL, F.; CAPOVILLA, A. Atraso na aquisição de leitura: Relação com problemas de discriminação fonológica, velocidade de processamento e memória fonológica. IN: CAPOVILLA, F. (Org.) *Neuropsicologia e Aprendizagem: uma abordagem multidisciplinar*. São Paulo: Memnon, 2004b, P. 167-186.

CAPOVILLA, A.; CAPOVILLA, F.; SUITER, I. Processamento cognitivo em crianças com e sem dificuldades de leitura. *Psicologia em Estudo*, v. 9, n. 3, p. 449-458, set/dez, 2004c.

CAPOVILLA, A.; GÜTSCHOW, C.; CAPOVILLA, F. Habilidades cognitivas que predizem competência de leitura e escrita. *Psicologia: Teoria e Prática*, v. 6, n. 2, p. 13-26, 2004d.

CARDOSO-MARTINS, C. A Consciência Fonológica e a Aprendizagem Inicial da Leitura e Escrita. *Caderno de Pesquisa*, São Paulo, n. 76, p. 41-49, fev. 1991.

CARDOSO-MARTINS, C. *Consciência Fonológica e Alfabetização*. Petrópolis, RJ: Vozes, 1995.

CARDOSO-MARTINS, C.; PENNINGTON, B. Qual é a contribuição da nomeação seriada rápida para a habilidade de leitura e escrita? Evidência de crianças e adolescentes com e sem dificuldades de leitura. *Psicologia Reflexão e Crítica*, v. 14, n. 2, p.387-397, 2001.

CARRAHER, T. *et al. Na Vida Dez, na Escola Zero*. 10. ed. São Paulo: Cortez, 1995.

CASAS, A.M.; CASTELLAR, R.G. Mathematics Education and Learning Disabilities in Spain. *Journal of Learning Disabilities*, Chicago, v. 37, n. 1, p. 62-73, 2004.

CASE, L.P. HARRIS, K. R.; GRAHAM, S. Improving the mathematical problem solving skills of students with learning disabilities: Self-regulates strategy development. *The journal of Special Education*, v. 26, p. 1-19, 1992.

CECI, S.J. How much does schooling influence general intelligence and its cognitive components? A reassessment of the evidence. *Developmental Psychology*, 27, 703-722, 1991.

CHAPMAN, J.; VAN KRAAYENOORD, C. Learning Disabilities. In: MITCHELL, D.; SINGH, N. (Ed.). *Exceptional Children in New Zealand*. Palmerston North: Dunmore Press, 1987. P. 304-317.

CHIAPPE, P. How Reading Research Can Inform Mathematics Difficulties: the search for the core deficit. *Journal of Learning Disabilities*, Chicago, v. 38, n. 4, p. 313-317, 2005.

CLARERREN, S. B.; MARTIN, D.C.; TOWNES, B.D. (1993). Academic achievement over a decade: A neuropsychological prediction study. *Developmental neuropsychology*, 9, 161-176, 1993.

COLOM, R.; FLORES-MENDOZA, C.E. Intelligence predicts scholastic achievement irrespective of SES factors: Evidence from Brazil. *Intelligence*, 35, 243-251, 2006.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (BR). Câmara de Educação Básica. *Resolução CNE/CEB N. 2*, de 11 de setembro de 2001. Institui Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica. Brasília, 2001. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CEB0201.pdf>> Acesso em: 28 jul. 2006.

CORDIÉ, A. *Os atrasos não existem: Psicanálise de crianças com fracasso escolar*. Porto Alegre: Artmed, 1996.

CORSO, L.V. *Teaching Reading Comprehension and Attribution Strategies to Facilitate Comprehension Performance*. 1993. Thesis (M.Ed.) - Flinders University of S. Aust., Adelaide, Austrália, 1993.

COSTA, A. *Consciência Fonológica: relação entre desenvolvimento e escrita*. 2002. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Letras, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, BR-RS, 2002.

COSTA, A. Correlações entre memória de trabalho e desempenho aritmético. In: Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino (14. : 2008 abr. 27-30 : Porto Alegre) Trajetórias e processos de ensinar e aprender : lugares, memórias e culturas [anais/resumos] [recurso eletrônico]. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008. 1 CD-ROM 1 f.

D'AMICO, A.; GUARNERA, M. Exploring working memory in children with low arithmetical achievement. *Learning and Individual Differences*, Columbus, v. 15, n. 3, p. 189-202, jan. 2005.

DEHAENE, S. *The number sense: How the mind creates mathematics*. New York:Oxford University Press, 1997.

DEHAENE, S.; COHEN, L. Cerebral Pathways for Calculation: double dissociation between rote verbal and quantitative knowledge of arithmetic. *Cortex: a journal devoted to the study of the nervous system and behavior*, Varese, v. 33, p. 219-250, 1997.

DEMONT, E. Consciência Fonológica, Consciência Sintática: que papel (ou papéis) desempenha na aprendizagem eficaz da leitura? In: GRÉGOIRE, J.; PIÉRART, B. (Org.). *A Avaliação dos Problemas de Leitura: os novos modelos teóricos e suas implicações diagnósticas*. Porto Alegre: Artmed, 1997. P. 189-201.

DENO, S.L.; MIRKIN, P.K.; CHIANG, B. Identifying Valid Measures of Reading. *Exceptional Children*, Reston, v. 49, p. 36-45, 1982.

DORNELES, B.V. Mecanismos Seletivos da Escola Pública: um estudo etnográfico na periferia de Porto Alegre. In: SCOZ, B. *et al. Psicopedagogia*. Porto Alegre: Artmed, 1987. P. 251-274.

DORNELES, B.V. Psicopedagogia. In: DSM-IV: manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais. Coord. de Miguel R. Jorge. 4. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

DORNELES, B.V. As Várias Faces do Caleidoscópio. *Pátio: revista pedagógica*, Porto Alegre, ano 3, n. 11, p. 24 -28, nov./jan. 1999.

DORNELES, B.V. Reflexões Contemporâneas Sobre a Construção Numérica: dificuldades e possibilidades. In: AMARAL, S. (Coord). *Psicopedagogia: um portal para a inserção social*. Petrópolis: Vozes, 2003. P. 185-194.

DORNELES, B.V. La construcción de los principios del contaje: herramientas iniciales del lenguaje matemático. [S.l:s.n.], 2005. 6f. Trabalho apresentado no I Congresso Internacional "Psicología y Educación em Tiempos de Cambio, 2005, Barcelona.

DORNELES, B.V. Obstáculos cognitivos na aprendizagem matemática inicial: a contagem, as operações iniciais e os diferentes sentidos de número. In: *Aprendizagem : tramas do conhecimento, do saber e da subjetividade*, Petrópolis: Vozes, 2006. p. 131-143.

DORNELES, B.V. Crianças com dificuldades de aprendizagem na matemática: Um grupo desconhecido. IN: ENRICONE, J.; GOLDBERG. K. (Org). *Necessidades Educativas Especiais: subsídios para a prática educativa*. Erechin: Edifapes, 2007. P.45-56.

DORNELES, B.; FURLAN, A.; HEUSER, F.M. *Nível Intelectual e Desempenho Escolar: uma relação direta?* [S.l.: s.n.], 2008. No prelo.

DOWKER, A.D. What Works for Children with Mathematical Difficulties? London: Department for Education and Skills, 2004. (Research report, RR554) Disponível em: <<http://www.dfes.gov.uk/research/data/uploadfiles/RR554.pdf>> Acesso em: 2 set. 2007.

DOWKER, A. Early Identification and Interventions for Students with Mathematics Difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, Chicago, v. 38, n. 4, p. 324-332, 2005.

DSM-IV: manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais. Coord. de Miguel R. Jorge. 4. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

EMPSON, S. Equal Sharing and Shared Meaning: the development of fraction concepts in a first-grade classroom. *Cognition and Instruction*, Mahwah , v. 17, n. 3, p. 283-342.

FARRALD, R.; SCHAMBER, R.G. *A Diagnostic and Prescriptive Technique: Handbook I: A mainstream approach to identification, assessment and amelioration of learning disabilities*. Sioux Falls, SDS: Adapt Press, 1973.

FEIGENSON, L., CAREY, S., & SPELKE, E. S. Infants' discrimination of number vs. continuous extent. *Cognitive Psychology*, 44, 33-66, 2002.

FERREIRO, E.; TEBEROSKY, A. *Psicogênese da Língua Escrita*. Porto Alegre: Artmed, 1986.

FRANCO, S.K. *O Construtivismo e a Educação*. Porto Alegre: Mediação, 1995.

FREITAS, G. Sobre a Consciência Fonológica. In: LAMPRECHT, R. (Org.). *Aquisição Fonológica do Português: perfil de desenvolvimento e subsídios para a terapia*. Porto Alegre: Artmed, 2004. P.179-192.

FUCHS, L.; FUCHS, D.; MAXWELL, L. The Validity of Informal Reading Comprehension Measures. *Remedial and Special Education*, Thousand Oaks, CA, v. 9, n. 2, p. 20-28, 1988.

FUCHS L.S.; FUCHS, D. Mathematical problem-solving profiles of students with mathematics disabilities with and without comorbid reading disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, v. 35, n. 6, nov/dez., p. 563-573, 2000.

FUCHS, L.S.; FUCHS, D.; STUEBING, K.; FLETCHER, J.M.; HAMLETT, C.L.; LAMBERT, W. Problem solving and computational skill: Are they shared or distinct aspects of mathematical cognition? *Journal of Educational Psychology*, v. 100, n. 1, p. 30-47, 2008.

GATHERCOLE, S. E.; PICKERING, S.J. Working memory deficits in children with low achievements in the national curriculum at 7 years of age. *British Journal of Educational Psychology*, v. 70, p. 177-194, 2000 .

GEARY, D.C. A Componential Analysis of an Early Learning Deficit in Mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology*, San Diego, v. 49, p. 363-383, 1990.

GEARY, D.C. Mathematical Disabilities: cognitive, neuropsychological and genetic components. *Psychological Bulletin*, Washington, v. 114, p. 345-362, 1993.

GEARY, D. C. *Children's mathematical development: Research and practical applications*. Washington, DC: American Psychological Association, 1994.

GEARY, D.C. Mathematics and Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, Chicago, v. 37, n. 1, p. 4-15, 2004.

GEARY, D.C. Role of Cognitive Theory in the Study of Learning Disability in Mathematics. *Journal of Learning Disabilities*, Chicago, v. 38, n. 4, p. 305-307, 2005.

GEARY, D.C.; BROWN, S.C. Cognitive Addition: a short longitudinal study of strategy choice and speed-of-processing differences in normal and mathematically disabled children. *Developmental Psychology*, Washington, v. 27, p. 787-797, 1991.

GEARY, D. C., BROWN, S. C., & SAMARANAYAKE, V. A. Cognitive addition: A short longitudinal study of strategy choice and speed-of-processing differences in normal and mathematically disabled children. *Developmental Psychology*, v. 27, p. 787-797, 1991.

GEARY, D.C.; BOW-THOMAS, C.C.; YAO, Y. Counting Knowledge and Skill in Cognitive Addition: a comparison of normal and mathematically disabled children. *Journal of Experimental Child Psychology*, San Diego, v. 54, p. 372-391, 1992.

GEARY, D. C.; WIDAMAN, K.F. Numerical cognition: On the convergence of componential and psychometric models. *Intelligence*, v. 16, p. 47-80, 1992.

GEARY, D.C.; HORD, M.K.; HAMSON, C.O. Numerical and Arithmetical Cognition: patterns of functions and deficits in children at risk for mathematical disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, San Diego, v. 74, p. 213-239, 1999.

GEARY, D.C.; HAMSON, C.O.; HOARD, M.K. Numerical and arithmetical cognition: a longitudinal study of process and concept deficits in children with learning disabilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, San Diego, v. 77, p. 236-263, 2000.

GEARY, D.C.; HOARD, M.K. Numerical and Arithmetical Deficits in Learning-Disabled Children: relation to dyscalculia and dyslexia. *Aphasiology*, London, v. 15, n. 7, p. 635-647, 2001.

GEARY, D. C., HOARD, M. K., & BYRD-CRAVEN, J. Strategy choices in simple and complex addition: Contributions of working memory and counting knowledge for children with mathematical disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 88, 121-151, 2004.

GEARY, D.C.; HOARD, M.K.; BYRD-CRAVEN, J.; NUGENT, L.; NUMTEE, C. Cognitive mechanisms underlying achievement deficits in children with mathematical learning disabilities. *Child Development*, v. 78, n. 4, p. 1343-1359, July/August, 2007.

GELMAN, R. First principles organize attention to and learning about relevant data: Number and the animate–inanimate distinction as examples. *Cognitive Science*, v., 14, 79–106, 1990.

GELMAN, R.; GALISTEL, C.R. *The Child's Understanding of Number*. Cambridge: Harvard University Press, 1978.

GELMAN, R.; BUTTERWORTH, B. Number and Language: how are they related? *Trends in Cognitive Sciences*, London, v. 9, n. 1, p. 6-10, 2005.

GERSTEN, R.; CHARD, D. Number Sense: rethinking arithmetic instruction for students with mathematical disabilities. *Journal of Special Education*, New York, v. 33, n. 1, p. 18-28, 1999.

GERSTEN, R.; JORDAN, N.; FLOJO, J. Early Identification and Interventions for Students with Mathematics Difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, Chicago, v. 38, n. 4, p. 293-304, 2005.

GINSBURG, H. Mathematics learning disabilities: A View from Developmental Psychology. *Journal of Learning Disabilities*, Chicago, v. 30, n. 1, p. 20-33, 1997.

GINSBURG, H.; RUSSELL, R. Social Class and Racial Influences on Early Mathematical Thinking. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, Chicago, v. 46, n. 6, p. 1-69, 1981.

GOLBERT, C.S. *A Evolução Psicolingüística e Suas Implicações na Alfabetização: teoria, avaliação, reflexões*. Porto Alegre: Artmed, 1988.

GOLBERT, V. Percepção, representação e operação na aprendizagem da matemática. In BECKER, F. (Org). *Função simbólica e aprendizagem*. Porto Alegre: EDUCAT, 2002.

GOLBERT, C.S.; MORAES, A.B.; MULLER, G.C. APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA: Avaliação e intervenção nos processos cognitivos utilizados pelos alunos. In: Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino (14. : 2008 abr. 27-30 : Porto Alegre) Trajetórias e processos de ensinar e aprender : lugares, memórias e culturas [anais/resumos] [recurso eletrônico]. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008. 1 CD-ROM 1 f.

GOTTFREDSON, L. S. Schools and the g factor. *The Wilson Quarterly*, Summer, v. 28, n. 3, p. 35-45, 2004.

GOUGH, P.; TUNMER, W. Decoding, Reading and Reading Disability. *Remedial and Special Education*, Thousand Oaks, CA, v. 7, p. 6-10, 1986.

GRIFFIN, S. A., CASE, R., & SIEGLER, R. S. RIGHTSTART: Providing the central conceptual prerequisites for first formal learning of arithmetic to students at risk for school failure. In K. McGilly (Ed.), *Classroom lessons: Integrating cognitive theory and classroom practice* (pp. 24–49). Cambridge, MA: MIT Press, 1994.

GROEN, G.; RESNICK, L.B. Can preschool children invent addition algorithms? *Journal of Educational Psychology*, v. 69, p. 645-652, 1977.

GUIMARÃES, S. Dificuldades no Desenvolvimento da Lectoescrita: o papel das habilidades metalingüísticas. *Psicologia: teoria e pesquisa*, Brasília, v. 19, n. 1, p. 33-45, 2003.

HALLAHAN, D.P.; KAUFFMAN, J.M. *Exceptional Children: introduction to special education*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1986.

HASSELBRING, T. S., GOIN, L. I., & BRANSFORD, J. D. Developing math automaticity in learning handicapped children: The role of computerized drill and practice. *Focus on Exceptional Children*, 20(6), 1-7, 1988.

HANICH, L.B.; JORDAN, N.C.; KAPLAN, D.; DICK, J. Performance Across Different Areas of Mathematical Cognition in Children with Learning Difficulties. *Journal of Educational Psychology*, Arlington, VA, v. 93, p. 615-626, 2001.

HECHT, S.; TORGESEN, J.; WAGNER, R. *et al.* 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*, San Diego, v. 79, p. 192-227, 2001.

HOPKINS, S.L.; LAWSON, M. J. The effect counting speed has on developing a reliance on retrieval in basic addition. *Contemporary Educational Psychology*, v.31, p. 208-227, 2006.

HOPKINS, S.; VILLIERS, C. Bridging the gap between working memory research and teaching approaches in mathematics education. In: *12th European Conference for Research on Learning and Instruction* (August 28 – September 1, 2007: Budapeste). Developing Potentials for Learning. [Abstracts]. Budapeste: Csapó;Csíkos, 2007.

INOSTROZA, G. *Aprender a Formar Crianças Leitoras e Escritoras*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

JOLIBERT, J. *Formando Crianças Leitoras*. Porto Alegre: Artmed, 1994.

JONG, P.F. Working Memory Deficits in Reading Disabled Children. *Journal of Experimental Child Psychology*, San Diego, v. 70, p. 75-96, 1998.

JORDAN, N.; HANICH, L. Mathematical Thinking in Second-Grade Children with Different Forms of LD. *Journal of Learning Disabilities*, Chicago, v. 33, n. 6, p. 567-578, 2000.

JORDAN, N.C.; HANICH, L.B.; KAPLAN, D. Arithmetic Fact Mastery in Young Children: a longitudinal investigation. *Journal of Experimental Child Psychology*, San Diego, v. 85, p. 103-119, 2003b.

JORDAN, N.; HANICH, L.; KAPLAN, D. A Longitudinal Study of Mathematical Competencies in Children with Specific Mathematics Difficulties Versus Children with

Comorbid Mathematics and Reading Difficulties. *Child Development*, Chicago, v. 74, n. 3, p. 834-850, 2003a.

JORDAN, N.; MONTANI, T. Cognitive Arithmetic and Problem Solving: a comparison of children with specific and general mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, Chicago, v. 30, n. 6, p. 624-634, 684, 1997.

JUSTO, J. *Mais... ou Menos?...: a construção da operação de subtração no campo conceitual das estruturas aditivas*. 2004. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Educação, Programa de Pós Graduação em Educação, Porto Alegre, BR-RS, 2004.

KATO, Mary. *No Mundo da Escrita: uma perspectiva psicolinguística*. São Paulo: Ática, 1986.

KAVALE, K.; FORNESS, S. *The Science of Learning Disabilities*. San Diego: College Hill Press, 1985.

KAVALE, K.; FORNESS, S. What Definitions of Learning Disabilities Say and Don't Say: a critical analysis. *Journal of Learning Disabilities*, Chicago, v. 33, n. 3, p. 239-256, may/jun. 2000.

KELLER, M. L.; SWANSON, H. L. Does strategy knowledge influence working memory in children with mathematical disabilities? *Journal of Learning Disabilities*, v. 34, p. 418-434, 2001.

KLETZIEN, S. B. Strategy Use by Good and Poor Comprehenders Reading Expository Text of Differing Levels. *Reading Research Quarterly*, Newark, v. 26, p. 67-85, 1991.

KULAK, A. Parallels Between Math and Reading Disability: common issues and approaches. *Journal of Learning Disabilities*, Chicago, v. 26, n. 10, p. 666-673, 1993.

LAHIRE, B. *Sucesso Escolar nos Meios Populares: as razões do improvável*. São Paulo: Ática, 1997.

LANDERL, K.; BEVAN, A.; BUTTERWORTH, B. Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: a study of 8–9-year-old students. *Cognition*, Amsterdam, v. 93, n. 2, p. 99-125, sept. 2004.

LAWSON, M.J. Testing for Transfer Following Strategy Learning. In: EVANS, G. (Ed.). *Teaching and Learning Cognitive Skills*. Victoria: Acer, 1991. P. 210-228.

LIMA, C. C.; ALBUQUERQUE, G. Avaliação de linguagem e co-morbidade com transtornos de linguagem. In: ROHDE, L.A.; MATTOS, P. (cols). *Princípios e práticas em TDAH*. Porto Alegre: Artmed, 2003.

LINASSI, L. Z.; KESKE-SOARES, M.; MOTA, H.B. Habilidades de memória de trabalho e o grau de severidade do desvio fonológico *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, v. 17, n.3, p. 383-392, set-dez, 2005.

LYYTINEN, H.; GUTTORM, T.H.; HÄMÄLÄINEN, J.; LEPPÄNEN, M.V. Psychophysiology of developmental dyslexia: a review of findings including studies of children at risk for dyslexia. *Journal of Neurolinguistics*, v. 18, p. 167-195, 2005.

MABBOTT, D.; BISANZ, J. Computational skills, working memory, and conceptual knowledge in older children with mathematics learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, v. 41, n. 1, p. 15-28, 2008.

MAZZOCCO, M. M. M., & MYERS, G. F. Complexities in identifying and defining mathematics learning disability in the primary school-age years. *Annals of Dyslexia*, 53, p. 218-253, 2003.

McGUINNESS, D. *O Ensino da Leitura: o que a ciência nos diz sobre como ensinar a ler*. Porto Alegre: Artes Médicas, 2006.

McKENZIE, B.; BULL, R.; GRAY, C. The Effects of Phonological and Visual-Spatial Interference on Children's Arithmetical Performance. *Educational and Child Psychology*, Leicester, v. 20, p. 93-108, 2003.

McLEAN, J. F.; HITCH, G. J. Working Memory Impairments in Children with Specific Arithmetic Learning Difficulties. *Journal of Experimental Child Psychology*, San Diego, v. 74, p. 240-260, 1999.

MENEZES, E.T. de; SANTOS, T.H. dos. Necessidades Educacionais Especiais [verbete]. In: DICIONÁRIO Interativo da Educação Brasileira. São Paulo: Midiamix, 2001. Disponível em: <<http://www.educabrasil.com.br/eb/dic/dicionario.asp?id=67>> Acesso em: 15 jul. 2006.

MERCER, C.D. *Students with Learning Disabilities*. 3. ed. Columbus, OH: Merrill, 1987.

MILLER, S.P.; MERCER, C.D. Educational Aspects of Mathematics Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, Chicago, v. 30, n. 1, p. 47-56, jan./fev. 1997.

MOLL, J. A Escola por Ciclos de Formação e o Desafio da Aprendizagem: ou de como ressignificar a escola. *Conhecendo e Discutindo a Rede Municipal de Ensino – Jornada de Verão*, Porto Alegre, p. 9-11, 2001.

MOOJEN, S. Dificuldades ou Transtornos de Aprendizagem? In: RUBINSTEIN, E. (Org.). *Psicopedagogia: uma prática, diferentes estilos*. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1999. P.243-284.

MOOJEN, S. Habilidades Envolvidas no Ato de Ler: ação psicopedagógica. In: O OLHAR clínico na prática psicopedagógica. Porto Alegre: Associação Brasileira de Psicopedagogia/Seção Rio Grande do Sul, 2003. P. 125-145.

MOOJEN, S. Transtornos da Leitura. In: ENRICONE, J.; GOLDBERG, K. (Org.). *Necessidades Educativas Especiais: subsídios para a prática educativa*. Erechin: Edifapes, 2007. P.15-24.

- MOOJEN, S.; FRANÇA, M. Dislexia: visão fonoaudiológica e psicopedagógica. In: ROTTA, N.; RIESGO, R.; OHLWEILER, L. *Transtornos da Aprendizagem: abordagem neurobiológica e multidisciplinar*. Porto Alegre: Artmed, 2006. P. 165-180.
- MOOJEN, S.; LAMPRECHT, R.; SANTOS, R. *et al.* *CONFIAS - Consciência Fonológica: instrumento de avaliação seqüencial*. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2003.
- MORAIS, A. G. A Apropriação do Sistema de Notação Alfabética e o Desenvolvimento de Habilidades de Reflexão Fonológica. *Letras de Hoje*, Porto Alegre, v. 39, n. 3, p. 175-192, set. 2004.
- MOUSTY, P.; LEYBAERT, J.; ALÉGRIA, J.; CONTENT, A.; MORAIS, J. BELEC: uma bateria de avaliação da linguagem escrita e de seus distúrbios. In: GRÉGOIRE, J.; PIÉRART, B. (Org.). *Avaliação dos Problemas de Leitura: os novos modelos teóricos e suas implicações diagnósticas*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. P.125-142.
- MURPHY, M.M.; MAZZOCCO, M.M.M.; HANICH, L.B.; EARLY, M.C. Cognitive Characteristics of Children with Mathematics Learning Disability (MLD) Vary as a Function of the Cutoff Criterion Used to Define MLD. *Journal of Learning Disabilities*, Chicago, v. 40, n.5, p. 458-478, sept./out. 2007.
- NATIONAL JOINT COMMITTEE ON LEARNING DISABILITIES. Learning Disabilities: issues on definition. *Asha*, v. 33 n. 5, p. 18-20, 1991.
- NÓVOA, A. Entrevista concedida a Revista Pátio. *Revista Pátio*, Porto Alegre, v. 7, n. 27, p. 25-28, ago./out. 2003.
- NUNES, T.; BRYANT, P. *Crianças Fazendo Matemática*. Porto Alegre: Artmed, 1997.
- NUNES, T.; BUARQUE, L.; BRYANT, P. *Dificuldades na Aprendizagem da Leitura: teoria e prática*. São Paulo: Cortez, 1997.
- NUNES, T.; CAMPOS, T.; MAGINA, S. *et al.* *Educação Matemática: números e operações numéricas*. São Paulo: Cortez, 2005.
- OKAMOTO, Y.; CASE, R. Exploring the Microstructure of Children's Central Conceptual Structures in the Domain of Number. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, Chicago, v. 61, p. 27-59, 1996.
- OLSON, R., WISE, B.; CONNERES, F.; RACK, J.; FULKER, D. Specific deficits in component reading and language skills: Genetic and environmental influences. *Journal of Learning Disabilities*, v. 22, p. 339-348, 1989.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *Classificação de Transtornos Mentais e de Comportamento da CID-10: descrições clínicas e diretrizes diagnósticas*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.
- ORRANTIA, J. Dificultades en el Aprendizaje de las Matemáticas: una perspectiva evolutiva. *Revista Psicopedagogia*, São Paulo, v. 23, n. 71, p. 666- 673, 2006.

ORRANTIA, J.; MARTINEZ, J.; MORÁN, M. *et al.* Dificultades en el Aprendizaje de la Aritmética: um analisis desde los modelos cronométricos. *Cognitiva*, Madrid, v. 14, n. 2, p. 183-201, 2002.

OSTAD, S. Developmental Differences in Addition Strategies: a comparison of mathematically normal children. *British Journal of Educational Psychology*, Edinburgh, v. 67, p. 345-357, 1997.

PARIS, S.G.; JACOBS, J.E. The Benefits of Informed Instruction for Children's Reading Awareness and Comprehension Skills. *Child Development*, Chicago, v. 55, p. 2083-2093, 1984.

PASSOLUNGHI, M.C.; SIEGEL, L.S. Short-term Memory, Working Memory and Inhibitory Control in Children with Difficulties in Arithmetic Problem Solving. *Journal of Experimental Child Psychology*, San Diego, v. 80, p. 44-57, 2001.

PASSOLUNGHI, M.C.; SIEGEL, L.S. Working Memory and Access to Numerical Information in Children with Disability in Mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology*, San Diego, v. 88, n. 4, p. 348-367, aug. 2004.

PASSOLUNGHI, M.C.; VERCELLONI, B.; SCHADEE, H. The Precursors of Mathematics Learning: working memory, phonological ability and numerical competence. *Cognitive Development*, Chicago, v. 22, p. 165-189, p. 165-184, 2007.

PIAGET, J. *Epistemologia Genética*. São Paulo: Martins Fontes, 1990.

PIAGET, J.; GRÉCO, P. *Aprendizagem e Conhecimento*. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1974.

PINHEIRO, A.M.V. *A Leitura e a Escrita: uma abordagem cognitiva*. Campinas: Ed. Psy, 1994.

PINHEIRO, A.M.V. Dislexia do Desenvolvimento: perspectivas cognitivo-neuropsicológicas. *Athos Ethos*, Patrocínio, v. 2, p. 63-91, 2002.

PISA. *Programa Internacional de Avaliação de Alunos*. Brasília: INEP, 2006. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/internacional/pisa/> Acesso em : setembro 2008.

RACK, J.P.; OLSON, R.K. Phonological Deficit, IQ, and Individual Differences in Reading Disability: genetic and environmental influences. *Developmental Review*, New York, v. 13, p. 269-278, 1993.

READ, C.; YUN-FEI, Z.; HONG-IN, N. *et al.* D. The Ability to Manipulate Speech Sounds Depends on Knowing Alphabetic Spelling. *Cognition*, Amsterdam, n. 24, p. 31-44, 1986.

REGO, L. O Papel da Consciência Sintática na Aquisição da Língua Escrita. *Temas em Psicologia*, São Paulo, v. 1, p. 79-87, 1993.

- REGO, L. Diferenças Individuais na Aprendizagem Inicial da Leitura: papel desempenhado por fatores metalingüísticos. *Psicologia: teoria e pesquisa*, Brasília, v. 11, n. 1, p. 51-60, 1995.
- REUHKALA, M. Mathematical Skills in Ninth-Graders: relationship with visuo-spatial abilities and working memory. *Educational Psychology*, Dorchester on Thames, v. 21, p. 387-399, 2001.
- RITTLE-JOHNSON, B.; ALIBALI, M.W. Conceptual and Procedural Knowledge of Mathematics: does one lead to the other? *Journal of Educational Psychology*, Arlington, VA, v. 19, n. 1, p. 175-189, 1999.
- ROAZZI, A.; DOWKER, A. Consciência Fonológica: rima e aprendizagem da leitura. *Psicologia: teoria e pesquisa*, Brasília, v. 5, n. 1, p. 31-55, jan./abr. 1989.
- ROBINSON, C.; MENCHETTI, B.M.; TORGESEN, J. Toward a Two-Factor Theory of one Type of Mathematics Disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, Oxford, v. 17, n. 2, p. 81-89, 2002.
- RODRIGUEZ, P.; LAGO, M. A.; JIMÉNEZ, L. El Bebê y los Números. In: ENESCO, I. (Coord.). *El Desarrollo del Bbebé*. Madri: Alianza, 2003. P. 147-169.
- ROMANELLI, E.J. Neurologia Aplicada aos Distúrbios de Aprendizagem: prevenção e terapia. In: TEMAS em Educação II. Ribeirão Preto: Publicoc, 2003. P. 49-62.
- ROURKE, B. Arithmetical Disabilities, Specific and Otherwise: a neuropsychological perspective. *Journal of Learning Disabilities*, Chicago, v. 26, n. 4, p. 214-226, 1993.
- ROURKE, B.; CONWAY, J. Disabilities of Arithmetic and Matjematical Reasoning: perspectives from neurology and neuropsychology. *Journal of Learning Disabilities*, Chicago, v. 30, n. 1, p. 34-46, 1997.
- RUBINSTEIN, E. Da Reeducação Para a Psicopedagogia, um Caminhar. In: RUBINTEIN, E. (Org.). *Psicopedagogia: uma prática, diferentes estilos*. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1999. P. 9-39.
- RUEDA, M. *La Lectura: adquisición, dificultades e intervención*. Salamanca: Amarú Ed., 1995.
- SALLES, J.F. *Habilidades e Dificuldades de Leitura e Escrita em Crianças de 2ª Série: abordagem neuropsicológica cognitiva*. 2004. Tese (Doutorado) – Instituto de Psicologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, BR-RS, 2004.
- SALLES, J.F.; PARENTE, M.A.M. Processos Cognitivos na Leitura de Palavras em Crianças: relações com compreensão e tempo de leitura. *Psicologia: reflexão e crítica*, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p.321-331, 2002.
- SANCHEZ, E. *Compreensão de Textos: Dificuldades e ajudas*. Porto Alegre: Artes Médicas, 2002.

SANCHEZ, E. A Linguagem Escrita e Suas Dificuldades: uma visão integradora. In: COLL, C.; MARCHESI, Á.; PALÁCIOS, J. (Org.). *Desenvolvimento Psicológico e Educação: transtornos do desenvolvimento e necessidades educativas especiais*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. P. 90-112.

SANCHEZ, E.; MARTIN, J. Las Dificultades en la Aprendizaje de la Lectura. In: BELTRÁN; SANTIUSTE, V. *Dificultades de Aprendizaje*. Madrid: Síntesis, 1997. P.121-145.

SCOZ, B. *Psicopedagogia e Realidade Escolar*. Petrópolis: Vozes, 1994, 176 p.

SHALEV, R.S.; GROSS-TSUR, V. Developmental Dyscalculia. *Pediatric Neurology*, New York, v. 24, n. 5, p. 237-342, 2001.

SHALEV, R.S.; MANOR, O.; KEREM, B.; AYALI, M.; BADICHI, N.; FRIEDLANDER, Y. *et al.* Desenvolvimental Dyscalculia is a Familial Learning Disability. *Journal of Learning Disabilities*, Chicago, v. 34, p. 59-65, 2001.

SHARE, D.L.; JORM, A.F.; MACLEAN, R. *et al.* Temporal Processing and Reading Disability. *Reading and Writing: an interdisciplinary journal*, Dordrecht, v. 15, p. 151-178, 2002.

SHAYWITZ, S. *Entendendo a Dislexia*. Porto Alegre: Artmed, 2006.

SIEGEL, L.; RYAN, E. The Development of Working Memory in Normally Achieving and Subtypes of Learning Disabled Children. *Child Development*, Chicago, v. 60, p. 973-980, 1989.

SIEGLER, R. Individual Differences in Strategy Choice: good students, not so good students and perfectionists. *Child Development*, Chicago, v. 59, p. 833-851, 1998.

SIMON, T. J. Reconceptualizing the origins of number knowledge: “a non-numerical account”. *Cognitive Development*, v. 12, p. 349-372, 1997.

SIMON; T. J.; HESPOS, S. J.; ROCHAT, P. Do infants understand simple arithmetic a replication of Wynn (1992). *Cognitive Development*, v. 10, p. 253-269, 1995.

SNOWLING, M. *Dyslexia: A Cognitive Developmental Perspective*. Oxford: Basil Blackwell, 1987.

SOARES, M. Língua Escrita, Sociedade e Cultura: relações dimensões e perspectivas. In: SOARES, M. *Alfabetização e Letramento*. São Paulo: Contexto, 2003. P. 27-45.

SOARES, M. Alfabetização e Letramento: caminhos e descaminhos. *Pátio: revista pedagógica*, Porto Alegre, ano 8, n. 29, p. 19-25, fev./abr., 2004.

SOLÉ, I. Ler, Leitura, Compreensão: “Sempre falamos da mesma coisa?” In: TEBEROSKY, A. *et al.* *Compreensão de Leitura: a língua como procedimento*. Porto Alegre: Artmed, 2003. P. 17-34.

STANOVICH, K. Matthew Effects in Reading: some consequences of individual differences in the acquisition of literacy. *Reading Research Quarterly*, Newark, v. 21, p. 360-406, 1986.

STANOVICH, K.; STANOVICH, P. Repensando o Conceito de Distúrbio de Aprendizagem: o fim da discrepância entre aptidão e desempenho. In: OLSON, D.; TORRANCE, N. *Educação e Desenvolvimento Humano: novos modelos de aprendizagem, ensino e escolarização*. Porto Alegre: Artmed, 2000. P. 106-129.

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

SURAN, B.G.; RIZZO, J. V. *Special Children: an integrative approach*. 2. ed. Glenview, IL: Foresman, 1983.

SWAN, D.; GOSWANI, V. Phonological Awareness Deficits in Developmental Dislexia and the Phonological Representations Hypothesis. *Journal of Experimental Child Psychology*, San Diego, v. 66, p. 18-41, 1997.

SWANSON, H.L. Working Memory in Learning Disability Subgroups. *Journal of Experimental Child Psychology*, San Diego, 56, p. 87-114, 1993.

SWANSON, H. L. Reading comprehension and working memory in learning disabled readers: Is the phonological loop more important than the executive system? *Journal of Experimental Child Psychology*, v. 72, p. 1-31, 1999.

SWANSON, H.L. Are Working Memory Deficits in Readers With Learning Disabilities Hard to Change? *Journal of Learning Disabilities*, Chicago, v. 33, n. 6, nov./dec. 2000.

SWANSON, H.L.; ASHBAKER, M.H.; LEE, C. Learning-Disabled Readers' Working Memory as a Function of Processing Demands. *Journal of Experimental Child Psychology*, San Diego, v. 61, p. 242-275, 1996.

SWANSON, H. L.; ASHBAKER, M.H. Working memory, short term memory, speech rate, word recognition and reading comprehension in learning disabled readers. Does the executive system have a role? *Intelligence*, v. 28, p. 1-30, 2000.

SWANSON, H. L.; SACHSE-LEE, C. Mathematical problem solving and working memory in children with learning disabilities: both executive and phonological processing are important. *Journal of Experimental Child Psychology*, v. 79, n. 3, p. 294-321, jul. 2001.

SWANSON, H.L.; JERMAN, O.; ZHENG, X. Growth in working memory and mathematical problem solving in children at risk and not at risk for serious math difficulties. *Journal of Educational Psychology*, v. 100, n.2, p. 343-379, 2008.

TFOUNI, L.V. *Letramento e Alfabetização*. São Paulo: Cortez, 1995.

TORGESEN, J.K.; WAGNER, R.K.; RASHOTTE, C.A. Longitudinal Studies of Phonological Processing and Reading. *Journal of Learning Disabilities*, Chicago, v. 27, n. 5, p. 276-286, 1994.

TORGESEN, J.K. *et al.* Preventing Reading Failure in Young Children with Phonological Processes Disabilities: group and individual responses to instruction. *Journal of Educational Psychology*, Arlington, v. 41, n. 4, p. 579-593, 1999.

TORGESEN, J.K. Phonologically based reading disabilities: Towards a coherent theory of one kind of learning disability. In SPEAR-SWERLING, L.; STERNBERG, R.J. (Eds.) *Perspective on learning disabilities*, New Haven, CT: Westview Press, 1999. P. 231-262.

VAN DER SLUIS, S.; VAN DER LEIJ, A.; JONG, P.F. Working Memory in Dutch Children with Reading and Arithmetic-Related LD. *Journal of Learning Disabilities*, Chicago, v. 38, n. 3, p. 207-221, maio/jun., 2005.

VAN HOUT, A. Os Testes de Leitura em Neuropediatria. In: GRÉGOIRE, J.; PIÉRART, B. (Org.). *Avaliação dos Problemas de Leitura: os novos modelos teóricos e suas implicações diagnósticas*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. P. 65-71.

VASCONCELLOS, C.C. Ensino-Aprendizagem da Matemática: velhos problemas, novos desafios. *Millenium On-Line*, n. 20, out. 2000. Disponível em: <www.ipv.pt/millenium/20_ect6.htm> Acesso em: agosto 2008.

VYGOTSKY, L.S. *Pensamento e Linguagem*. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

YAVAS, F. Habilidades Metalingüísticas na Criança: uma visão geral. *Cadernos de Estudos lingüísticos*, Campinas, v. 14, p. 39-51, jan./jun. 1989.

YIN, R. *Estudo de Caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Artmed, 2005.

YSSELDYKE, J.E.; ALGOZZINE, B. *Introduction to Special Education*. Boston: Houghton Mifflin, 1984.

YUILL, N.; OAKHILL, J.; PARKIN, A. Working Memory, Comprehension Ability and the Resolution of Text Anomaly. *British Journal of Psychology*, London, v. 80, p. 351-361, 1989.

WAGNER, R.K.; TORGESEN, J.K. The Nature of Phonological Processing and its Causal Role in the Acquisition of Reading Skills. *Psychological Bulletin*, Washington, v. 101, p. 192-212, 1987.

WAGNER, R. K.; TORGESEN, J.K.; RASHOTTE, C. Development of Reading-Related Phonological Processing Abilities: new evidence of bidirectional causality from a latent variable longitudinal study. *Developmental Psychology*, Washington, v. 30, n. 1, p. 73-87, 1994.

WAGNER, R. K. *et al.* 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*, Washington, v. 33, n. 3, p. 468-479, 1997.

WECHSLER, D. *WISC-III: escala de inteligência Wechsler para crianças: manual*. 3. ed. San Antônio: Psychological Corporation, 1991.

WILSON, A.J.; DEHAENE, S. *Number Sense and Developmental Dyscalculia*. Orsay: Service Hospitalier Frédéric Joliot, [2006?].

WILSON, K.M.; SWANSON, H.L. Are mathematics disabilities due to a domain-general or a domain-specific working memory deficit? *Journal of Learning Disabilities*, Austin, v. 34, n. 3, p. 237-248, may 2001.

WYNN, K. Addition and Subtraction by Human Infants. *Nature*, London, n. 358, p. 749-750, 1992.

XU, F.; SPELKE, E.S. Large Number Discrimination in 6-month-old Infants. *Cognition*, Amsterdam, n. 74, p. 1-11, 2000.

ANEXOS

ANEXO A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido


UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACED - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

Pelo presente documento, eu _____ portador da identidade número _____ responsável pelo (a) aluno (a) _____ autorizo a participação deste (a) na pesquisa intitulada “A busca de relações entre as dificuldades na leitura e na matemática: Um estudo com alunos da 3ª a 5ª série do Ensino Fundamental”, realizada pela professora Luciana Vellinho Corso, doutoranda da UFRGS, sob a orientação da Profa Beatriz Vargas Dorneles, durante os períodos letivos de 2006 e 2007.

Declaro ter conhecimento de que os procedimentos metodológicos que serão adotados incluem a realização de tarefas nas áreas de leitura e matemática. As atividades serão desenvolvidas individualmente em horário de aula, fora do espaço de sala de aula, previamente combinado com a coordenação e devidamente comunicado. Apenas uma atividade incluirá todo o grupo de alunos e será desenvolvida em sala de aula.

A pesquisadora assegura a privacidade do aluno pela não divulgação de seu nome. O aluno tem o direito de não participar ou de se retirar da pesquisa a qualquer momento.

As informações coletadas serão utilizadas para análise e discussão da pesquisa . Assim, a pesquisadora fica autorizada a publicar os resultados encontrados.

Quaisquer dúvidas sobre o andamento da pesquisa , a pesquisadora está à disposição para esclarecimentos.

Porto Alegre, ____ de _____ de 2006.

ANEXO B**Tarefa de Problemas Matemáticos Adaptada de Stein (1994)**

Nome: _____ Escola: _____ Data: _____

Lê com atenção os problemas matemáticos. Arma e resolve as operações colocando as respostas no local indicado.

1) Na biblioteca da escola de Paulo tem 1230 livros de história, 1620 livros de ciências e 150 livros de português. Qual o total de livros desta biblioteca? **RESPOSTA:** _____.
CÁLCULO

2) Carlos tem 5 bolinhas de gude e João tem 3 bolinhas de gude. Quantas bolinhas de gude o Carlos tem que perder para ficar com a mesma quantidade de bolinhas de gude que o João? **RESPOSTA:** _____.
CÁLCULO

3) Laura tem 4 anos. Samuel tem o dobro da idade de Laura. Quantos anos Samuel tem? **RESPOSTA:** _____.
CÁLCULO

4) Lúcia e Pedro têm 43 figurinhas juntos. A Lúcia tem 18 figurinhas. Quantas figurinhas o Pedro tem? **RESPOSTA:** _____.
CÁLCULO

5) Jorge tem 72 cartas e irá distribuí-las igualmente entre ele e seus 7 amigos. Quantas cartas cada um receberá? **RESPOSTA:** _____.
CÁLCULO

6) No colégio de Marina há 3415 alunos matriculados no turno da manhã e 1630 alunos matriculados no turno da tarde. Quantos alunos a mais estão matriculados no turno da manhã? **RESPOSTA:** _____ .

CÁLCULO

7) As turmas 31, 32 e 33 do Colégio São Marcos foram ao cinema. Cada turma tem 23 alunos. Quantos alunos no total foram ao cinema ? **RESPOSTA:** _____ .

CÁLCULO

8) Lucas tem 6 lápis de cor. Ele tem 3 lápis a menos do que Alice. Quantos lápis de cor a Alice tem? **RESPOSTA:** _____ .

CÁLCULO

9) As turmas de 3ª série da escola de Luiza estão participando de uma campanha para colecionar latas de alumínio que serão doadas para uma instituição. Vê na tabela abaixo o número de latas arrecadadas pela turma em cada semana:

1ª semana	452
2ª semana	137
3ª semana	245

Quantas latas as turmas de 3ª série conseguiram arrecadar no final das três primeiras semanas de campanha? **RESPOSTA:** _____ .

CÁLCULO

10) Bruno tem uma coleção de 968 conchas e quer distribuí-las igualmente em seis caixas. Quantas conchas ficarão em cada caixa? _____ Sobrarão conchas fora da caixa? _____ Quantas? _____ .

CÁLCULO

ANEXO C**Memória de Dígitos, Memória de Frases e Memória de Relatos Adaptada de Golbert (1988)****Memória de Dígitos**

- 1) 7 – 3
- 2) 2 – 4
- 3) 3 – 0 – 6
- 4) 2 – 9 – 5
- 5) 1 – 8 – 3 - 7
- 6) 6 – 1 - 5 - 8
- 7) 9 – 4 – 0 – 3 - 1
- 8) 8 – 4 – 2 – 5 - 9
- 9) 7 – 2 – 0 – 9 – 1 – 8
- 10) 3 – 5 – 8 – 6 – 4 - 7
- 11) 2- 8 – 6 – 1 – 4 – 9 - 0
- 12) 1 – 9 – 4 – 3 – 5 – 2 - 8

Memória de Frases:

- 1) Lúcia faz bolo para sua mãe.
- 2) O animal feroz caiu no buraco.
- 3) A menina mais velha faz as tarefas de casa.
- 4) No almoço comi arroz, feijão, pão e guisadinho.
- 5) Um pequeno cachorro entrou no pátio de minha casa.
- 6) Pedro e seu irmão sobem no ônibus que vai para a escola.
- 7) Fui ao supermercado e comprei leite, banana, tomate, suco e presunto.
- 8) Amanhã quando sair da escola vou passar no armazém do Seu Jorge e perguntar quanto custa um pacote de bolacha.
- 9) No sábado Rita terá uma festa na casa de João, mas ela só poderá ir se conseguir uma carona para voltar de lá.
- 10) Nas férias de verão quero aproveitar o máximo: quero jogar bola, andar de bicicleta, ir ao parque e encontrar meus amigos.

Memória de Relatos:**a) 4 fatos**

___ Rafael estava de aniversário
 ----convidou sua turma
 ----todos cantaram parabéns
 ----e ele adorou a festa

b) 5 fatos

--- Júlia foi visitar sua avó
 --- que mora perto do parque
 --- Ela andou de roda gigante
 ---Comeu pipoca
 ----e voltou à noite.

c) 6 fatos

---Naquele dia de aula a professora
 ensinou a multiplicação
 --- no início os alunos acharam um
 pouco difícil
 ----fizeram exercícios na aula
 ----fizeram tema de casa
 ----e hoje acham a multiplicação fácil
 ---- Agora a professora vai ensinar a
 divisão.

d) 7 fatos

--- Paulo levou suas figurinhas para a
 escola

--- na hora do recreio trocou com seus
 amigos
 ---- depois guardou na mochila
 ---- quando chegou em casa viu que
 faltavam 3 figurinhas
 ----ficou chateado pois aquelas eram as
 que ele mais gostava
 ----No dia seguinte a professora achou
 umas figurinhas embaixo da classe dela.
 ----Logo perguntou de quem era e
 entregou para ele.

e) 8 fatos

--- O verão é a estação do ano que mais
 gosto
 ---- Minha irmã não concorda comigo
 ---- Ela diz que o verão é muito calor e
 que ela passa mal
 ----Mas eu adoro tomar sorvete
 ---- Gosto de usar bermudas
 ---- Andar de chinelo
 ---- Passear com o meu cachorro.
 ---- Mas o que eu mais gosto mesmo do
 verão é que estou de férias.

ANEXO D**Teste de Conhecimento Numérico (OKAMOTO;CASE, 1996)³⁰**

Nível 1 - É esperado que o aluno possa contar oralmente e quantificar, mas não relacionar o número à quantidade. Os alunos são apresentados com as seguintes propostas:

1. “Eu vou te mostrar algumas fichas. [Mostrar uma variedade de fichas misturadas sendo 3 vermelhas e 4 azuis]. Conte as fichas azuis e me diga quantas têm.”
2. “Aqui temos alguns círculos e triângulos. [Mostrar uma variedade misturada de 7 círculos e 8 triângulos]. Conte somente os triângulos e me diga quantos têm”.
3. “Eu vou te dar 1 bombom e depois vou te dar mais 2 bombons [Realize a ação]. Quantos bombons tens ao todo?”
4. “Eu vou te dar duas pilhas de fichas. [Mostre um empilhado com 5 fichas vermelhas e um empilhado com 2 fichas azuis]. Qual pilha tem mais?”
5. Você preferiria ter 5 bombons ou 2 bombons? Por que?

Nível 2 - Para verificar se os alunos construíram uma série de contagem mental que requer a compreensão de números e quantidades, realizaremos as seguintes perguntas:

1. “Se tu tens 4 chocolates e alguém te dá mais 3, com quantos chocolates tu ficarias ao todo?”
- 2a. “Que número vem logo depois do 7?”.
- 2b. “Que número vem 2 números depois do 7?”
- 3a. “Qual é o maior 5 ou 4?”.
- 3b. “Qual é o maior 7 ou 9?”
- 3c. “Qual é o menor 8 ou 6?”
- 3d. “Qual é o menor 5 ou 7?”
- 4a. [Apresentar visualmente uma variedade de triângulos contendo os números 5, 6, 2.] “Qual número é mais perto do 5? É o 6 ou o 2?”.

³⁰ Traduzido por Luciana Vellinho Corso.

4b. [Apresentar visualmente uma variedade de triângulos contendo os números 7, 4 e 9] “Qual número está mais perto do 7? É o 4 ou 9?”.

5. “Quanto é 2 mais 4?”.

6. “Quanto é 8 menos 6?”.

7. [Mostrar visualmente cartões com os números 8, 5, 2 e 6, e pedir a criança para nomear cada numeral] “Quando tu estás contando, qual destes números tu dizes primeiro? Quando tu estás contando, qual destes números tu dizes por último?”.

8a. [Mostrar visualmente cartões com os números 6, 4, 2 e 9; e então perguntar:] “Quando tu estás contando de trás para a frente, qual destes números tu dizes por último?”.

Nível 3 - Para verificar se as crianças são capazes de trabalhar simultaneamente com duas séries de contagem mental, realizaremos as tarefas do Nível 3. Estas tarefas exigem que as crianças possam seguir a pista dos “uns” e “dezes” enquanto adicionam ou subtraem e possam entender a relação entre eles. Também requer que os alunos usem uma série de contagem para computar a distância entre dois pontos em outra linha de contagem, e então construir a noção de uma “diferença” matemática.

1. “Quanto é 12 mais 54?”

2. “Quanto é 47 menos 21”?

3a. “Qual é o maior 69 ou 71?”.

3b. “Qual é o maior 32 ou 28?”

4a. “Qual é o menor 27 ou 32?”.

4b. “Qual é o menor 51 ou 39?”

5a. [Apresentar visualmente uma variedade de triângulos com os números 21, 25, 18] “Qual número está mais perto do 21? É o 25 ou o 18?”.

5b. [Apresentar visualmente uma variedade de triângulos com os números 28, 31 e 24]. “Qual número está mais perto do 28? É o 31 ou 24?”

6. “Qual o número que vem 5 números depois do 49?”.

7. “Qual o número que vem 4 números antes do 60”?

8a. “Quantos números existem entre o 2 e o 6?”.

8b. “Quantos números existem entre o 7 e o 9?”

8c. “Quantos números existem entre o 3 e o 9?”

9 a. “Tu sabes o que é um número de 2 dígitos?” [Se o aluno não souber, explicar.] “Qual é o maior número de 2 dígitos?”.

9b. “Qual é o menor número de 2 dígitos?”

10a. “Quando tu estás contando de trás para frente, qual o número que tu dizes primeiro, 49 ou 66?”.

10b. “Quando tu estás contando de trás para frente, qual o número que tu dizes por último 81 ou 69?”

Nível 4 - Para verificar se os alunos podem estender a sua compreensão de “dezes” e “uns” para todo o sistema numérico, ofereceremos as tarefas do Nível 4. Tais tarefas nos possibilitam, também, observar se os alunos são capazes de integrar o “pedir emprestado” e o “adicionar com transporte” com a adição e subtração mental, podendo compreender a forma na qual duas diferenças podem ser relacionadas.

1. “Qual número vem 10 números depois do 99?”

2. “Qual número vem 9 números depois do 999?”

3a. “Qual diferença é maior, a diferença entre 9 e 6 ou a diferença entre 8 e 3?”

3b. “Qual diferença é maior, a diferença entre 6 e 2 ou a diferença entre 8 e 5?”

4a. “Qual a diferença é menor, a diferença entre 96 e 92 ou a diferença entre 25 e 11?”

4b. “Qual a diferença é menor, a diferença entre 48 e 36 ou a diferença entre 84 e 73?”

5a. “Quanto é 13 mais 39?” [*Mostrar o cartão*].

6. “Quanto é 36 menos 18?” [*Mostrar o cartão*].

7a. “Eu te perguntei antes sobre números de dois dígitos. Agora, eu quero te perguntar sobre números de 5 dígitos. Qual é o maior número de 5 dígitos?”

8. “Quanto é 301 menos 7?”.

9. “O João levou 90 minutos para ir de casa à escola. Ele levou somente uma hora e meia para voltar da escola para casa. Podes explicar por quê?”

10a. “Qual está mais perto de R\$ 25,35 R\$20,00 ou R\$30,00?”

10b. “Qual está mais perto de R\$ 46,45 R\$ 46,00 ou R\$ 47,00?”

10c. “Qual está mais perto de R\$ 40,00 R\$ 29,95 ou R\$ 68,05?”

10d. “Qual está mais perto R\$ 15,00 R\$ 9,95 ou R\$ 19,95?”

O teste é interrompido no momento em que as crianças apresentam dificuldades para resolver mais da metade das questões de um determinado nível. As respostas são avaliadas como corretas ou incorretas, obtendo-se um escore médio de desempenho para cada aluno.

ANEXO E

Memória de Trabalho 1³¹

Responda Sim ou Não para as questões propostas e diga a última palavra de cada pergunta.

Exemplos:

- 1)As mesas caminham? As lâmpadas correm?
- 2)Os bebês choram? As bolas rolam?
- 3)As cadeiras andam?Os automóveis choram?
- 4)As bonecas latem?Os cachorros comem?

Conjuntos de duas questões

- 1)Os cachorros miam? As luzes acendem?
- 2)Os livros choram? As meninas brincam?
- 3)Os aviões nadam? Os carros andam?
- 4)Os leões brigam?As camas dormem?

Conjuntos de três questões

- 1)Os armários caminham?Os livros choram?As mesas conversam?
- 2)As bonecas voam?Os aviões pulam?As velas apagam?
- 3)Os edifícios andam?As ruas correm?Os elevadores falam?
- 4)As garotas choram?Os sapos pulam?As árvores comem?

Conjuntos de quatro questões

- 1)A maçã pula? A banana corre?O menino salta?O professor briga?
- 2)O cachorro salta?O gato mia?O fósforo queima? O ônibus pára?
- 3)O bolo anda? O lápis quebra?A borracha passeia? O caderno rasga?
- 4)A luz apaga? O fogo termina?A blusa fala? O sapato aperta?

Pontuação: um ponto correto para cada acerto de repetição de última palavra correta.

³¹ *Working Memory* (HECHT *et al.*, 2001). Adaptado por Beatriz Vargas Dorneles e Luciana Vellinho Corso (versão agosto/2006).

Protocolo de Resposta

Responda Sim ou Não para as questões propostas e diga a última palavra de cada pergunta. Exemplos:

1	N	N	CAMINHAM ()	CORREM ()
2	S	S	CHORAM ()	ROLAM ()
3	N	N	ANDAM ()	CHORAM ()
4	N	S	LATEM ()	COMEM ()

Conjuntos de duas questões

1	N	S	MIAM ()	ACENDEM ()
2	N	S	CHORAM ()	BRINCAM ()
3	N	S	NADAM ()	ANDAM ()
4	S	N	BRIGAM ()	DORMEM ()

Conjuntos de três questões

1	N	N	N	CAMINHAM ()	CHORAM ()	CONVERSAM ()
2	N	N	S	VOAM ()	PULAM ()	APAGAM ()
3	N	N	N	ANDAM ()	CORREM ()	FALAM ()
4	S	S	N	CHORAMAM ()	PULAM ()	COMEM ()

Conjuntos de quatro questões

1	N	N	S	S	PULA ()	CORRE ()	SALTA ()	BRIGA ()
2	S	S	S	S	SALTA ()	MIA ()	QUIEMA ()	PÁRA
3	N	S	N	S	ANDA ()	QUEBRA ()	PASSEIA ()	RASGA ()
4	S	S	N	S	APAGA ()	TERMINA ()	FALA ()	APERTA ()

ANEXO F

Memória de Trabalho 2³²

(2-5-3) (6-1-2)
 (9-7-1) (8-4-5)
 (0-4-9) (1-8-6)
 (3-0-4) (9-2-6) (7-5-1)
 (5-8-7) (4-9-0) (6-8-3)
 (1-6-2) (3-6-5) (0-1-8)
 (1-0-6) (3-9-4) (7-5-2) (8-3-1)
 (0-7-2) (6-1-9) (1-0-5) (7-4-8)
 (2-1-0) (4-3-7) (9-5-3) (0-2-5)
 (0-2-7) (4-6-1) (8-3-5) (1-3-0) (6-7-9)
 (3-5-8) (0-6-1) (5-4-6) (7-9-3) (8-0-5)
 (1-9-4) (3-2-0) (6-9-1) (5-7-3) (0-8-2)
 (2-3-9) (4-1-0) (7-5-1) (0-8-6) (6-4-3) (2-3-8)
 (5-7-4) (8-6-1) (3-9-8) (1-0-5) (7-6-2) (1-4-3)
 (0-2-5) (9-3-8) (6-1-7) (8-4-0) (3-0-3) (1-5-2)
 (1-2-0) (3-4-5) (9-7-8) (5-3-6) (2-4-3) (0-9-1) (4-1-9)
 (3-9-1) (0-6-8) (7-4-2) (1-5-9) (2-6-5) (8-2-0) (9-3-6)
 (5-0-2) (1-9-4) (8-6-3) (7-9-1) (6-2-0) (1-5-7) (0-8-6)

³² Adaptada de Yuill *et al.* (1989).

Memória de Trabalho 2

Protocolo de Resposta

1) --- ---
3 2

2) --- ---
1 5

3) --- ---
9 6

4) --- --- ---
4 6 1

5) --- --- ---
7 0 3

6) --- --- ---
2 5 8

7) --- --- --- ---
6 4 2 1

8) --- --- --- ---
2 9 5 8

9) --- --- --- ---
0 7 3 5

10) --- --- --- --- ---
7 1 3 0 9

11) --- --- --- --- ---
8 1 6 3 5

12) --- --- --- --- ---
4 0 1 3 2

13) --- --- --- --- --- ---
9 0 1 6 3 8

14) --- --- --- --- --- ---
4 1 8 5 2 3

15) --- --- --- --- --- ---
5 8 7 0 3 2

16) --- --- --- --- --- ---
0 5 8 6 3 1 9

17) --- --- --- --- --- ---
1 8 2 9 5 0 6

18) --- --- --- --- --- ---
2 4 3 1 0 7 6

ANEXO G

Estratégias de Contagem e de Recuperação da Memória³³

Protocolo de resposta

Nome: _____ Escola: _____ Turma: _____ Data: _____

Tarefa 1

Prob.	Cont. dedos			Cont. verbal			Cont. interna			Decomp.	Recup.
	To	Me	Ma	To	Me	Ma	To	Me	Ma		
3+6											
5+3											
7+6											
3+5											
8+4											
2+8											
9+7											
2+4											
9+5											
7+2											
9+8											
4+7											
2+5											
3+9											

OBS:

Código das estratégias

Contagem nos dedos: Conta usando os dedos.

Contagem verbal: Conta em voz alta, ou movendo os lábios.

Contagem interna: Conta na cabeça.

Decomposição: Reconstrução da resposta baseada na recuperação de uma soma parcial.

Recuperação: A resposta é dada rapidamente sem indicação de contagem.

Código dos procedimentos:

To: contar todos

Me: contar a partir do menor

Ma: contar a partir do maior

³³ Geary *et al.* (2000).

Tarefa 2**Protocolo de resposta**

Prob.	Resposta	Recuperação
6+3		
3+5		
6+7		
5+3		
4+8		
8+2		
7+9		
4+2		
5+9		
2+7		
8+9		
7+4		
5+2		
9+3		

OBS:

ANEXO H

TABELA 13 – Coeficiente de correlação de Pearson (r) e o nível de significância (p) entre as tarefas que avaliam processamento fonológico, senso numérico e estratégias e procedimentos de contagem com o QI.

Tarefa		QI
C_silaba	Pearson Correlation	,171
	Sig. (2-tailed)	,132
	N	79
C_fonema	Pearson Correlation	,289
	Sig. (2-tailed)	,010*
	N	79
C_Total	Pearson Correlation	,278
	Sig. (2-tailed)	,013*
	N	79
MT1_Hech	Pearson Correlation	,020
	Sig. (2-tailed)	,863
	N	79
MT2_Yuill	Pearson Correlation	,193
	Sig. (2-tailed)	,088
	N	79
M_dig	Pearson Correlation	,052
	Sig. (2-tailed)	,649
	N	79
M_fra	Pearson Correlation	,205
	Sig. (2-tailed)	,070
	N	79
M_rel	Pearson Correlation	,102
	Sig. (2-tailed)	,371
	N	79
S_Num	Pearson Correlation	,300
	Sig. (2-tailed)	,007*
	N	79
V_Nu	Pearson Correlation	-,022
	Sig. (2-tailed)	,844
	N	79
_V_letr	Pearson Correlation	,012
	Sig. (2-tailed)	,915
	N	79
V_NuLe	Pearson Correlation	-,080
	Sig. (2-tailed)	,482
	N	79
E1	Pearson Correlation	-,064
	Sig. (2-tailed)	,572

	N	79
E2	Pearson Correlation	,193
	Sig. (2-tailed)	,088
	N	79
Contar_T	Pearson Correlation	-,205
	Sig. (2-tailed)	,070
	N	79
Cont_Mai	Pearson Correlation	-,178
	Sig. (2-tailed)	,116
	N	79
Cont_Men	Pearson Correlation	,072
	Sig. (2-tailed)	,528
	N	79
Cont_Inter	Pearson Correlation	-,110
	Sig. (2-tailed)	,336
	N	79
Recup_ime	Pearson Correlation	,234
	Sig. (2-tailed)	,038*
	N	79
Decomp	Pearson Correlation	,090
	Sig. (2-tailed)	,430
	N	79
Acertos_Recup	Pearson Correlation	,212
	Sig. (2-tailed)	,060
	N	79
Cont_men_c	Pearson Correlation	,049
	Sig. (2-tailed)	,670
	N	79

*Correlação significativa quando $p < 0,05$.