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

Gessilda Cavalheiro Müller

Dificuldades de Aprendizagem na Matemática: um estudo de intervenção pedagógica com alunos do 4º ano do ensino fundamental

Porto Alegre
2012

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

Gessilda Cavalheiro Müller

Dificuldades de Aprendizagem na Matemática: um estudo de intervenção pedagógica com alunos do 4º ano do ensino fundamental

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

Orientador:
Prof. Dr. Sérgio Roberto Kieling Franco

Linhas de Pesquisa: Psicopedagogia, Sistemas de Ensino/Aprendizagem, Educação em Saúde.

Porto Alegre
2012

CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Müller, Gessilda Cavalheiro

Dificuldades de Aprendizagem na Matemática:
um estudo de intervenção pedagógica com alunos do 4º ano do ensino fundamental / Gessilda Cavalheiro Müller. – Porto Alegre: PPGEDU da UFRGS, 2012.
186 f.: il.

Orientador: Sérgio Roberto Kieling Franco.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Educação, Porto Alegre, BR–RS, 2012.

1. Dificuldades de aprendizagem na matemática. 2. Intervenção. 3. Recuperação de fatos aditivos básicos. I. Franco, Sérgio Roberto Kieling, orient. II. Título.

Dedico esta tese ao Daniel e à Bruna, pelo amor, compreensão e apoio técnico em todos os momentos dessa caminhada.

À minha família pelo carinho, apoio e compreensão pela ausência.

AGRADECIMENTOS

Percorri um longo caminho para chegar ao doutoramento. Agradeço a todos que fizeram parte dessa caminhada:

Ao Prof. Dr. Sérgio Roberto Kieling Franco e Prof. Dra. Clarissa Seligman Golbert, pelas oportunidades ao longo da minha caminhada acadêmica e valiosas contribuições para que esta tese se tornasse realidade.

Aos membros da banca: Profa. Dra. Beatriz Vargas Dorneles, Prof. Dr. Marcus Vinicius de Azevedo Basso e Profa. Dra. Irani Iracema de Lima Argimon, por participarem da avaliação desta tese.

Às crianças participantes da pesquisa que sempre se mostraram disponíveis.

Às três escolas que oportunizaram o desenvolvimento da pesquisa, em especial direção e professoras das turmas.

A todos os colegas de orientação pelo carinho e trocas de experiências, em especial ao Silas Ferraz e Yasmini Sperafico pelas contribuições para o texto final.

Às psicólogas Viviane Maia e Ana Elise de Borba pela ajuda e orientação.

À Joanne Maluf e à Nicole Cerbaro pelo auxílio nesta pesquisa.

Ao estatístico Gustavo Gattino.

Aos amigos pelo carinho e apoio quando solicitados.

Ao CNPQ pelo apoio financeiro para que eu pudesse realizar o curso de doutorado com dedicação exclusiva.

Ao Programa de Pós-Graduação e Linha de Pesquisa de Psicopedagogia Sistemas de Ensino/Aprendizagem e Educação em Saúde pelo apoio financeiro para a realização do trabalho de campo.

A todos, o meu carinho e gratidão.

RESUMO

O uso de procedimentos imaturos de contagem e a permanência de lentidão para recuperar fatos aditivos básicos da memória de longo prazo têm sido apontados pelas pesquisas como sendo habilidades pouco desenvolvidas nas crianças com dificuldades na matemática. Em vista disso, nesta pesquisa foi desenvolvida uma prática pedagógica em alunos do 4º ano do ensino fundamental com dificuldades de aprendizagem na matemática tendo como objetivo o aumento no uso de recuperação de fatos aditivos básicos. O estudo foi dividido em três etapas. Na primeira etapa, foi realizada uma avaliação com 74 alunos com idades entre 9 e 11 anos de três escolas públicas de Porto Alegre. Para avaliar o desempenho aritmético foi utilizada a Prova de Aritmética de Capovilla, Montiel e Capovilla (2007). Para avaliar as estratégias e procedimentos de contagem e recuperação de fatos aditivos da memória, foram utilizadas duas tarefas adaptadas de Siegler e Shrager (1984) e Geary, Hamson e Hoard (2000). Após a avaliação, os resultados passaram por uma análise estatística, e os escores totais da Prova de Aritmética, além de avaliar o desempenho aritmético, serviram de base para separar os grupos em graves e moderadas dificuldades. Na segunda etapa, dos 74 alunos 19 foram selecionados para participar da intervenção pedagógica, sendo que 12 deles apresentaram graves dificuldades e 7 moderadas dificuldades em matemática. Durante o desenvolvimento da intervenção, foi utilizada uma combinação de ensino direto e ensino de estratégia de Swanson e Sachse-Lee (2000). As intervenções foram realizadas em grupos de 4 e 5 alunos, perfazendo um total de 12 encontros. Na terceira etapa, foi realizada avaliação utilizando os mesmos instrumentos da primeira etapa. Após a quantificação dos dados, os resultados revelaram que a diferença de pontuação entre o pré-teste e pós-teste foi estatisticamente significativa nos dois grupos de alunos. Os resultados indicaram que os alunos com graves e moderadas dificuldades na aprendizagem da matemática se beneficiaram com a prática pedagógica, pois, na resolução de fatos aditivos básicos, houve progressos do uso de estratégias e procedimentos de contagem para processos apoiados na memória. A combinação de abordagens de ensino direto e ensino de estratégias mostrou que é possível estimular a aprendizagem dos alunos indicando progressos no mesmo período escolar.

Palavras-chave: Dificuldades de aprendizagem na matemática. Intervenção. Recuperação de fatos aditivos básicos.

Müller, Gessilda Cavalheiro. Dificuldades de Aprendizagem na Matemática:
um estudo de intervenção pedagógica com alunos do 4º ano do ensino fundamental. Porto Alegre: 2012. 186 f.: il. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Educação, Porto Alegre, RS, 2012.

ABSTRACT

The use of immature counting procedures and the slow retrieval of basic addition facts of long-term memory has been suggested by research as being deficit developed abilities in children with difficulties in mathematics. Therefore, in this study a pedagogical practice was developed with 4th grade elementary school students who presented difficulties in mathematics learning aiming at enhancing the use of retrieval of basic addition facts. The study was divided into three phases. In the first phase, an evaluation was performed with 74 students aging from 9-11 years-old from three public schools in Porto Alegre. In order to evaluate their arithmetic performance, the Arithmetic Test by Capovilla, Montiel, & Capovilla (2007) was applied. To evaluate procedures and strategies counting and retrieval of addition facts from memory, two adapted tasks from Siegler & Shrager (1984) and Geary, Hamson & Hoard (2000) were used. After the evaluation, the results were statistically analyzed, and the total scores of the Arithmetic Test, besides being used to evaluate the arithmetic performance, were used as a base to divide the group into a severe and a moderate difficulties. In the second phase, 19 of the 74 students were selected to participate of the pedagogical intervention, with 12 presenting with severe difficulties and 7 with moderate difficulties in mathematics. During the intervention development process, a combination of direct teaching and strategy teaching by Swanson and Sachse-Lee (2000) was used. Interventions were performed in groups of 4 and 5 students, with a total of 12 meetings. In the third phase, an evaluation was performed with the same tools used in the first phase. After data quantification, results revealed that the difference between the pre-test and post-test scores was statistically significative in the two groups of students. Results indicated that students with severe and moderate difficulties in mathematics learning would benefit from the pedagogical practice, because, while solving the basic addition facts, there was progress in using counting strategies and procedures to memory-based processes. A combination of direct teaching and strategy teaching approaches showed to be possible to stimulate learning while indicating progress during the same school term.

Keywords: Difficulties in mathematics learning. Intervention. Retrieval of basic addition facts.

Müller, Gessilda Cavalheiro. Dificuldades de Aprendizagem na Matemática:
um estudo de intervenção pedagógica com alunos do 4º ano do ensino fundamental. Porto Alegre: 2012. 186 f.: il. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Educação, Porto Alegre, RS, 2012.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS

LISTA DE QUADROS

1 INTRODUÇÃO

Nesta pesquisa analisamos a eficácia de uma prática pedagógica, desenvolvida com alunos do 4º ano do ensino fundamental com dificuldade de aprendizagem na matemática, como um recurso para estimular a recuperação de fatos aditivos básicos da memória.

O tema da presente tese está situado no campo de estudos das dificuldades de aprendizagem, com ênfase nos processos cognitivos e neurobiológicos que estão envolvidos na aprendizagem da matemática. A pesquisa tem como base os estudos da psicologia cognitiva, da psicologia da educação matemática e da neuropsicologia do desenvolvimento.

Nos últimos anos, foram desenvolvidas mais pesquisas sobre as dificuldades de leitura do que em matemática. Com o desenvolvimento dessas pesquisas é possível criar uma variedade de instrumentos de avaliação e intervenção e consequentemente realizar um trabalho preventivo nas etapas iniciais de aprendizagem na área da linguagem. (GEARY; HAMSON; HOARD, 2000; CORSO, 2008).

O mesmo não ocorre na área da matemática, que apesar das crescentes pesquisas que vêm sendo desenvolvidas ainda são encontradas lacunas na literatura em relação à aprendizagem da aritmética. Essas lacunas referem-se à construção numérica inicial, a qual constitui a base fundamental dos primeiros anos escolares e é justamente essa base que sustenta a aquisição de conhecimentos posteriores e mais complexos. (BUTTERWORTH, 2005; DORNELES, 2007; GOLBERT, 2008; GEARY; HAMSON; HOARD, 2000; GEARY, 2004; ORRANTIA, 2000; 2006; CORSO, 2008; COSTA, 2009).

As pesquisas têm demonstrado a importância do desenvolvimento da construção inicial numérica durante a educação infantil para que os alunos possam avançar na escolaridade tendo uma melhor compreensão do conhecimento matemático. (GELMAN; GALLISTEL, 1978; BUTTERWORTH, 2005; GEARY, 2006; DORNELES, 2007; PASSOLUNGHI; VERCELLONI; SCHADEE, 2007). Desta forma, é necessário o desenvolvimento de pesquisas na área da matemática, especialmente na aritmética tanto em alunos com desenvolvimento típico, quanto em alunos com dificuldades de aprendizagem.

As dificuldades de aprendizagem em matemática não são novas. Vasconcelos (2000) aponta que nos últimos anos em Portugal o ensino da matemática tem vivido em constante crise em todos os níveis de ensino. Ocorrem reclamações tanto por parte dos alunos como por parte dos professores. Os alunos não entendem por que precisam estudar matemática e mesmo aqueles que tiram boas notas procuram apenas dominar técnicas. Por sua vez os professores queixam-se dos programas de ensino, do trabalho solitário na sala de aula e não sabem como podem motivar seus alunos. (VASCONCELOS, 2000). No Brasil a situação não é diferente apesar das políticas publicas educacionais como o Programa Nacional de Livros Didáticos (PNLD), o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) e as Olimpíadas Brasileiras de Matemática das escolas públicas, os resultados das avaliações em larga escala apresentam um quadro bastante preocupante em relação à proficiência matemática dos estudantes brasileiros desde os anos iniciais da educação básica até o ensino superior. Os resultados das avaliações mostram que no Brasil há estudantes que estão há muito tempo na escola. Esses alunos, no entanto, não conseguem resolver questões básicas como a reprodução de conteúdos e procedimentos de qualquer de um dos chamados Blocos de Conteúdos. Dentre os conteúdos matemáticos elementares abordados, constatam-se dificuldades em números, espaço e forma, tratamento da informação, grandezas e medidas. (SAEB, 2009, p. 12).

O censo escolar realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais - INEP (2003) apontou que 97% dos alunos têm acesso ao ensino fundamental, mas apenas 52% deles conseguem conclui-lo. De acordo com Araújo e Luzio (2004), o SAEB, em 2003, indicou que 53% dos alunos brasileiros chegam à 4ª série do ensino fundamental sem terem desenvolvido competências e habilidades elementares de leitura, e 52% desses mesmos alunos demonstram profundas deficiências em matemática. Esses dados mostram que os estudantes encontram-se num estágio muito crítico com relação à matemática. Os autores salientam que esses resultados representam de alguma forma um analfabetismo matemático. Isso porque, após quatro anos de escolarização, esses alunos não construíram nem competências básicas necessárias para o cotidiano e nem para darem prosseguimento ao ensino fundamental. (ARAÚJO; LUZIO, 2004).

Araújo e Luzio (2005) ressaltam que o SAEB avalia apenas o básico do sistema educacional, ou seja, é o mínimo necessário para a formação de leitores competentes e estudantes que utilizam a matemática de forma eficiente na resolução de problemas. Os autores chegam à conclusão de que é evidente que boa parcela dos alunos brasileiros da educação básica não está aprendendo o mínimo prometido nos currículos estaduais e nos parâmetros curriculares do Ministério da Educação. Os autores apontam que:

> [...] os problemas do sistema educacional brasileiro não estão restritos à dimensão do ensino-aprendizagem; há grandes dificuldades também no fluxo educacional, comprometendo o seu rendimento. O número de estudantes que está fora da série adequada à sua idade é assustador. O número de concluintes dos dois níveis da educação básica é muito baixo,

pois a evasão ainda é um problema. (ARAÚJO; LUZIO, 2005 p. 20).

Os dados da baixa eficiência do sistema educacional brasileiro podem ser observados nas taxas de rendimento, ou seja, aprovação, reprovação e abandono. Araújo e Luzio (2005, p. 26) apontam que as "[...] maiores taxas de aprovação, todas acima de 80%, ocorrem nas séries de transição. As menores taxas de abandono, todas abaixo de 6%, ocorrem na 2ª e 3ª série do ensino fundamental. O grave é que a maior taxa de abandono encontra-se na 1ª série do ensino fundamental."

No mundo inteiro a atividade matemática tem sido estudada por psicólogos, matemáticos, educadores e, mais recentemente, por neuropsicólogos com o objetivo de identificar os fatores neuropsicológicos subjacentes a esta atividade. (VASCONCELOS, 2005). A preocupação com os processos cognitivos utilizados na matemática é necessária aos educadores, pois o conhecimento dos processos mentais permite uma melhor seleção dos conteúdos e dos recursos didáticos. Isso permite uma melhor compreensão dos obstáculos cognitivos enfrentados pelos alunos e viabiliza uma melhor intervenção nessa área. (GOLBERT; MORAES; MÜLLER, 2008).

Pelo exposto, tendo como base as dificuldades matemáticas enfrentadas pelos estudantes, a realização desta Tese é motivada pela experiência da autora no trabalho como professora pesquisadora em oficinas com jogos matemáticos, tanto para alunos quanto para professores. Essas oficinas ocorreram no Programa de Extensão [1]do Departamento de Estudos Especializados da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (DEE-FACED-UFRGS). Além disso, foram desenvolvidas pesquisas na área das dificuldades de aprendizagem da matemática no Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGEDU) da UFRGS (mais detalhes sobre os programas de extensão e de pesquisa no capítulo 6). O trabalho, realizado com os alunos e professores, contribuiu para a organização desta pesquisa, pois foi verificada a necessidade da compreensão das relações entre as estratégias e procedimentos de contagem utilizadas pelos alunos e as práticas de ensino realizadas pelos professores diante das dificuldades na aritmética.

Esta pesquisa é uma continuação da caminhada acadêmica da autora desta Tese, sendo assim, o objetivo foi aprofundar alguns dos conhecimentos construídos a partir da realização do Mestrado em Educação[2], realizado no PPGEDU-UFRGS. Mas também ir ao encontro de um novo referencial teórico que pudesse permitir uma melhor compreensão dos obstáculos cognitivos enfrentados pelos alunos com dificuldades de aprendizagem na matemática, especificamente aritmética.

A presente pesquisa está organizada em dez capítulos. No presente capítulo, realizamos a introdução da pesquisa. No capítulo 2 revisamos três das principais visões episte-

[1]Programa de Extensão: Programa de educação continuada na aprendizagem da matemática para professores do ensino fundamental

[2]MÜLLER, Gessilda C. Compreendendo os Procedimentos de Adição de Alunos de 4ª série: um estudo a partir da Epistemologia Genética. Porto Alegre, UFRGS, 2003 (Dissertação de Mestrado).

mológicas utilizadas atualmente, o paradigma piagetiano, a perspectiva neopiagetiana e sistemas da informação. No capítulo 3, apresentamos as pesquisas realizadas no campo da neuropsicologia e as relações com a aprendizagem. Abordamos os tipos de memória, o tempo de retenção, a relação da memória de longo prazo e aprendizagem na matemática, finalizamos com a apresentação de algumas teorias de armazenamento e recuperação de fatos aditivos básicos. O capítulo 4, está centrado no processo de desenvolvimento das habilidades aritméticas com o objetivo de mostrar como o pensamento da criança vai aos poucos se tornando mais complexo. Além disso, apresentamos uma revisão de alguns fatores que podem explicar as dificuldades enfrentadas pelos alunos. No capítulo 5, apresentamos estudos sobre a metacognição, estratégias metacognitivas, implicações educacionais e modelos de intervenção. No capítulo 6, são apresentadas pesquisas na área da aprendizagem da matemática que utilizam jogos como um recurso para intervenção em crianças que apresentam dificuldades de aprendizagem na matemática. No capítulo 7, são apresentadas as bases da construção metodológica, num primeiro momento indicamos o tipo de pesquisa, problema, objetivos, questões de pesquisa, e amostra. Num segundo momento, são descritos os procedimentos, instrumentos e as atividades de intervenção. No capítulo 8, apresentamos os resultados da avaliação dos dois grupos de alunos no pré-teste e pós-teste, e os resultados da intervenção realizadas com os alunos. No capítulo 9, apresentamos análise e discussão dos resultados. Iniciamos com a eficácia da intervenção, avaliações realizadas nos dois grupos de alunos no pré-teste e pós-teste, desenvolvimento das intervenções, ressaltamos algumas diferenças encontradas entre os dois grupos de alunos, e finalizamos com a importância do desenvolvimento das habilidades metacognitivas durante a intervenção. No capítulo 10, apresentamos as conclusões gerais da pesquisa.

2 ABORDAGENS DO DESENVOLVIMENTO COGNITIVO

As bases teóricas que sustentam esta pesquisa estão organizadas da seguinte forma: análise de algumas abordagens do desenvolvimento cognitivo; neuropsicologia e aprendizagem; aprendizagem da Matemática; metacognição, estratégias de aprendizagem e modelos de intervenção; e jogos matemáticos. Ao longo do texto, serão mostradas as especificidades de cada área e as investigações feitas na tentativa de relacioná-las.

Antes de analisarmos algumas das principais visões epistemológicas utilizadas atualmente é necessário esclarecer que esta pesquisa é uma continuação de uma caminhada acadêmica. Na Dissertação de Mestrado em Educação buscamos compreender os procedimentos de adição utilizados por alunos de 4ª série do ensino fundamental, tendo como fundamentação teórica a Epistemologia Genética. Entretanto, para este estudo buscamos aprofundar alguns dos conhecimentos construídos a partir da realização do mestrado, assim como buscar em um outro referencial teórico uma melhor compreensão dos obstáculos cognitivos enfrentados pelos alunos com dificuldades de aprendizagem na matemática, e especialmente na aritmética.

A literatura indica que o estudo das competências aritméticas e matemáticas e seus desenvolvimentos tem ocupado psicólogos e educadores por mais de cem anos, conforme salienta Geary (2006). A integração de saberes de disciplinas como a Biologia, a Neuropsicologia, a Física e a Matemática, tem contribuído para uma melhor compreensão da complexidade do funcionamento humano. (SANTANA; ROAZZI; DIAS, 2006). Sendo assim, o conhecimento das teorias que investigam o desenvolvimento cognitivo é fundamental para entendermos a evolução das pesquisas. Dentre as principais abordagens destacamos o paradigma piagetiano, a perspectiva neopiagetiana e a abordagem do processamento da informação. A seguir apresentamos cada uma das abordagens.

2.1 PARADIGMA PIAGETIANO

O paradigma piagetiano se sobressai pela enorme influência que exerceu sobre a psicologia do desenvolvimento. (SANTANA; ROAZZI; DIAS, 2006). Em vista disso, é que encontramos na literatura uma vasta obra produzida por Piaget e seus colaboradores ao longo de sua trajetória, conforme apontam Becker e Franco (1999) aproximadamente 70 livros e centenas de artigos. Da mesma forma, também são encontradas na literatura, uma variedade de livros e artigos de pesquisadores nacionais e internacionais que falam sobre Piaget e de sua obra. (KESSELRING, 1993).

Piaget partiu da Biologia, passou pela Psicologia e, finalmente, chegou à Epistemologia e, a partir desse estudo, compreendeu os processos de criação do conhecimento humano. (FERREIRO, 1999). Conforme destaca Kesselring (1993, p. 10) Piaget "encarnava um erudito universal", num período em que as atividades científicas eram caracterizadas pela especialização. Talvez seja por isso que Piaget sempre foi alvo de muita admiração, mas também de muitas críticas.

Com suas investigações Piaget objetivava encontrar a origem do conhecimento humano e para isso começou a pesquisar como se dá o desenvolvimento nas crianças, pois precisava compreender como a criança aprende e estrutura o seu conhecimento. (FRANCO, 1997). Porém, as descobertas desse estudo não ficaram limitadas a informar os estágiosdo desenvolvimento cognitivo[1] das crianças, mas sua contribuição foi no sentido de esclarecer como ocorrem as aquisições cognitivas. (FERREIRO, 2001). Nesse sentido, a questão fundamental a ser compreendida por Piaget (1970/1990, p. 3-4)[2] era como o sujeito passa de um conhecimento para outro, ou seja, como ocorre a "passagem de um conhecimento menos bom ou mais pobre para um saber mais rico (em compreensão e extensão)." Entretanto, esse conhecimento não é resultado nem do sujeito e nem do objeto, mas "[...] de interações que se produzem a meio caminho entre sujeito e objeto, e que dependem, portanto, dos dois ao mesmo tempo, mas em virtude de uma indiferenciação completa e não de trocas entre formas distintas". (PIAGET, 1970/1990, p. 8).

Para Piaget (1976, p. 11) o desenvolvimento cognitivo é um processo de equilibração que "[...]conduz de certos estados de equilíbrio aproximado a outros, qualitativamente diferentes, passando por múltiplos desequilíbrios e re-equilibrações". Desta forma, o estado de equilíbrio ocorre quando os esquemas existentes no sujeito são adequados para enfrentar e adaptar-se aos desafios do ambiente. Por outro lado, o estado de desequilíbrio cognitivo ocorre quando a informação que o sujeito recebe não se adapta aos seus esquemas existentes. Assim, as estruturas cognitivas responsáveis pela inteligência humana são construídas por um processo de adaptação. Esse processo constitui-se de dois subprocessos elementares, o primeiro é a assimilação que é a incorporação dos objetos ou dos acontecimentos aos esquemas já existentes, o segundo, é a acomodação e ocorre uma modificação dos esquemas já existentes para atender a novas exigências do ambiente. Desta forma, o processo de adaptação é o fundamento da equilibração das estruturas cognitivas na interação do sujeito com o meio. Portanto, a adaptação serve como elemento de

[1] Estágios do desenvolvimento cognitivo: sensório-motor, pré-operatório, operatório-concreto e operatório formal.

[2] Nas obras de Piaget colocamos a data do original e após a data da obra consultada.

estruturação do conhecimento, ou seja, encaixando o novo conhecimento na organização já existente, mas como salienta Franco (1999, p. 62):

> Serão necessárias muitas assimilações e acomodações para se chegar à construção de estruturas que possibilitem, de fato, um novo conhecimento (provisoriedade). O importante dessa explicação é que torna explícito que a organização cognitiva do sujeito não inicia pelo contato com o objeto (com o meio externo, poder-se-ia dizer), mas também não é independente deste.

Como vimos, em suas pesquisas, Piaget estava interessado em fazer um estudo epistemológico. O seu principal interesse foi o problema do conhecimento e sua construção, resultante das interações da criança com objetos ou pessoas. Considerando o estudo desenvolvido por Piaget, Flavell (2002) ressalta que as contribuições de Piaget para a psicologia do desenvolvimento foram muitas, mas destaca as contribuições para a educação e para a clínica. O pesquisador sugere que sejam observadas as questões que Piaget foi levantando ao longo de sua trajetória, como por exemplo:

> Com que ferramentas cognitivas, "criadoras de desenvolvimento", nasce uma criança? Que papel desempenham, no desenvolvimento da criança, as interações com o meio? Quais são os mecanismos ou processos que desencadeiam o desenvolvimento cognitivo? E assim por diante. (FLAVELL, 2002, p. 199).

Em relação ao ensino da Matemática, necessitamos aprofundar também, qual a importância do significado para o desenvolvimento das estruturas cognitivas. O estudo de uma lógica das significações pode permitir uma melhor compreensão do processo de aprendizagem e estruturação do conhecimento matemático.

Piaget e Garcia (1988) ressaltam que é possível compreender melhor uma lógica das ações e dos fenômenos ligados às atribuições das significações na atividade cognitiva das crianças. Para tanto, organizaram uma obra[3] com o objetivo de "[...] completar e corrigir nossa lógica operatória no sentido de uma lógica das significações." (PIAGET; GARCIA, 1988, p. 13). Os pesquisadores evidenciam que existe uma lógica de significações fundamentada nas implicações entre significações ou entre as ações. Essas implicações são inferências atribuídas às propriedades, aos objetos e às próprias ações. O início da lógica das significações ocorre na passagem progressiva das coordenações das ações às composições de antecipações. Piaget e Garcia (1988, p. 145) consideram que "[...] do ponto de vista da epistemologia genética, a lógica começa desde o momento em que a criança é capaz de antecipar uma relação entre ações. A antecipação de ações requer a presença de

[3]Último livro escrito por Piaget: Hacia una Logica de Significaciones (PIAGET; GARCIA, 1988).

inferências [...]". Nesse sentido, as significações podem ser consideradas como o resultado de uma equilibração dos esquemas cognitivos construídos com antecipações.

Esse estudo permite compreender melhor uma lógica das ações e dos fenômenos ligados à atribuição das significações na atividade cognitiva das crianças. No entanto, ele não encerra uma discussão, mas pelo contrário é o início de muitas outras. Como bem indica Garcia, a lógica das significações é um tema instigante, que merece dedicação dos pesquisadores para aprofundá-lo. (PIAGET; GARCIA, 1988).

Para Becker e Franco (1999, p. 6) a obra de Piaget, bem como de seus colaboradores, precisa ser "[...] re-escrita, pensada e repensada, enfim, precisa transformar-se em objeto de reflexão, de discussão e, em muitos casos, de experimentação". Mas de acordo com os pesquisadores, essa releitura da obra da Piaget é possível de ser realizada sem que haja necessidade de "buscar um neopensamento, ou uma pós-produção, pois a Epistemologia Genética traz, na sua própria estrutura teórico-metodológica, o mecanismo da mudança."

No entanto, aos poucos, outros pesquisadores dentro da escola piagetiana começaram a se interessar pelo estudo das microgêneses. Dentre eles estão as pesquisas desenvolvidas por Inhelder e Cellérier (1996) que analisaram as condutas cognitivas individualizadas, em seus pormenores e em toda a sua complexidade natural. De acordo com os pesquisadores, o estudo das microgêneses "evidencia as características do processo interativo entre o sujeito e o objeto, que havia sido analisado, de modo muito geral, por Piaget. Ele permite desvelar a coordenação e a integração eventuais das soluções e dos sucessivos modelos parciais do sujeito." (INHELDER; CELLÉRIER, 1996, p. 12). Conforme destaca Houdé (2002, p. 122) essa perspectiva traçada pelos pesquisadores "[...] trata da passagem do estudo das estruturas gerais do sujeito epistêmico ao dos procedimentos de invenção e de descoberta do sujeito psicológico." Desta forma, tem início uma aproximação entre os estudos realizados por alguns pesquisadores piagetianos e a psicologia cognitiva do processamento da informação.

2.2 PERSPECTIVA NEOPIAGETIANA

A perspectiva neopiagetiana tem como objetivo preencher algumas lacunas existentes na obra piagetiana, principalmente em relação aos processos de mudança derivados do processamento da informação. (SANTANA; ROAZZI; DIAS, 2006). Nesse sentido, o desafio dos pesquisadores neopiagetianos é fazer uma articulação entre os estudos realizados por Piaget e os estudos da psicologia cognitiva que têm como meta a "transformação pragmática do conhecimento em ação, a curto prazo: a resolução de problemas." (HOUDÉ, 2002, p. 123).

Dentre as novas teorias, podem ser considerados alguns modelos que se propõem a não só construir e ativar estratégias cognitivas, tais como o pensamento piagetiano, mas também aprender estratégias para inibir informações irrelevantes. Durante os anos noventa, alguns neopiagetianos como Robbie Case e Kurt Fischer, propuseram um modelo de desenvolvimento da criança como uma dinâmica não-linear, com curvas de aprendizagem irregular, incluindo turbulência, explosões e colapsos. Para tais psicólogos o desenvolvimento infantil, corresponde a *des vagues qui se chevauchent*, ou seja, "ondas de sobreposição". Cada estratégia cognitiva pode ser considerada como uma "onda" que poderia encobrir uma outra estratégia *façon de penser*, ou seja, "pensar a qualquer momento". Tais modelos convergem no sentido de que envolvem uma sequência rígida dos estágios de Piaget e mecanismos que passam de um estágio para outro. (HOUDÉ, 2005).

Contudo, muitas críticas são realizadas aos referidos modelos. Tais críticas são no sentido de que "[...] são todos como a teoria piagetiana, modelos de coordenação ou coativação de unidades estruturais (esquemas, símbolos, skills, etc.) e não modelos de seleção cognitiva e de inibição." (HOUDÉ, 2002, p. 124). No entanto, com a evolução das pesquisas, outros estudos foram sendo realizados e assim novos modelos de desenvolvimento foram propostos, como é o caso dos estudos de Diamond, Harnishfeger e Houdé que estão centrados nas noções de inibição, ineficaz ou eficaz. (HOUDÉ, 2002).

Nessa mesma perspectiva, muitos pesquisadores (WYNN, 1992, BAILLARGEON; SPELKE; WASSERMAN, 1985; BAILLARGEON, 2002; 2004) propuseram-se a fazer uma revisão radical a teoria de Piaget e para tanto, dedicaram-se ao estudo das competências precoces de bebês. Conforme destaca Baillargeon (2002, p. 59):

> Piaget foi o primeiro pesquisador em psicologia que se preocupou em examinar, de forma sistematizada, a compreensão do mundo físico pelo bebê. Suas observações fascinantes encantaram o mundo inteiro e provocaram a emergência de um novo campo de estudo que, hoje, permanece muito explorado e discutido dentro da área mais ampla da cognição da criança bem pequena.

Na verdade, o progresso nas pesquisas se deu através de uma mudança na metodologia, passando da análise dos esquemas de ação do bebê, utilizada por Piaget, para a análise do olhar. Esse assunto será melhor abordado na seção 4.1.1.

Em síntese, considerando essas abordagens e o progresso das pesquisas realizadas, aos poucos poderá ocorrer um afastamento da teoria piagetiana. Mas como bem assinala Houdé (2002, p. 126) "[...] o espírito continua piagetiano: estudar mais de perto a inteligência do bebê e da criança, seus estágios (ou níveis de funcionamento), suas estruturas (ou representações), seus processos de desenvolvimento, para compreender a cognição por sua gênese, melhor forma possível da adaptação biológica." Flavell (2002, p. 199) complementa dizendo que "Piaget ensinou-nos o caminho e, continuando a nos fazer as perguntas que nos deixou, continuaremos aprendendo mais e mais a respeito do desenvolvimento intelectual das crianças".

Como já ressaltado, as reflexões realizadas nos estudos neopiagetianos se beneficiaram de novos conceitos pertencentes à perspectiva do processamento da informação. Por isso na próxima seção apresentamos essa abordagem.

2.3 ABORDAGEM DO PROCESSAMENTO DA INFORMAÇÃO

A abordagem do processamento da informação causou uma revolução em várias áreas do conhecimento, mas principalmente no campo da psicologia do desenvolvimento. As pesquisas realizadas dentro desse paradigma trouxeram um novo referencial para os estudos dos processos mentais, pois os pesquisadores utilizam uma análise minuciosa e detalhada do desenvolvimento cognitivo. (SANTANA; ROAZZI; DIAS, 2006). Sternberg (2008) afirma que os pesquisadores do processamento da informação têm como objetivo compreender como as pessoas de diferentes idades tratam a informação, como por exemplo, como ocorre a codificação, decodificação, transferência, combinação, armazenamento e recuperação.

Num primeiro momento os pesquisadores se preocuparam em descrever em termos gerais como ocorre o funcionamento da informação. Num segundo momento utilizaram o processamento da informação dentro de domínios específicos. Dentre os diversos domínios específicos do desenvolvimento cognitivo estão as habilidades metacognitivas, cujo precursor foi Flavell na década de 1970 (esse assunto será melhor apresentado no capítulo 5), e as habilidades quantitativas. Com os avanços conceituais em sistemas de informação, o Tempo de Reação (TR) também passou a ser considerado como um método para estudar processos cognitivos. Estudos desenvolvidos por Aschcraft e colaboradores (ASCHCRAFT; BATTAGLIA, 1978; HAMANN; ASHCRAFT, 1986) introduziram TR ao estudo de processos aritméticos. Assim, problemas aritméticos simples, como por exemplo, $3 + 2 = 4$ ou $9 + 5 = 14$, são apresentados em uma tela de computador e a criança deve apertar um botão indicando se a resposta está certa ou errada. Durante a resolução das operações, o TR é monitorado e se a criança conta o primeiro adendo e depois o segundo, consequentemente, o tempo será maior. O resultado final fornecerá uma estimativa da velocidade com que as crianças executaram a resolução das operações. (GEARY, 2006).

Siegler e colaboradores (SIEGLER; SHRAGER, 1984; SIEGLER, 1987) uniram as técnicas de TR à observação direta para resolução de problemas aritméticos. Eles tinham como objetivo verificar as estratégias procedimentais e os tipos de erros cometidos durante a recuperação de problemas aritméticos. Esse assunto será melhor apresentado na seção 3.2.

Nos últimos anos com o progresso nas pesquisas, muitos psicólogos cognitivos vem se dedicando ao estudo das bases biológicas da cognição. E como salienta Sternberg (2008, p. 42) tais pesquisadores estão "preocupados sobretudo com a forma como a anatomia (as estruturas físicas do corpo) e a fisiologia (as funções e os processos do corpo) do sistema nervoso afetam e são afetados pela cognição humana." Assim, a neurociência enfatiza as mudanças cognitivas como decorrentes dos fatores genéticos e de maturação cerebral. (SANTANA; ROAZZI; DIAS, 2006). Para Sternberg (2008, p. 43) a neurociência cognitiva é o "campo de estudo que vincula o cérebro e outros aspectos do sistema nervoso ao processamento cognitivo e, em última análise ao comportamento." Desta forma, a partir do estudo do cérebro os psicólogos cognitivos podem localizar as áreas específicas que controlam determinadas habilidades ou comportamentos.

Em síntese, neste capítulo apresentamos três das diversas teorias do desenvolvimento cognitivo. Essas teorias representam as melhores tentativas dos teóricos da psicologia para explicar como a cognição humana se desenvolve. Considerando o que apresentamos até este momento e para melhor fundamentação de nossa pesquisa, é importante que sejam apresentados estudos realizados na área da neuropsicologia e aprendizagem.

3 NEUROPSICOLOGIA E APRENDIZAGEM

Neste capítulo, inicialmente, situamos os estudos neuropsicológicos, nos detemos na importância do conhecimento dos tipos de memória para a aprendizagem. Finalizamos com algumas teorias de armazenamento e recuperação de fatos aditivos da memória.

A neuropsicologia desenvolveu-se a partir da união da neurologia com a psicologia e trata da relação entre cognição, comportamento e atividade do sistema nervoso em condições normais ou patológicas. Tem como objetivo a interdisciplinaridade e inclui conhecimentos da neurologia, anatomia, psicologia, fonoaudiologia, linguística, ciências da educação, entre outras. (MIRANDA; MUSZKAT, 2004; PINHEIRO, 2005; VASCONCELOS, 2005; CIASCA; GUIMARÃES; TABAQUIM, 2006).

Como vimos, muitos profissionais têm interesse pelos estudos neuropsicológicos, mas nessa pesquisa salientamos o interesse dos educadores, que têm no processo ensino-aprendizagem o seu objeto de investigação. Para Pinheiro (2005, p. 5) "[...] se o educando tem dificuldades ou distúrbios de aprendizagem, o conhecimento da biologia por esses profissionais permite não apenas um diagnóstico precoce e mais exato, mas também o estabelecimento de programas de ação terapêutica e re-educativa para o aprendiz."

Vasconcelos (2005) ressalta que, de acordo com o enfoque neuropsicológico, a capacidade de aprendizagem depende do bom funcionamento de algumas funções neuropsicológicas como: atenção, memória, linguagem e funções executivas. Como salienta Fiori (2008) a aprendizagem é a reunião de processos de aquisição de novas informações e a memória corresponde à permanência, à retenção das informações, assim como os conhecimentos que foram sendo adquiridos pela aprendizagem ao longo da vida. No entanto, existe mais de uma forma de aprendizagem, assim como mais de uma forma de memória. Na medida em que a criança vai se desenvolvendo, alguns tipos de memória também vão melhorando, principalmente durante a fase escolar. Como ressaltam Mello e Xavier (2006, p. 106):

> [...] mudanças quantitativas e qualitativas são observadas no desempenho de tarefas que requerem aquisição, armazenamento e recordação de informações e estão envolvidas na ampliação do vocabulário, na formação de conceitos e nos processos de resolução de problemas.

As mudanças observadas nas crianças podem ser atribuídas ao uso progressivo das estratégias de memória, aumento de conhecimento geral, adquirido em experiências informais e experiências escolares e, além disso também deve ser considerado o processo de maturação do sistema nervoso. (MELLO; XAVIER, 2006). Os estudos sobre a memória, podem fornecer uma melhor compreensão dessas mudanças, identificar dificuldades de aprendizagem na matemática e organizar intervenções objetivando prevenção.

3.1 MEMÓRIA

Encontramos na literatura diversos pesquisadores que se dedicam a estudar a memória, dentre eles destacamos Baddeley e Hitch (1974), Siegel (1999), McLean e Hitch (1999), Baddeley (1992, 2000, 2003), Baddeley, Hitch e Allen (2009). A memória é muito mais do que podemos conscientemente lembrar, tais como fatos que aconteceram no passado. Siegel (1999, p. 44) define memória como sendo uma:

> [...] forma como o cérebro é afetado pela experiência e subsequentemente altera as respectivas respostas futuras. [...] o cérebro experimenta o mundo e codifica esta interação de maneira que modifica as futuras formas de resposta. [...] esta definição de memória nos permite compreender como os acontecimentos passados podem moldar diretamente como e o que aprendemos, ainda que não tenhamos a consciência da rememoração desses acontecimentos.

Duas distinções fundamentais caracterizam as teorias da memória: o tempo de retenção (memória sensorial, memória imediata, memória de trabalho e memória de longo prazo); e o tipo de informação estocada na memória de longo prazo. (FIORI, 2008). As memórias sensoriais são transitórias e não são acessíveis à consciência, a memória imediata dura um pouco a mais do que a sensorial, ou seja, de segundos a minutos. Esse tipo de memória é acessível ao processamento consciente. (SPRENGER, 2008).

Na literatura são referenciados vários modelos de memória, dentre os quais em nossa pesquisa mostraremos o modelo de memória de trabalho[1] proposto por Baddeley e Hitch (1974). O termo memória de trabalho refere-se a um sistema cerebral que fornece armazenamento temporário e manipulação da informação necessária para tarefas cognitivas complexas como compreensão de linguagem, aprendizado e raciocínio. (BADDELEY, 1992). Desta forma, o processo de pegar as informações da memória imediata e trabalhar com ela significa que estamos com a memória de trabalho ativa. (SANTOS, 2004; SPRENGER, 2008).

Baddeley (1992) nos esclarece que a partir dos resultados de suas pesquisas constatou que o modelo de memória unitária de curta duração era insuficiente para explicar a manutenção e o processamento da informação por um curto período. Por isso foi criado

[1]O termo memória de trabalho foi traduzido de “working memory” (BADDELEY; HITCH, 1974).

um modelo de memória de trabalho chamado inicialmente de sistema tripartido. Este sistema compreende um controlador de atenção - o executivo central (*central executive*) -, e dois subsistemas especializados no processamento e manipulação de quantidades limitadas de informações em domínios específicos: a alça fonológica (*phonological loop*) e o esboço visuoespacial (*visuospatial sketchpad*). Baddeley (2000, 2003) reconheceu que seu modelo apresentava algumas limitações, por isso incluiu outro componente, o *buffer* episódico.

A memória de trabalho pode reter a informação por horas, dias, ou até semanas. "Para a informação se transformar em memória de longo prazo, ela precisa de algum modo se tornar significativa." (SPRENGER, 2008, p. 164), ou seja, é necessário que sejam feitas conexões no cérebro entre a nova informação e a que já foi armazenada anteriormente. Para que possamos entender melhor como ocorre a interação entre os componentes da memória de trabalho, apresentamos a seguir um exemplo sugerido por Santos (2004). Para resolução do cálculo mental, como por exemplo $3 + 6 = 9$, e decidir se os resultados são pares ou ímpares, o uso da memória de trabalho incluiria: (a) representação mental da equação escrita através do esboço visuoespacial; (b) tradução dos símbolos escritos em números pronunciáveis na alça fonológica; (c) conceitos de soma, par e ímpar (aprendidos previamente).

O resultado parcial e as informações armazenadas nos subsistemas ficariam ativados de forma integrada no *buffer* episódico. Enquanto isso, o executivo central coordenaria o processamento dessas informações até que as respostas fossem dadas. Portanto, na sala de aula os alunos usam a memória de trabalho enquanto estão resolvendo problemas de matemática, fazendo leituras de histórias e textos, e assim por diante. Eles retêm e manipulam fragmentos de informação para criar novas ideias, formular hipóteses e resolver problemas. (SPRENGER, 2008).

Pelo exposto, o estudo da memória de trabalho é importante, pois ela mantém as informações na mente, durante a execução de tarefas. Contudo, embora a relação entre memória de trabalho e dificuldades em executar procedimentos aritméticos não seja ainda totalmente entendida, os dados de alguns estudos parecem indicar que crianças com dificuldade de aprendizagem em matemática (DAM) têm alguma forma de déficit de memória de trabalho. Pesquisas desenvolvidas por Geary (1990; 2004) apontam que crianças com DAM geralmente utilizam a contagem com os dedos como uma forma para resolver problemas aritméticos e isso parece reduzir as demandas da memória de trabalho. A memória de trabalho também pode contribuir para a ocorrência de erros em procedimentos de contagem, ou seja, a criança com DAM conta a mais ou a menos durante a realização de problemas. Essa contagem errada pode ocorrer quando a criança conta e se perde durante o processo de contagem, deste modo, ela não sabe quantos dedos já contou e quantos faltam para ser contado. Estes déficits parecem envolver representação e manipulação de informação no sistema de linguagem, mais especificamente o sistema fonético-articulatório, ou de um déficit em processos executivos como o controle de atenção. (GEARY, 2004).

Como referido anteriormente, a memória de trabalho é limitada quanto à capacidade de armazenamento imediato de informação. Assim, fica evidente que esse sistema de memória apresenta limitação quanto ao tempo, mas a informação pode ser mantida pela repetição de manutenção ou pela transferência para a memória de longo prazo (MLP). Por sua vez, a MLP recebe as informações da memória de curto prazo e as armazena.

Conforme apontam Santos (2004) e Fiori (2008) o processo de formação da MLP envolve três etapas de processamento da informação e exige a integridade funcional de vários mecanismos. São eles:

1. Aquisição ou registro: trata-se da condução da informação ao cérebro via órgãos sensoriais e córtex sensorial primário. Esta etapa depende da atenção e percepção. Fatores como a fadiga, ansiedade e preocupação podem interferir neste processo.

2. Consolidação ou retenção: consiste na conservação do conhecimento através de uma representação significativa no cérebro. Esta etapa é reforçada pela repetição ou pela associação com outros dados já armazenados na memória.

3. Recordação ou recuperação: refere-se ao acesso à informação armazenada. Este processo pode ser espontâneo, pode se dar pela busca voluntária ou através de pistas. A recordação poderá ser influenciada por fatores internos (humor, motivação, necessidade, interesse) ou externos (local, ambiente, pessoas presentes).

Gazzaniga, Ivry e Mangun (2006) salientam que os teóricos separam a MLP em duas divisões principais, a memória explícita ou declarativa e a memória implícita ou não-declarativa:

a) A memória explícita ou declarativa é o que a maioria das pessoas quer dizer quando se refere à ideia genérica da memória. Ela desempenha o importante papel de fornecer um sentido de espaço e de tempo, permitindo que as pessoas se lembrem onde as coisas se localizam e quando lá estiveram. Assim sendo, a memória explícita refere-se ao conhecimento ao qual temos acesso conscientemente, incluindo o conhecimento pessoal (memória episódica) e o conhecimento do mundo externo (memória semântica).

b) A memória implícita ou não-declarativa envolve partes do cérebro que não requerem processamento consciente durante a codificação ou recuperação. Quando a memória implícita é recuperada, os perfis de rede neuronal que são reativados envolvem circuitos no cérebro que são uma parte fundamental da nossa experiência diária, como por exemplo, comportamentos, emoções e imagens. A memória implícita baseia-se nas estruturas cerebrais que estão intactas no nascimento e permanecem acessíveis ao longo de toda a vida. (SIEGEL, 1999, p. 50). Portanto, a memória implícita refere-se ao conhecimento do qual não temos acesso conscientemente, como às habilidades cognitivas e motoras (conhecimento de procedimento), ao *priming* preceptivo, e aos comportamentos simples aprendidos que derivam do condicionamento, da habituação ou da sensibilização. (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2006).

Pelo exposto, vimos que a memória é importante para a aprendizagem e que, quanto mais a criança progride no nível de escolaridade, a tendência é que memória também vá melhorando. Conforme destacam Geary, Hamson e Hoard (2000) e Geary (2004; 2006), crianças que apresentam dificuldades de aprendizagem na matemática (DAM) nem sempre avançam de procedimentos imaturos de contagem para processos apoiados na memória. Sendo assim, as crianças com DAM têm dificuldades para armazenar fatos aritméticos na memória de longo prazo. Esse assunto será melhor descrito na seção 4.1.6.

Essas dificuldades desafiam-nos a buscar uma melhor compreensão de como ocorre o pensamento em geral. Para tanto, no próximo item mostraremos os modelos de aquisição e representação numérica.

3.2 TEORIAS DE ARMAZENAMENTO E RECUPERAÇÃO DE FATOS ADITIVOS BÁSICOS NA MEMÓRIA DE LONGO PRAZO

O conhecimento das bases teóricas sobre como ocorre o armazenamento e a recuperação dos fatos básicos na memória é essencial para o entendimento das dificuldades enfrentadas pelos estudantes. A partir desse entendimento, torna-se mais fácil organizar um planejamento de intervenção adequado. A seguir, apresentamos resumidamente, algumas teorias que procuram explicar o armazenamento e a recuperação dos fatos aditivos da memória.

Atualmente, a aprendizagem do armazenamento e a recuperação dos fatos aditivos básicos têm sido amplamente estudadas no campo da neuropsicologia. (DOMAHS; DELAZER, 2005; PASTOR, 2008). Na literatura são encontradas duas perspectivas de investigação, a primeira delas refere-se aos modelos de processamento de número e de cálculo desenvolvidos por McCloskey, Caramazza e Basili (1985) e Dehaene e Cohen (1995). A segunda perspectiva de investigação enfatiza o desenvolvimento entre problema e resposta, e busca uma explicação para a ocorrência da aprendizagem dos fatos aditivos básicos. Dentre os diferentes modelos, mostramos os desenvolvidos por Aschcraft e Battaglia (1978) e Siegler e Shrager (1984).

Primeira perspectiva de investigação

McCloskey, Caramazza e Basili (1985) desenvolveram o primeiro modelo geral de processamento de número e de cálculo com objetivo de fazer uma análise detalhada do desempenho do sistema de processamento de número e do sistema de cálculo em dois tipos de indivíduos: normais e com comprometimento cognitivo. O entendimento de como ocorre o funcionamento normal do sistema cognitivo e dos padrões observados em desempenhos deficientes é um passo essencial para inferir relações entre os processos cognitivos e mecanismos cerebrais.

O sistema de processamento de número inclui um componente para a compreensão dos numerais e outro para a produção. Assim, a compreensão numérica inclui o entendimento dos símbolos numéricos e suas quantidades, e a produção de números inclui a leitura, a escrita e a contagem de números ou de objetos.

O sistema de cálculo recebe dados do sistema de processamento de número, o qual fornece informações sobre as quantidades que devem ser operadas. Para o processamento do cálculo três componentes são essenciais. O primeiro componente refere-se a um mecanismo para o processamento do símbolo ou palavras operacionais que indicarão qual operação deverá ser realizada. O segundo componente refere-se à recuperação dos fatos aritméticos da memória de longo prazo. E, finalmente, o último componente refere-se ao mecanismo para execução dos procedimentos aritméticos. (MCCLOSKEY; CARAMAZZA; BASILI, 1985).

Para um melhor entendimento do processamento do cálculo, utilizamos um exemplo organizado por Grégorie (1999, p. 34). De acordo com o pesquisador para a resolução de 5 + 6, é necessário seguir uma sequência de etapas:

1. no sistema de compreensão, os números 5 e 6 são processados como quantidades abstratas pelo sistema numérico;

2. no sistema de cálculo, o sistema de interpretação de símbolos identifica a operação de adição. O resultado é procurado no estoque de fatos aritméticos;

3. no sistema de produção, a representação do resultado é transformada em sua forma apropriada, ou seja, na forma de números ou palavras.

Considerando as etapas acima descritas é possível fazer uma avaliação da execução do cálculo e assim identificar quais componentes são eficientes e quais são deficitários. (GRÉGORIE, 1999). O modelo desenvolvido por McCloskey e colaboradores mostrou a importância da compreensão do processamento de número e de cálculo. Entretanto, esse modelo foi considerado como tendo um repertório mínimo de mecanismos cognitivos para o processamento dos numerais e de operações aritméticas básicas. Sendo assim, tal modelo enfrentou controvérsias em relação a dois pontos principais: a modularidade e a natureza da representação mental dos números. (PASTOR, 2008).

Diante dessa contestação, outros modelos foram surgindo, como por exemplo, o modelo do código triplo[2] desenvolvido por Dehaene e Cohen (1991). O modelo de código triplo é baseado na não dissociação observada em pacientes neuropsicológicos, nos precedentes da Psicologia animal e Psicologia Evolutiva. Os pesquisadores tinham como objetivo encontrar as estruturas cerebrais que sustentam cada um dos seus componentes.

[2]O termo modelo de código triplo foi traduzido de “triple-code model” (DEHAENE; COHEN, 1995).

Com o desenvolvimento das pesquisas, o modelo foi passando por algumas alterações ao longo dos anos.

Para Dehaene e Cohen (1995) o cérebro representa e processa os números através do modelo de código triplo. Esse modelo está baseado em três categorias de representações mentais que podem ser manipulados no cérebro humano.

a) Primeira categoria: os números poderiam ser manipulados de três maneiras: (a) no código visual-arábico (forma visual dos números arábicos) os números são representados por uma ordem de dígitos (por exemplo, 52), (b) no código verbal (fonológico e grafêmico) os números são representados por uma ordem de palavras (por exemplo, cinquenta e dois), (c) no código analógico das quantidades, em que há ativação de uma *linha numérica mental* para representação quantitativa dos números.

b) Segunda categoria: refere-se à transcodificação numérica que pode ocorrer diretamente de um código para o outro, isto é, sem ativar necessariamente a representação semântica dos números.

c) Terceira categoria: cada procedimento de cálculo se apoia em um conjunto fixo de códigos de entrada e saída.

Dehaene e Cohen (1995) lembram que os numerais como, por exemplo, “nove”, na medida em que eles representam uma pequena quantidade, devem ter uma representação semântica interna precisa. Para representar os numerais desconhecidos, como por exemplo “212”, é necessário que sejam arredondados para números mais conhecidos, como “200”. Na visão dos pesquisadores essa é a razão pela qual a representação da magnitude não é adequada para leitura de alta precisão ou transcodificação de numerais arbitrários, mas pode ser usada para arredondar, bem como em outras tarefas de aproximação.

Dehaene *et al.* (2004) salientam que estudos mais recentes de neuroimagem em humanos, neurofisiologia em primatas e neuropsicologia do desenvolvimento têm mostrado que a capacidade humana para aritmética é um substrato cerebral palpável. Os achados das pesquisas têm indicado que o sulco intraparietal humano é ativado em todas as tarefas numéricas o que sugere uma representação central de quantidade. Da mesma forma, que as áreas do córtex pré-frontal inferior e pré-central também são ativadas quando estão envolvidas em assuntos de cálculo mental. Essas descobertas são importantes para o entendimento das patologias, como é o caso da acalculia em adultos ou discalculia do desenvolvimento em crianças.

Segunda perspectiva de investigação

Ashcraft e Battaglia (1978) desenvolveram uma teoria específica para explicar como os fatos aritméticos básicos são representados e recuperados da memória. Os pesquisadores objetivavam explicar a natureza das representações dos fatos aritméticos na memória semântica, a natureza dos processos de acesso aos fatos e verificar a decisão do resultado de uma soma (se está ou não correto). Inicialmente, os pesquisadores entenderam que os números são representados como nós de uma rede semântica de informação. Assim, quando apresentado um problema aritmético para um sujeito, são ativados os nós de entrada correspondentes aos operandos e a ativação se propaga até a intersecção e chega na solução que está armazenada, que por sua vez, também é ativada.

Com o desenvolvimento das pesquisas, foi realizada uma modificação no modelo inicial de Ashcraft e Battaglia (1978) e os nós passaram a ser considerados como sendo números. Desta forma, quando apresentada uma operação para um sujeito, como por exemplo no teste para verificar se a operação 3 + 6 = 8 está correta, são ativados os nós correspondentes aos adendos (3 e 6) e também ao resultado apresentado (8). Assim, a ativação se espalha automaticamente, inclusive para o resultado correto (9). A seguir é realizada uma comparação entre o resultado ativado na memória e o resultado apresentado na operação e o sujeito decide se é igual ou não, se está correto ou não. (DOMAHS; DELAZER, 2005; PASTOR, 2008).

O acesso da resposta é possível devido à força de representação de cada nó e de força de relação entre os nós. Hamann e Aschcraft (1986) salientam que a força com que os nós interconectados são armazenados tem a ver com frequência de uso, ou seja, quanto mais se pratica, maior facilidade para recuperação.

O modelo de distribuição de associação proposto por Siegler e Shrager (1984), Siegler (1989) teve como objetivo verificar as estratégias procedimentais e erros de cálculos realizados que não foram contemplados nos outros modelos. Esse modelo permitiu aos pesquisadores determinar: como as crianças resolvem cada um dos problemas; como fazem inferências sobre a dinâmica temporal de execução da estratégia; e se as crianças fazem inferências sobre os mecanismos de descoberta de estratégia e mudança desenvolvimental.

Os pesquisadores ressaltam que durante a resolução de uma operação aritmética (por exemplo, 4 + 5) poderá ser ativada uma rede associada com a solução correta (9) ou com a solução incorreta (8). Desta forma, várias soluções são ativadas, entretanto são selecionadas as que tiverem uma maior força de associação.

Os achados dos estudos indicaram que as crianças utilizavam uma mistura de estratégias para resolução de problemas quantitativos. A melhora nas habilidades quantitativas foi observada pelos pesquisadores através da idade e experiência das crianças. Nesse caso, a mudança de procedimentos ocorre quando, por exemplo, a contagem nos dedos diminuem e as crianças passam a utilizar estratégias mais eficientes, como a recuperação da memória. (SIEGLER; SHRAGER, 1984; WIDAMAN; LITTLE; GEARY; CORMIER, 1992; GEARY, 2006).

As pesquisas no campo da neuropsicologia são essenciais para um melhor entendimento das bases biológicas das dificuldades de aprendizagem. No próximo capítulo abordamos a importância da aprendizagem na matemática e destacamos que a aprendizagem da aritmética compõe as bases que sustentam a aquisição de conhecimentos posteriores e mais complexos.

4 APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA

Este capítulo está centrado no processo de desenvolvimento das habilidades aritméticas e tem como objetivo mostrar como o pensamento da criança vai aos poucos se tornando mais complexo. Finalizamos com uma revisão de alguns fatores que podem explicar as dificuldades enfrentadas pelos alunos.

Antes, porém, é necessário esclarecer que na literatura, as pesquisas apontam uma diferenciação entre a matemática e a aritmética. A matemática é uma ciência mais geral que envolve álgebra, aritmética, geometria, trigonometria e assim por diante. (GRÉGORIE, 1999; CAPOVILLA; MONTIEL; CAPOVILLA, 2007; CAPOVILLA *et al.*, 2007). A matemática está presente em nosso dia a dia, como nos números que vemos escritos indicando os preços de produtos, na passagem de ônibus, horários que devem ser cumpridos diariamente e assim por diante. A matemática também está presente em nosso corpo, como por exemplo quando são usados os dedos para a contagem de pequenas quantidades. (IFRAH, 1998). Quando realizamos essas operações estamos utilizando a aritmética. A competência aritmética envolve a compreensão e contagem de números, habilidade de calcular, e a habilidade de resolver problemas aritméticos, conforme descrevem Grégorie (1999) e Capovilla, Montiel e Capovilla (2007).

Nos últimos anos diversas pesquisas vêm sendo realizadas com o objetivo de compreender o desenvolvimento de habilidades aritméticas básicas infantis. (SIEGLER; SHRAGER, 1984; GEARY; HAMSON; HOARD, 2000; BULL; ESPY, 2006; GEARY, 2006). Os estudos têm sido focados nas dificuldades procedurais relacionadas às limitações cognitivas apresentadas pelas crianças quando resolvem problemas aritméticos básicos. Muitas investigações sugerem que habilidades aritméticas básicas formam blocos de construção que dão suporte à aquisição de habilidades matemáticas mais complexas. (BULL; ESPY, 2006).

No entanto, uma questão apontada na literatura pelos pesquisadores é como as habilidades em matemática são avaliadas. Para Bull e Espy (2006), independente de como os estudantes da pré-escola, em idade escolar ou adolescentes são avaliados, as proficiências em matemática podem ser medidas por testes de rendimentos tradicionais padronizados e administrados individualmente. Contudo, podem existir diferenças importantes nos substratos cognitivos independentes do método utilizado para medição. Nessa mesma direção, Geary e colaboradores salientam que medidas específicas para diagnosticar crianças com dificuldades na matemática ainda não estão disponíveis. (GEARY; HAMSON; HOARD, 2000; GEARY, 2004; GEARY *et al.*, 2007). Nesse caso, a maioria dos pesquisadores se baseiam em testes de desempenho padronizados, geralmente em combinação com medidas de inteligência (QI). Um resultado no desempenho em matemática menor do que o esperado, ou seja, somente baseado no QI não indica sozinho a presença de dificuldade de aprendizagem na matemática (DAM) como destacam Geary, Hamson e Hoard (2000).

Geary *et al.* (2007) chamam a atenção para os diferentes pontos de corte que estão sendo utilizados na literatura para delimitar alunos com DAM. Os cortes podem variar de mais *lenient* (percentil 30) ou mais *restrictive* (percentil 5 ou 10). Com o uso de diferentes pontos de cortes pode ocorrer uma diferenciação no desempenho das crianças em relação às habilidades matemáticas. Os pesquisadores ressaltam que muitas pesquisas na área da matemática têm sido baseadas na utilização de critérios *lenient* e, portanto, podem ser confundidas com formas leves de dificuldades na matemática.

As pesquisas apontam ainda o fato de muitas crianças que apresentam resultado menor nos testes de desempenho no primeiro ano escolar, passam a ter um resultado mediano ou melhor nos anos seguintes. Essas crianças não parecem ter quaisquer dos déficits na memória subjacente ou cognitivo e assim um diagnóstico de DAM não é adequado. No entanto, é possível que as crianças que apresentam resultados menores do que o esperado entre os sucessivos anos escolares, tenham alguma forma de déficit de memória ou cognitivo. (GEARY; HAMSON; HOARD, 2000, GEARY, 2004).

A seguir, mostramos como ocorre o processo de desenvolvimento das habilidades aritméticas e a importância de serem realizadas avaliações em crianças do ensino fundamental. Dentro deste assunto, abordamos o desenvolvimento do conhecimento numérico, o senso numérico, a contagem, os procedimentos de contagem, os conhecimentos prévios, e o armazenamento e recuperação dos fatos aditivos básicos da memória.

4.1 DESENVOLVIMENTO DAS HABILIDADES ARITMÉTICAS

O desenvolvimento das habilidades aritméticas é fundamental para o bom desempenho escolar, por isso, é essencial fazer uma avaliação de tais habilidades. Para Capovilla *et al.* (2007, p. 49) as habilidades aritméticas "[...] são de extrema importância para a escolarização formal, sendo que alterações em tais habilidades podem comprometer o desempenho acadêmico das crianças e caracterizam distúrbios neuropsicológicos importantes, tal como a discalculia." Sendo assim, é necessário que haja instrumentos padronizados para que sejam realizadas avaliações das habilidades aritméticas em crianças do ensino fundamental. Devido à escassez de instrumentos brasileiros para avaliar a competência aritmética, Capovilla, Montiel e Capovilla (2007) desenvolveram um instrumento denominado Prova de Aritmética (Anexo A) para avaliar crianças do ensino fundamental, com o objetivo de verificar o efeito de série escolar, ou seja, verificar o desempenho esperado para cada nível escolar.

Para validação da Prova de Aritmética, participaram 195 crianças do ensino fundamental de 1ª a 4ª série de escolas públicas de uma cidade do interior de São Paulo, com idades entre 7 e 12 anos. Foram selecionadas para a 1ª série, 60 crianças, para a 2ª série, 43 crianças, para a 3ª série, 33 crianças e para a 4ª série, 59 crianças.

A Prova de Aritmética foi aplicada coletivamente em sala de aula, com duração aproximada de 30 a 40 minutos. A prova está organizada em seis subtestes que ao total somam 60 pontos.

O primeiro subteste avalia a escrita dos números e tem duas partes. A primeira parte avalia a escrita por extenso de números apresentados na forma algébrica. Na segunda parte é avaliada a escrita na forma algébrica de números apresentados oralmente. A pontuação máxima de cada parte é de 5 pontos, num total de 10 pontos.

O segundo subteste, que avalia a escrita de sequências, também possui duas partes. Na primeira parte o aluno deve escrever os números na ordem crescente, a partir do número 52, de dois em dois. Na segunda parte, o aluno deve escrever os números em ordem decrescente, a partir do número 27, de três em três. A pontuação máxima de cada parte é de 5 pontos, num total de 10 pontos.

No terceiro subteste, que avalia a relação maior-menor, são apresentados ao aluno quatro pares de dois números (8-2; 69-97; 73-602; 136-100), o número maior deve ser circulado. A pontuação máxima é de 4 pontos.

O quarto subteste avalia a escrita na forma algébrica e a resolução de cálculos envolvendo as quatro operações. São apresentados para o aluno 16 cálculos armados, sendo quatro cálculos para cada uma das operações básicas. A pontuação máxima é de 16 pontos.

O quinto subteste avalia a transcrição algébrica de cálculos apresentados oralmente e a resolução escrita na forma algébrica. O pesquisador dita uma por uma das operações e o aluno deve armá-las e resolvê-las no papel. Há quatro operações básicas de adição, de subtração, de multiplicação e de divisão. A pontuação máxima é de 16 pontos.

Por fim, o sexto subteste avalia a solução de problemas escritos. Nele, são apresentados quatro problemas por extenso, envolvendo cálculos simples com as quatro operações. A pontuação máxima é de 4 pontos.

Após a aplicação da Prova de Aritmética, para verificação do efeito da série escolar sobre o escore total, a análise de variância revelou efeito significativo de série. Os escores das crianças foram aumentando de uma série para outra. A análise de comparação entre as séries indicou diferenças estatisticamente significativas entre as séries, exceto entre a 3ª e a 4ª série.

O efeito da série escolar sobre os subtestes também revelou, através da análise de variância, resultados estatisticamente significativos em todos os subtestes. A análise de comparação revelou que nos subtestes 1, 2 e 3 o escore da 1ª série foi inferior em relação às outras séries; já nos subtestes 4 e 5, houve uma diferença entre todos, exceto para a 3ª e 4ª série. No subteste 6, o escore da 1ª foi inferior ao das outras séries e o escore da 2ª série foi inferior aos escores da 3ª e 4ª série. Por fim, a análise de correlação indicou resultados estatisticamente significativos entre todos os subtestes. (CAPOVILLA *et al.* 2007, p. 50-53).

De acordo com Capovilla *et al.* (2007) os resultados obtidos serviram para validação do instrumento de avaliação de crianças da 1ª à 4ª série do ensino fundamental. Os pesquisadores ressaltam ainda que, apesar dos resultados estarem de acordo com o esperado, é fundamental a realização de outras pesquisas com um número maior de participantes, com objetivo de explorar melhor o desempenho das crianças na Prova de Aritmética.

4.1.1 Conhecimento numérico

O conhecimento numérico compreende dois domínios fundamentais, a compreensão e produção de números e a capacidade de contagem. A compreensão numérica envolve a capacidade de elaborar números se apresentados como numerais arábicos ou verbais, a compreensão desses números e a capacidade de traduzir ou transcodificar os números de uma representação para outra. (GEARY; HAMSON; HOARD, 2000; PASSOLUNGHI; VERCELLONI; SCHADEE, 2007).

Conforme mostramos anteriormente, várias pesquisas vêm sendo desenvolvidas com objetivo de compreender como ocorre o desenvolvimento das habilidades numéricas. (WYNN, 1992; BAILLARGEON; SPELKE; WASSERMAN, 1985; BAILLARGEON, 2002; 2004). Essas pesquisas se utilizam de novos métodos para avaliar a compreensão do mundo físico dos bebês. Os achados dos estudos apontam que os bebês parecem responder às propriedades numéricas do seu mundo visual, sem terem, no entanto, o benefício da linguagem ou do raciocínio abstrato.

Baillargeon (2002) faz uma comparação das pesquisas contemporâneas com as realizadas por Piaget e aponta quatro pontos principais. O primeiro ponto refere-se aos métodos utilizados para avaliar a compreensão do mundo físico do bebê. Em suas pesquisas, Piaget propunha exercícios de manipulação de objetos. Já os pesquisadores contemporâneos se utilizam de situações de atenção visual, como por exemplo, tarefas de habituação/desabituação. Diante de tais tarefas, os bebês tendem a olhar estímulos novos por mais tempo do que estímulos familiares.

O segundo ponto diz respeito à variedade das situações que o mundo físico dos bebês é estudado. Assim, as situações de ocultamento de objeto proposta por Piaget ainda continuam sendo usadas, mas vários pesquisadores atuais acrescentaram outras situações físicas que requerem atenção como: sustentação de um objeto por outro; colisões de objetos; e objetos colocados em recipientes.

O terceiro ponto aborda uma questão teórica importante e aponta que os resultados das pesquisas dos últimos anos, obtidos através dos métodos de atenção visual, indicam que a compreensão do mundo físico pelos bebês é bem mais rica do que pensava Piaget. (BAILLARGEON, 2002; 2004).

O último ponto refere-se à questão das estruturas inatas do bebê. Nesse sentido, a partir do progresso nas pesquisas foram identificados conhecimentos físicos complexos nos bebês e isso fez com que pesquisadores levantassem uma questão importante, ou seja, como os bebês chegam a esse conhecimento. Estudos desenvolvidos nos últimos anos consideram que as crianças nascem com uma estrutura mental que facilita uma compreensão rápida do mundo físico. Esse assunto não será aprofundado em nossa pesquisa. Para maiores detalhes ver Wynn (1992) e Baillargeon (2002; 2004).

Os estudos desenvolvidos por Geary (1995; 2000; 2006) sugerem que a compreensão implícita de numerosidade, ordinalidade, contagem e aritmética simples, aparecem desde o início do desenvolvimento humano e também de outras espécies animais, sugerindo sua abrangência universal. Essas competências são denominadas como primárias e são compostas de um sistema inato, não desenvolvido totalmente. No entanto, ao iniciar a educação formal, tais habilidades passam a ser secundárias, diferenciando-se em suas especificidades de acordo com cada contexto cultural. Assim sendo, o desenvolvimento acadêmico envolve a modificação de sistemas cerebrais e cognitivos primários para a criação de competências culturalmente específicas. (GEARY, 1995; 2006).

Durante o ensino fundamental, as crianças aprendem a tradução e a reprodução de números de uma representação para outra. Assim, a produção e a compreensão de números requer a habilidade de processamento verbal (quarenta e dois) e de processamento das representações arábicas dos números (42), bem como uma compreensão do significado dos números processados, como por exemplo, 4 no 42 representa 4 conjuntos de 10. O processamento de números também depende da habilidade de transcodificar ou traduzir números de uma representação para outra de "quarenta e dois" para 42. Igualmente importante é as relações entre a representação numérica e a quantidade que ela representa, tais como as relações de mais e menos, a estrutura da base 10 e assim por diante. (GEARY; HAMSON; HOARD, 2000).

4.1.2 Senso numérico

Na literatura encontramos uma variedade de pesquisas que tratam do desenvolvimento do senso numérico (*number sense*)[1]. Contudo, é necessário esclarecer que dentro dos estudos psicológicos há controvérsias em relação à *origem* do senso numérico. Sendo assim, são encontradas duas explicações distintas para essa sensibilidade quantitativa. As duas

[1]Como não há consenso na literatura em relação à tradução de *number sense*, Barbosa (2007) utiliza sentido de número, Corso (2008) e Costa (2009) utilizam senso numérico, nesta pesquisa, optamos pela utilização do termo senso numérico.

posições apresentam achados empíricos de estudos com bebês. A primeira explicação vem do campo dos estudos sobre ensino e aprendizagem, ou seja, a corrente construtivista defende que o senso numérico está relacionado com a apreensão contextualizada de conceitos e procedimentos lógico-matemáticos que envolvem números e quantidades. (BARBOSA, 2007). Desta forma, o desenvolvimento do senso numérico é facilitado por condições ambientais e como salientam Gersten e Chard (1999) tais condições são, de certa forma, mediadas pelo ensino informal por parte dos pais, irmãos e outros adultos antes das crianças entrarem para a pré-escola. A segunda explicação é defendida pelo campo da psicologia cognitiva e do desenvolvimento, assim, essa base inatista defende a ideia de que existe uma predisposição inata que possibilita à espécie humana ser numericamente competente. (BARBOSA, 2007; CORSO, 2008).

Há ainda na literatura, muitas críticas relacionadas à posição inatista, que giram em torno da falta de precisão para identificar as reações observadas nos bebês (BARBOSA, 2007; CORSO, 2008). Esclarecemos que em nosso estudo não aprofundaremos essa discussão e, como a origem do senso numérico ainda apresenta muitas controvérsias e as explicações são insuficientes, concordamos com a perspectiva adotada pela corrente construtivista.

Afora essa controvérsia, atualmente tem sido discutida a importância do desenvolvimento do senso numérico como um novo paradigma de pesquisa e ensino no campo da matemática. (BARBOSA, 2007). Por outro lado, o senso numérico é considerado um conceito fundamental para a compreensão das dificuldades de aprendizagem na matemática e intervenção precoce. (GERSTEN, JORDAN; FLOJO, 2005; CORSO, 2008; CORSO; DORNELES; 2010).

Entretanto, não há consenso na literatura em relação ao *conceito* de senso numérico. Gersten, Jordan e Flojo (2005) salientam que nem dois pesquisadores conseguem definir senso numérico da mesma maneira. Para Gersten e Chard (1999), o senso numérico refere-se à fluidez e à flexibilidade que uma criança tem com os números.

Gersten, Jordan e Flojo (2005) fazem referência ao que Case no ano de 1998 afirmava sobre o senso numérico que é difícil de definir, mas fácil de reconhecer. Algumas características de bom senso numérico são: fluência em estimar e julgar magnitude; habilidade de reconhecer resultados incorretos; flexibilidade ao se computar mentalmente; habilidade para mover-se entre diferentes representações e para utilizar a representação mais adequada.

Para Case, Harris e Graham (1992) o senso numérico é uma estrutura conceitual que depende de muitas conexões entre as relações, princípios e procedimentos matemáticos. Essas conexões são ferramentas essenciais para ajudar os alunos a pensar e a resolver problemas matemáticos. Os pesquisadores realizaram um estudo com crianças de pré-escola com rendimento moderado e descobriram que quando são mostrados dois grupos de objetos a elas, por exemplo um grupo de 5 fichas e um grupo de 8 fichas, a maioria tem condições de identificar o "maior grupo" e saber que este tem mais objetos. Entretanto, apenas aquelas crianças com senso numérico bem desenvolvido são capazes de dizer que 8 pode ser formado por 3 mais 5. E apenas aquelas crianças com senso numérico desenvolvido saberia que 12 é muito maior que 3, enquanto 5 é apenas um pouco maior que 3. Essas descobertas apontam a necessidade para instrução diferenciada em matemática na pré-escola.

Muitos psicólogos têm interesse no desenvolvimento cognitivo das crianças e para que haja uma identificação precoce das dificuldades de aprendizagem concentram-se no conceito de senso numérico. Para a compreensão do conceito de senso numérico as investigações da ciência cognitiva podem ajudar a reunir "pedaços" de conhecimentos anteriores para produzir um meio muito mais rico e mais eficaz de melhorar as práticas de ensino. (GERSTEN; CHARD, 1999). O desenvolvimento do senso numérico poderá ser melhorado desde que seja levado em consideração a instrução informal recebida antes da escola e complementada com a instrução formal. (GERSTEN; JORDAN; FLOJO, 2005).

Okamoto *et al.* (1996) ressaltam a importância da identificação de alguns traços do senso numérico em crianças de pré-escola. Para tanto conduziram uma análise sobre o desempenho desses estudantes e identificaram dois fatores distintos na habilidade matemática. O primeiro fator está relacionado com a contagem e o segundo com a discriminação de quantidade (por exemplo, *Qual é o maior?*). Okamoto e Case (1996) descobriram que alguns estudantes que poderiam contar até 5 sem errar não sabiam qual número era maior, 4 ou 2. Após observar o desempenho dos estudantes os pesquisadores concluíram que, em crianças desse nível de escolaridade, os dois componentes-chave de senso numérico não estavam bem ligados. Os dois fatores são precursores dos outros componentes do senso numérico apresentados anteriormente, como estimativa e habilidade para se mover entre sistemas representacionais. Estas habilidades podem ser desenvolvidas quando os estudantes se tornam cada vez mais fluentes em contagem e desenvolvem cada vez mais estratégias sofisticadas.

Com o objetivo de medir o senso numérico, Okamoto e Case (1996) desenvolveram o Teste de Conhecimento Numérico[2], o qual permite que o pesquisador avalie o conhecimento infantil sobre conceitos e operações aritméticas básicas, assim como a sua intensidade de compreensão através de uma série de provas estruturadas que exploram a compreensão de magnitude, o conceito de "maior que" e as estratégias utilizadas na contagem. Para mais detalhes do teste ver (OKAMOTO; CASE, 1996; CORSO, 2008; CORSO; DORNELES; 2010).

As pesquisas apontam que, em crianças de 5 ou 6 anos, os dois componentes do senso numérico, contagem e discriminação de quantidades, ainda não estão bem ligados. Para tanto, é necessário que sejam realizadas intervenções precoces para que as crianças possam construir tais relações e desenvolver proficiência em matemática. (GERSTEN;

[2]Traduzimos teste de conhecimento numérico de *Number Knowledge Test* (OKAMOTO; CASE, 1996).

JORDAN; FLOJO, 2005). O desenvolvimento do senso numérico não só leva ao uso automático da informação matemática, mas também é um ingrediente chave para a habilidade de resolver cálculos aritméticos básicos. (GERSTEN; CHARD, 1999).

Conforme apontado anteriormente, o conceito de senso numérico poderá trazer muitas contribuições para a aprendizagem na matemática. Além disso, também poderá apontar caminhos para o desenvolvimento e criação de planos de intervenção em estudantes com nível mais avançado de escolaridade que apresentam dificuldades de aprendizagem na matemática.

4.1.3 Contagem

O desenvolvimento da contagem é essencial para que as crianças tenham uma melhor compreensão dos conteúdos matemáticos posteriores. A contagem é o primeiro contato que existe entre o senso infantil de números e as ferramentas conceituais fornecidas pela cultura. (BUTTERWORTH, 2005). As crianças pequenas antes mesmo de entrarem na escola já utilizam a quantificação: quando cantam músicas que envolvam a contagem (*um, dois, feijão com arroz, três, quatro, feijão no prato...*); quando assistem filmes ou histórias infantis (*Alice no país das maravilhas*, *O patinho feio*, *Os três porquinhos*, *Branca de Neve e os sete anões*, etc.); quando contam os degraus das escadas, nas brincadeiras de pega-pega e amarelinha, etc. A contagem é usada ainda em outras habilidades cognitivas ligadas à quantificação como: quando as crianças ordenam as bolas grandes e pequenas nas brincadeiras de casinha, separam os móveis de acordo com as peças da casa: quarto, cozinha, etc.; quando as crianças maiores fazem planos de como gastar a mesada, fazem compras no armazém, dividem o lanche na hora do recreio, pagam a passagem do ônibus, discutem sobre a velocidade dos carros de corrida, etc. Em todos esses casos as crianças estão trabalhando com a matemática no seu dia a dia.

Há um consenso na literatura de que a contagem numérica desempenha um importante papel para compreensão dos conteúdos posteriores. (GELMAN; GALLISTEL, 1978; GELMAN; MECK, 1983; BUTTERWORTH, 2005; GEARY; HAMSON; HOARD, 2000; GEARY; HOARD, 2002; GEARY, 2006; DORNELES, 2007). Também há um consenso na literatura quanto à existência de cinco grandes princípios de contagem a serem desenvolvidos pelas crianças. Gelman e Gallistel (1978) realizaram estudos com experimentos e constataram que as ações de contar das crianças apresentam uma organização. Mesmo que num primeiro momento a contagem seja restrita a pequenas quantidades e com erros na sequência de ordenação numeral, ela é guiada por cinco princípios que vão sendo desenvolvidos durante os anos pré-escolares.

a) Ordem constante: a ordem das palavras ao contar não pode mudar, deve ser respeitada a seqüência um, dois, três, quatro, cinco, e não dois, três, oito, cinco.

b) Correspondência termo a termo: cada objeto deve ser contado apenas uma vez.

c) Cardinalidade: o total de objetos corresponde ao último nome de número de contagem, e este último número envolve todos os números da série contada.

d) Abstração: objetos de qualquer tipo podem ser contados, como lápis, mesa, e os mesmos princípios devem ser seguidos, independente do objeto a ser contado e dos conjuntos serem homogêneos ou heterogêneos.

e) Irrelevância da ordem: a ordem pela qual se começam a contar os elementos de um conjunto é irrelevante para sua designação cardinal.

O desenvolvimento dos princípios de contagem deve ocorrer durante a educação infantil, uma vez que sem eles a utilização das habilidades numéricas posteriores tornam-se mais difíceis, como salientam Gelman e Gallistel (1978), Gelman e Meck (1983).

Vários estudos têm sido realizados sobre os princípios de contagem, dentre eles estão os desenvolvidos por Geary, Hamson e Hoard (2000) e Geary (2006). No Brasil, destacamos os resultados de duas pesquisas realizadas por Dorneles (2007), sendo que a primeira pesquisa foi realizada com crianças com idades entre 5 e 6 anos e os resultados apontam que o princípio da ordem estável é o mais precoce. Já, a correspondência termo a termo aparece com um percentual um pouco menor que o principio da ordem estável, estando consolidado em 72,58% das crianças de cinco anos e 98,21% das crianças de seis anos. A irrelevância da ordem aparece como o princípio de menor índice de construção, tanto entre as crianças de 5 anos (25,81%), como entre as de 6 anos (51,78%). (DORNELES, 2007, p. 49). A segunda pesquisa de Dorneles (2007) foi realizada com crianças de idades entre 6 e 7 anos, com e sem dificuldades na matemática. Os resultados demonstraram que a sequência de aparecimento dos princípios de contagem é a mesma para os dois grupos. Entretanto, para os alunos com dificuldades, a consolidação ocorre de forma mais lenta, sendo que o princípio da irrelevância da ordem foi o que teve menor percentual de consolidação. (DORNELES, 2007, p. 51).

A partir dos estudos realizados os resultados demonstraram que os princípios da contagem são desenvolvidos progressivamente, e que a maioria das crianças pesquisadas já tem, aos 6 anos, os três primeiros princípios construídos. Portanto, a compreensão da contagem é um processo que envolve os cinco princípios que as crianças constroem de forma lenta e progressiva na medida em que entram em contato com situações de matematização.

4.1.4 Procedimentos de contagem

Melhoras no desenvolvimento das competências aritméticas básicas estão relacionadas com a mudança de distribuição de procedimentos ou estratégias que as crianças utilizam para resolução de problemas. As pesquisas da literatura têm demonstrado que, quando as crianças começam a aprender a resolver adições simples como 3 + 5, elas dependem de conhecimentos anteriores sobre contagens e procedimentos. Tais procedimentos são executados com apoio dos dedos ou contagem verbal. Os procedimentos de contagem mais utilizados pelas crianças são *counting-all* (contar tudo) e *counting-on* (contar a partir de). (GEARY, HAMSON; HOARD, 2000; GEARY; HOARD, 2002; GEARY, 2004).

Butterworth (2005) salienta que há três procedimentos principais no desenvolvimento da contagem como uma estratégia de adição, são eles:

1. Contar tudo: para 3 + 5, as crianças contam em uma mão "um, dois, três" e na outra "um, dois, três, quatro, cinco", para estabelecer a numerosidade dos conjuntos a serem adicionados, a fim de tornar os dois conjuntos visíveis, como por exemplo, três dedos em uma mão e cinco dedos na outra. A criança então contará todos os objetos.

2. Contar todos a partir do primeiro: as crianças percebem que não é necessário contar os elementos do primeiro conjunto. Elas podem começar com três, e depois contar os outros cinco para chegar ao resultado final. Usando a contagem com os dedos, a criança não contará mais o primeiro conjunto, mas começará com a palavra "Três", e então usará uma mão para contar o segundo conjunto: "quatro, cinco, seis, sete, oito".

3. Contar a partir do maior: em 3 + 5, a criança inicia a contagem pela parcela maior, contando "cinco" depois ela segue contando na sequência, "seis, sete, oito".

Esses procedimentos não ocorrem estritamente separados, pois as crianças podem mudar as estratégias de um problema para outro. As crianças que estão usando uma estratégia de contagem para resolver cálculos aritméticos não estão encontrando a solução a partir da memória. No entanto, é possível que as memórias sejam estabelecidas no último procedimento, no qual se conta a partir do maior. Isso significa que a criança encontraria o resultado de *número maior* + *número menor* (em vez de *número menor* + *número maior*) e o guardaria dessa forma. (BUTTERWORTH, 2005). Para Geary (2006), quando a criança utiliza as estratégias de contar começando pelo maior ou conta a partir do primeiro já implica no entendimento da comutatividade e da associatividade. Portanto, o desenvolvimento de competências procedurais está relacionado, em parte, aos avanços na compreensão conceitual infantil de contagem e está refletido em uma mudança gradual do uso frequente de *counting-all* para *counting-on*. (GEARY; HAMSON; HOARD, 2000; GEARY, 2004; BUTTERWORTH, 2005).

O uso de procedimentos parece resultar do desenvolvimento das representações dos fatos básicos. (SIEGLER; SHRAGER, 1984; GEARY; HAMSON; HOARD, 2000). Uma vez formadas, essas representações da memória de longo prazo (MLP) sustentam o uso de processos de soluções de problemas baseados na memória. O mais comum desses processos são a recuperação de fatos aritméticos e a decomposição. Com a recuperação direta, as crianças estabelecem uma resposta que está associada com MLP e com o problema apresentado, como por exemplo, dizer imediatamente "oito" quando se pede para resolver 5 + 3. Já a decomposição envolve reconstrução da resposta com base na recuperação da soma parcial. Por exemplo, 6 + 7 pode ser resolvido pela recuperação de 6 + 6 (12) e então adicionar 1 a essa soma parcial. A habilidade de armazenar essa informação na memória e facilmente recuperá-la ajuda os estudantes a construir tanto conhecimento procedural como conceitual de princípios matemáticos abstratos, como comutatividade e lei associativa. A contagem imatura nos dedos ou de objetos cria poucas situações para aprender esses princípios conforme verificaram Siegler e Shrager (1984). No entanto, o uso de processos baseados na recuperação é mediado por um critério de confiança que representa o padrão interno com o qual a criança avalia a correção da resposta recuperada. Nesse caso, as crianças com critério rigoroso somente dão respostas quando sabem que estão corretas, mas as crianças com critério leniente estabelecem qualquer resposta recuperada, sendo ela correta ou não. (GEARY; HAMSON; HOARD, 2000; GEARY, 2006).

4.1.5 Conhecimentos prévios

Nos últimos anos, várias pesquisas vêm sendo realizadas sobre o conhecimento prévio. Essas pesquisas apontam a importância do desenvolvimento do conhecimento prévio como ponto de partida para a aprendizagem. Dentre as pesquisas destacamos as que trabalham dentro de uma concepção construtivista. (SOLÉ; COLL, 2004; MIRAS, 2004).

Para Solé e Coll (2004) a aprendizagem contribui para o desenvolvimento mas para que isso ocorra é necessário ter aprendizagem com significado. Desta forma, aprendizagem com significado de acordo com Miras (2004, p. 31) quer dizer que há " [...] um processo que nos mobiliza em nível cognitivo, e que nos leva a revisar e a recrutar nossos esquemas de conhecimentos para dar conta de uma nova situação, tarefa ou conteúdo de aprendizagem." Nesse sentido, fica claro que quando passamos pelo processo de significação estamos construindo um significado próprio, no entanto:

> [...] não é o processo que conduz à acumulação de novos conhecimentos, mas a integração, modificação, estabelecimento de relações e coordenação entre esquemas de conhecimento que já possuímos, dotados de uma certa estrutura e organização que varia, em vínculos e relações, a cada aprendizagem que realizamos." (SOLÉ; COLL, 2004, p. 20).

Os pesquisadores da concepção construtivista destacam três elementos básicos que os alunos deveriam possuir ao iniciar qualquer processo de aprendizagem: (a) disposição para realizar aprendizagem proposta; (b) dispor de capacidades, instrumentos, estratégias e habilidades para completar o processo; (c) conhecimentos prévios. (MIRAS, 2004).

Assim, a disposição para realizar a aprendizagem está relacionada com os fatores pessoais do aluno e, como destaca Miras (2004, p. 59), o importante é o "[...] grau de equilíbrio pessoal do aluno, sua autoimagem e autoestima, suas experiências anteriores de aprendizagem, sua capacidade de assumir riscos e esforços, de pedir, dar e receber ajuda." Em relação às capacidades para a aprendizagem, a princípio os alunos contam com capacidades gerais, mas outras mais específicas são importantes tais como motoras e equilíbrio. Desta forma, para que o aluno realize a aprendizagem é necessário dispor "de um conjunto de instrumentos, estratégias e habilidades gerais que foi adquirindo em contextos diferentes, ao longo de seu desenvolvimento e, de maneira especial, no contexto escolar." (MIRAS, 2004. p. 59).

Por outro lado, os conhecimentos prévios que os alunos têm sobre os conteúdos podem influenciar na aprendizagem futura. Quando o aluno aprende conteúdos escolares atribui um sentido ao mesmo tempo em que constrói significados que estão implicados nesses conteúdos. Portanto, "uma aprendizagem é tanto mais significativa quanto mais relações com sentido o aluno for capaz de estabelecer entre o que já conhece, seus conhecimentos prévios e novo conteúdo que lhe é apresentado como objeto de aprendizagem." (MIRAS, 2004. p. 61).

O conhecimento prévio sempre vai existir, pois como salienta Miras (2004) sempre haverá um conhecimento anterior, tornando possível que haja uma primeira aproximação. Entretanto, algumas condições precisam ser estabelecidas entre o conhecimento novo e as aprendizagens prévias, ou seja, deverão existir uma distância mais ou menos ótima entre os conhecimentos prévios e os novos conteúdos e, a significatividade lógica e apresentação adequada pelo professor.

No entanto, um problema que deve ser considerado no caso da aprendizagem escolar não é se o aluno tem ou não conhecimento prévio, mas sim o estado de tais conhecimentos. Portanto "[...] diante de um novo conteúdo de aprendizagem, os alunos podem apresentar conhecimentos prévios mais ou menos elaborados, mais ou menos coerentes, e, sobretudo, mais ou menos pertinentes, mais ou menos adequados ou inadequados em relação a esse conteúdo." (MIRAS, 2004, p. 62).

Na sala de aula o professor sempre irá encontrar diferentes estados de conhecimento prévio entre os alunos e a sua tarefa começa justamente em preparar a introdução dos novos conteúdos, tornando assim as noções prévias mais elaboradas.

Cabe ressaltar que a aprendizagem em geral, e principalmente na aprendizagem da matemática, implica um diálogo entre os conhecimentos prévios e os novos. Assim sendo, como os conteúdos matemáticos ocorrem de forma hierarquizada os alunos precisam, por exemplo, desenvolver os princípios da contagem no início da escolarização pois caso contrário, poderá comprometer conteúdos posteriores, conforme mostramos anteriormente.

4.1.6 Armazenamento e recuperação dos fatos aritméticos

Pesquisas da literatura, apontam que problemas aritméticos simples, tais como, 3 + 6, 6 – 2, 5 x 4, 25 ÷ 5, são frequentemente encontrados e resolvidos diariamente. O termo "fatos aritméticos" refere-se às combinações de números automatizados e, portanto, armazenados na memória de longo prazo. (DOMAHS; DELAZER, 2005; PASTOR, 2008).

Não há consenso na literatura em relação a como os fatos aritméticos são representados na memória, conforme mostramos na seção 3.2. Entretanto, há evidências de que o avanço desenvolvimental em relação à competência aritmética é observado através da mudança na distribuição de estratégias procedimentais utilizadas pelas crianças durante a resolução de um problema. Da mesma forma que o uso de procedimentos de contagem parece resultar no desenvolvimento de representações na memória de fatos básicos. (SIEGLER, SHRAGER, 1984; GEARY; HOARD, 2002; GEARY, 2004). Assim, no momento que essas representações estão formadas na memória de longo prazo elas sustentam o uso de processos para resolução de problemas baseados na memória. O mais comum desses processos são a recuperação direta de fatos aritméticos e a decomposição, conforme apontamos na seção 4.1.4.

Para Orrantia (2006), independente da forma de representação, parece não haver dúvida de que algumas regras são importantes para a aprendizagem das combinações numéricas básicas. Como por exemplo, a regra do zero (N + 0) e a regra do mais um (N + 1) nesse caso, tais regras poderão ser generalizadas, pois todos os números mais o zero será ele mesmo e todos os números mais um será sempre o seguinte. Um outro ponto a ser destacado é que, antes da recuperação automática, as respostas para as combinações numéricas podem ser resolvidas por meio das estratégias de fatos derivados[3] conforme já mostramos na seção 4.1.4. Também poderá ser utilizada uma redistribuição baseada no dez e que é muito utilizada nas combinações em que um dos adendos é 9, por exemplo, em 9 + N ou N + 9. A combinação 9 + 6 é decomposta para que um dos adendos seja dez, assim, 6 passa a ser 5 + 1, então 9 + 1 = 10. A seguir adiciona-se 5, ficando 10 + 5 = 15. (ORRANTIA, 2006; GEARY, 2006).

Desta forma, os achados da literatura apontam que com a recuperação dos fatos da memória, as crianças passam a resolver os problemas de forma mais rápida, porque utilizam estratégias mais eficientes baseadas na memória e porque, com a prática, leva-se menos tempo para executar cada estratégia. A transição para processos baseados na memória resulta na solução rápida de problemas individuais e redução das demandas da memória de trabalho associada com a resolução desses problemas. Portanto, a recuperação automática de fatos básicos e a redução das demandas da memória de trabalho parecem fazer com que a resolução de problemas mais complexos (problemas de interpretação), tenha menos propensão a erros. (SIEGLER; SHRAGER, 1984; GEARY, 2004; 2006; ORRANTIA,

[3]Fatos derivados, também denominados de estratégias de pensamento (ORRANTIA, 2006).

2006).

Pelo exposto, parece claro que estas estratégias e procedimentos podem fornecer uma base para a recuperação imediata de fatos aritméticos. No entanto, Orrantia (2006) e Miras (2004) chamam a atenção para o papel da prática, pois uma simples memorização sem sentido não irá alcançar resultados positivos.

Até aqui, mostramos o processo de desenvolvimento seguido pelos alunos com desenvolvimento típico. Assim, verificamos que as habilidades aritméticas são fundamentais para o desempenho acadêmico de todos os estudantes. No entanto, é necessário analisar algumas dificuldades que podem surgir durante esse processo. Na próxima seção, abordaremos as dificuldades de aprendizagem na matemática, e especificamente na aritmética, bem como as pesquisas desenvolvidas abordando alunos com e sem dificuldades.

4.2 DIFICULDADES NA APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA

A aprendizagem da matemática é um componente essencial na educação e um déficit na compreensão provoca prejuízos não apenas na escola, mas também na vida diária. Estima-se que exista uma alta incidência de estudantes com dificuldades na aprendizagem da matemática na população. (PASSOLUNGHI; VERCELLONI; SCHADEE, 2007). Há evidências de que aproximadamente de 3 a 6% de crianças em idade escolar terão dificuldades em matemática. No entanto, existem muito mais crianças em turmas escolares regulares que possuem dificuldades com a matemática, cujo desempenho não é considerado suficientemente pobre para serem classificadas como tendo um distúrbio específico em matemática. (BULL; ESPY, 2006).

Como mostramos anteriormente, as pesquisas que avaliam a situação escolar brasileira têm apontado dados preocupantes em relação à proficiência matemática dos estudantes desde os anos iniciais da educação básica até o ensino superior. Os resultados das avaliações mostram que no Brasil há estudantes que estão há muito tempo na escola, no entanto, não conseguem resolver questões básicas como a reprodução de conteúdos e procedimentos de qualquer de um Blocos de Conteúdos, (SAEB, 2009). Os prejuízos decorrentes da ineficiência dos sistemas de ensino são enormes. “São prejuízos humanos, afetando as crianças e jovens que não conseguem concluir o ensino fundamental ou concluem-no após sucessivas reprovações. São prejuízos enormes para a sociedade, que vê parte significativa de seus recursos sendo desperdiçados.” (ARAÚJO; LUZIO, 2005 p. 29).

As dificuldades de aprendizagem na matemática vêm sendo objeto de estudos nos últimos anos de pesquisadores e estudiosos que estão preocupados com o baixo desempenho de crianças e jovens em todo o mundo. (VASCONCELOS, 2005). Apesar do crescente número de pesquisas, ainda são muitas as lacunas encontradas no ensino da matemática. (GEARY; HAMSON; HOARD, 2000; GEARY, 2004; GEARY, 2006; GERS-

TEN; JORDAN; FLOJO, 2005; ORRANTIA, 2000, 2006; GOLBERT; MÜLLER, 2009; DORNELES, 2007, CORSO, 2008; COSTA, 2009). Essas lacunas se referem às bases fundamentais dos primeiros anos escolares, que sustentam a aquisição de conhecimentos posteriores e mais complexos. Conforme destacam Gersten, Jordan e Flojo (2005), na literatura são encontradas diversas pesquisas que vêm sendo desenvolvidas com o objetivo de identificar os precursores das dificuldades na matemática e apontar possíveis caminhos para a prevenção. Desta forma, é essencial que seja realizada identificação precoce em alunos com dificuldades de aprendizagem para que sejam feitas intervenções específicas com o objetivo de impulsionar o desempenho escolar. (FUCHS; FUCHS; COMPTON, 2004).

Até pouco tempo atrás, para estudar as crianças com dificuldades na matemática os pesquisadores avaliavam seu desempenho geralmente apenas uma vez. Atualmente a pesquisa longitudinal passou a ser utilizada com mais frequência. Esse tipo de estudo é fundamental para entender dificuldades de aprendizagem, bem como para organizar intervenções pontuais. Um pesquisador pioneiro em dificuldades de aprendizagem foi Geary e colaboradores (GEARY; HAMSON; HOARD, 2000), e pesquisas subsequentes têm sido conduzidas por Jordan e colaboradores. (JORDAN, HANICH; KAPLAN, 2003). Estas pesquisas longitudinais verificam os tipos de dificuldades na matemática que os estudantes apresentam nas séries elementares, bem como examinam se essas dificuldades persistem ou mudam com o tempo. Conforme destaca Geary (2004, p. 9), uma inabilidade na aprendizagem na matemática poderá se manifestar como:

> ...um déficit nas competências conceituais ou procedurais que definem o campo matemático, e esses, em teoria, podem estar ligados a déficits subjacentes no executivo central ou nos sistemas de representação e manipulação da informação (memória operacional), sistemas de linguagem ou habilidades visoespaciais. ('tradução nossa').

Para Meltzer e Krishnan (2007) os estudantes com dificuldades de aprendizagem, frequentemente têm dificuldade em solucionar, organizar e priorizar a informação e fixam-se em detalhes, enquanto se esforçam para identificar os temas principais. Como resultado, a informação pode se tornar confusa e eles podem ficar surpresos e não conseguem iniciar facilmente novas tarefas ou mudar flexivelmente para abordagens alternativas. Esta fraqueza, caracterizada como disfunção executiva, geralmente aparece na medida em que o currículo acadêmico torna-se conceitualmente mais complexo, requerendo que os alunos organizem e sintetizem grandes quantidades de informação.

A aprendizagem da matemática supõe junto com a leitura e a escrita, uma das aprendizagens fundamentais da educação básica. No entanto, a matemática, em comparação com outras áreas do currículo, apresenta um dos mais altos índices de fracasso escolar (ORRANTIA, 2000; 2006). Para que tais dificuldades sejam superadas são necessários avanços nas investigações científicas em relação às habilidades cognitivas subjacentes às aprendizagens da matemática e da leitura. (CORSO, 2008).

Conforme destaca Orrantia (2006) os alunos podem encontrar dificuldades na geometria, probabilidade, e assim por diante, mas é na aritmética que estão as maiores dificuldades. Provavelmente, seja porque são esses os conteúdos que os alunos enfrentam em primeiro lugar. Esses conteúdos constituem a base essencial para conhecimentos posteriores, portanto se os alunos não formarem uma base sólida terão dificuldades nos demais conteúdos. Como, por exemplo, para que haja a aquisição dos nomes dos numerais, procedimentos de contagem e entendimento de porque e o que contar, é necessário uma reunião de vários conhecimentos como ordens conceituais e prática, conforme destaca Barbosa (2007). Da mesma forma, para que ocorra a construção do sistema numérico também é necessário que haja uma interação com os objetos, na vivência de eventos de matematização, eventos sociais tais como o uso do dinheiro, das medidas e dos cálculos mentais, necessários para a sobrevivência social. (DORNELES, 1998).

Entretanto, Orrantia (2006) chama a atenção para uma primeira fonte de dificuldades encontrada pelos estudantes, que é a desconexão entre o conhecimento matemático desenvolvido espontaneamente nas situações sociais e os conhecimentos mais formais que são desenvolvidos na escola. A falta dessa conexão tem causado enormes dificuldades na área da matemática. Um exemplo disso é a forma como a matemática tem sido trabalhada na sala de aula. Para Golbert (2000; 2008) várias são as explicações para o fracasso escolar na aprendizagem da matemática, como a falta de recursos de ensino nas escolas, baixos salários dos professores, entre outros. Mas também as práticas escolares contribuem para agravar a situação, pois muitas crianças apresentam dificuldades para fazer conexão entre as regras e os símbolos aprendidos mecanicamente na escola com o conhecimento que adquirem informalmente sobre números e combinações numéricas. Para que haja conexão entre o conhecimento formal e o informal é necessário que o estudante seja levado a pensar matematicamente. E isso significa que o aluno deverá ser capaz de pensar sobre situações, estabelecendo relações numéricas e espaciais.

Como já ressaltado, Capovilla *et al.* (2007) salientam a necessidade de fazer avaliações das habilidades aritméticas em crianças do ensino fundamental, pois se houver alterações em tais habilidades, o desempenho acadêmico das crianças pode ficar comprometido. Assim, essa avaliação pode fornecer indícios sobre quais habilidades estão preservadas e quais estão prejudicadas nos alunos.

4.2.1 Dificuldades no desenvolvimento numérico

Como já referimos, as dificuldades em matemática são muitas, o que leva várias crianças a complicarem-se com a aritmética básica e os procedimentos de cálculo. Essas crianças também são mais lentas em tarefas básicas de processamento numérico, incluindo leitura, comparação de números, sequência numérica e contagem. (RÄSÄNEN *et al.*, 2009). Geary e Hoard (2002) e Geary (2004) sugerem que a maioria das crianças com DAM possuem as competências numéricas básicas, como identificação de numerais arábicos e comparação de magnitude, intactas, embora geralmente com atraso, ao menos para o processamento de números simples. Entretanto, muitas crianças com DAM, independente de seus níveis de realização da leitura ou QI, têm uma má compreensão conceitual de alguns aspectos da contagem. Essas crianças entendem a maioria dos princípios de contagem propostas por Gelman e Gallistel (1978), tais como ordem estável e cardinalidade, mas sempre erram em tarefas que avaliam a irrelevância da ordem ou adjacência. Portanto, a compreensão imatura de alguns princípios de contagem poderá contribuir para um atraso nas competências procedurais, conforme salientam Geary e Hoard (2002).

Apesar das crescentes pesquisas desenvolvidas na área da matemática elas têm progredido de forma mais lenta do que as pesquisas em leitura. De acordo com Geary, Hamson e Hoard (2000), isso se deve à complexidade da matemática e também a uma vasta gama de déficits cognitivos que poderiam contribuir para este tipo de dificuldade de aprendizagem. Os pesquisadores sugerem que uma das formas para superar esse obstáculo é aplicar os modelos teóricos e as medidas experimentais utilizadas em estudos com crianças com desenvolvimento típico, nos estudos com crianças que apresentam baixo desempenho em matemática.

Tendo como base essa abordagem, Geary, Hamson e Hoard (2000) conduziram um estudo longitudinal com 84 crianças americanas de 1ª série de cinco escolas públicas situadas em Columbia, Missouri. Inicialmente todas as crianças foram testadas nos subtestes de Vocabulário e Cubos. Também foram avaliadas as habilidades aritméticas básicas (subteste de raciocínio matemático), a capacidade de aplicação de regras na pronúncia de palavras escritas (Subteste *Word Attack*) e a capacidade de compreender que os símbolos escritos representam objetos, letras ou palavras (subteste *Letter – Word Identification*).

A partir dos resultados dos testes, as crianças foram classificadas com dificuldades de aprendizagem na matemática (DAM) ou dificuldades na leitura (DL). As crianças com DAM apresentaram escores na avaliação das habilidades aritméticas menores que 35 percentis na 1ª e na 2ª série. As crianças classificadas com DL obtiveram escore, na capacidade de aplicação de regras na pronúncia de palavras escritas, menor do que 35 percentis na 1ª e na 2ª série. A partir dessa classificação inicial, foram identificados 5 grupos de crianças: (a) crianças com DAM/DL; (b) crianças com DAM; (c) crianças com DL; (d) crianças com desenvolvimento típico; (e) crianças com desenvolvimento variável.

Após essa classificação, os grupos foram comparados em tarefas que avaliaram as competências numéricas básicas (compreensão e produção de números), conhecimento de contagem e habilidades aritméticas. Todas as crianças foram testadas duas vezes a cada ano escolar, ou seja, na primeira e na segunda série.

Na avaliação da habilidade de nomear e reproduzir números foi apresentado para a criança uma série de 4 números inteiros (exemplo, 3, 8, 5, 12) na forma vertical e a criança deveria escrever o nome do próximo número, assim se apresentado um cartão com o número 3 ela deveria escrever o número quatro na sua folha. A seguir, o pesquisador ditava uma série de 4 números (exemplo, 2, 5, 7, 13) e a criança deveria escrever o número correspondente. Na avaliação de comparação de magnitude, o pesquisador apresentava por escrito, pares de números (exemplo, 1-9, 3-2, 5-7) e a criança deveria responder as perguntas: "Qual é o maior?" ou "Onde tem mais?". Em seguida o teste era repetido com um novo conjunto de pares, mas desta vez em forma de ditado.

Os resultados demonstraram que as crianças da 1ª série com DAM/DL apresentaram um baixo desempenho nas tarefas de nomeação e escrita de números, assim como nas tarefas de comparação de magnitude. Esses resultados indicaram que crianças de 1ª série com DAM/DL ainda não estão familiarizadas com representações numéricas maiores do que 10, mas isso não significa que elas têm um déficit cognitivo. A maioria das crianças com DAM/DL encontraram dificuldades na discriminação de valores adjacentes. Como grupo, elas apresentaram algum progresso da 1ª para a 2ª série, especialmente na habilidade de discriminar o valor de pequenos números. De acordo com os pesquisadores, esses resultados não são definitivos, mas sugerem que tanto os processos envolvidos no acesso as representações de magnitudes visuais apresentados com números arábicos, quanto à formação de fronteiras entre as representações adjacentes são desenvolvidas lentamente em muitas crianças com DAM/DL.

A habilidade para estimar permite aos indivíduos fazer uma avaliação razoável de soluções para problemas matemáticos. No entanto, essa habilidade é difícil para crianças pequenas e precisa ser desenvolvida aos poucos. Da mesma forma, que um senso numérico pouco desenvolvido, devido à representação ou processamento imaturo de números, poderá ocasionar defasagens na compreensão e flexibilidade dos números do sistema numérico. Essa defasagem também poderá causar problemas para o desenvolvimento das habilidades de contagem, operações de cálculo, estimativas e assim por diante. (GEARY, 2004; 2006).

Para a avaliação do conhecimento de contagem Geary, Hamson e Hoard (2000) apresentaram uma boneca que estava aprendendo a contar e precisava de ajuda. A boneca realizava contagens de fichas e a criança deveria dizer se a contagem estava certa ou errada. Foram apresentadas 13 situações para as crianças. Por exemplo, eram apresentadas linhas de objetos (fichas) com quantidades variadas (5, 6, ou 9) com cores alternadas (vermelha, azul, vermelha, azul) que estavam alinhadas atrás de uma tela. Após, a tela era retirada e a boneca fazia a contagem das fichas, a criança dizia se estava certa ou errada e o pesquisador registrava as respostas da criança. Os pesquisadores se basearam em estudos anteriores que avaliaram a contagem para organizar 4 tipos de situações de contagem: contagem correta, da direita para a esquerda, pseudo-contagem e erro.

Os resultados apontaram que as crianças classificadas como DAM/DL ou DAM obtiveram pontuação abaixo dos níveis esperados para situações de pseudo-contagem e além do esperado para as outras tarefas. Tais resultados evidenciam que crianças com baixos índices de aquisições matemáticas compreendem os primeiros princípios de contagem, no entanto, parecem não compreender o princípio da irrelevância da ordem ou consideram a adjacência como uma característica essencial da contagem. Estes resultados indicam que este padrão se estende para além da 1ª série e inclui crianças com DAM, assim como DAM/DL. No entanto, apresentam déficits persistentes em algumas áreas do conhecimento aritmético e de contagem, como mostraremos a seguir.

4.2.2 Dificuldades na aprendizagem de cálculos aritméticos

Geary (2004) afirma que durante a resolução de cálculos aritméticos simples (4 + 3) e problemas simples de interpretação as crianças com DAM/DL e com DAM apenas utilizam os mesmos tipos de estratégias como as crianças com rendimento típico, mas diferem na mistura de estratégias e no padrão de mudança desenvolvimental dessa mistura. Na pesquisa desenvolvida por Geary, Hamson e Hoard (2000) foram descobertas diferenças consistentes ao comparar as estratégias utilizadas para resolver cálculos de adição simples entre grupos de crianças com DAM/DL, com DAM apenas e com DL apenas, em contraste com crianças com rendimento típico. Para a avaliação das estratégias de adição nas crianças de 1ª série, inicialmente foram apresentadas operações simples de adição numa tela de computador e o tempo de reação foi registrado. Foram apresentadas 14 operações de adição de dois dígitos únicos apresentados de forma horizontal (exemplo, 4 + 5). Os dígitos únicos ficavam entre 2 e 9 e a metade das somas tinham como resultados 10 ou menos do que 10. Depois de três operações de prática as 14 operações eram apresentadas para a criança uma de cada vez e ela era incentivada a responder o mais rápido que podia e sem cometer erros. As crianças eram livres para utilizar qualquer estratégia que melhor facilitassem a resolução. Durante o desenvolvimento da tarefa, o experimentador registrava as estratégias utilizadas pela criança. Com base nas respostas das crianças e a observação do experimentador, a estratégia de ação utilizada para a resolução dos problemas foi classificada em: contagem nos dedos, contagem verbal usando os dedos, decomposição e recuperação imediata. O processo de contagem foi classificado em: *counting-all* (contar todos) e *counting-on* (contar a partir de). Após a resolução de cada cálculo, foi solicitado que as crianças descrevessem a estratégia que utilizaram para a obtenção da resposta.

Para a avaliação das crianças na 2ª série foram acrescentadas, além das operações acima descritas, mais 14 operações adicionais e a diferença é que foram apresentadas de forma inversa às operações originais (exemplo, 6 + 3; 3 + 6). Mas para a resolução das operações, as crianças foram orientadas a resolver os cálculos por meio de recuperação, isto é, deveriam lembrar-se das respostas, para tanto não poderiam utilizar a contagem ou qualquer outro tipo de estratégia. Somente se não conseguissem lembrar poderiam adivinhar a resposta. De acordo com os pesquisadores o acréscimo de mais operações para os alunos da 2ª série foi para aumentar o número de situações que a criança poderia usar a recuperação e assim permitir uma avaliação mais completa da recuperação dos fatos aritméticos em crianças com dificuldade de aprendizagem.

Os resultados demonstraram que as crianças da 1ª série classificadas com DAM/DL ou DAM apresentaram muitos erros no procedimento de contagem e de recuperação e fizeram menos uso do procedimento *counting-on* do que as crianças com melhores escores de aquisições matemáticas. Nos grupos DAM/DL e DAM a escolha das estratégias começaram a mostrar diferença ao longo das séries, apesar de permanecerem com algumas características comuns. Com relação à contagem nos dedos as crianças dos grupos com DAM/DL e DAM não apresentaram diminuição da 1ª para a 2ª série. Mas foi observado que, ao longo das séries, as crianças do grupo com DAM apresentaram um progresso no uso do procedimento *counting-on*, assim como uma redução de erros de procedimentos ou de recuperação, isso fez com que o desempenho desse grupo ficasse próximo dos grupos DL, variável e normal na 2ª série. No uso do procedimento somente recuperação, as crianças com DAM/DL cometeram mais erros do que as crianças dos demais grupos (DL, DAM, variável e normal) e as crianças dos grupos com DAM ou DL cometeram mais erros do que as crianças do grupo normal e variável.

Os achados das pesquisas da literatura têm indicado que a habilidade de recuperar fatos básicos não melhora substancialmente entre os anos escolares para a maioria das crianças com DAM/DL e com DAM apenas. Ao contrário, quando essas crianças recuperam fatos aritméticos da memória de longo prazo, elas cometem muito mais erros e geralmente mostram padrões de erros e tempo de reação que se diferenciam daqueles encontrados nas crianças menores com rendimento típico. Tais padrões sugerem que os déficits de recuperação de memória de crianças com DAM/DL ou com DAM apenas refletem uma dificuldade cognitiva e não, por exemplo, uma falta de exposição a problemas aritméticos, motivação fraca, um critério de baixa confiança ou Q.I. baixo. (GEARY; HAMSON; HOARD, 2000, GEARY, 2004).

Pelo exposto, observamos que muitas crianças com DAM apresentam déficit funcionais básicos como procedimentos aritméticos imaturos e uma alta frequência de erros procedimentais de cálculo. Assim como dificuldades na representação e recuperação de fatos aritméticos da memória de longo prazo.

Na literatura encontramos outros estudos longitudinais que objetivavam verificar o desempenho dos alunos com e sem dificuldade, bem como observar a evolução de uma série para outra. Assim destacaremos os estudos conduzidos por Orrantia (2000) com alunos do 2º ao 6º ano do ensino fundamental, que apresentaram resultados muito similares aos encontrados por Geary, Hamson e Hoard (2000) e estudos realizados por Corso (2008) com alunos do 3º ao 6º ano do ensino fundamental.

Orrantia (2000) desenvolveu um estudo com 84 alunos do 2º ao 6º ano do ensino fundamental de diferentes escolas públicas de Salamanca na Espanha que apresentavam dificuldades no cálculo. A pesquisa teve como objetivos fazer uma análise dos tipos de déficits apresentados pelos alunos com dificuldades no cálculo, descrever qual o curso evolutivo desses déficits e estudar os fatores cognitivos que se relacionam com os déficits encontrados.

Os resultados apontaram dois tipos de déficits: procedimentais e de recuperação de fatos da memória. As dificuldades procedimentais parecem estar relacionadas com o conhecimento imaturo de contagem. É provável que em relação aos alunos com desenvolvimento típico tais dificuldades podem ser consideradas como um atraso no desenvolvimento, pois os alunos com dificuldades apresentaram uma tendência evolutiva de série. Por outro lado, os alunos com dificuldades recuperaram menos fatos da memória e levaram mais tempo para execução do que os alunos sem dificuldades. Os déficits relacionados com a recuperação de fatos da memória parecem persistir ao longo do desenvolvimento e é provável que se relacionem com a velocidade de processamento e erros de execução de cálculo e com a disponibilidade de recursos da memória de trabalho. (ORRANTIA, 2000; 2006).

Corso (2008) realizou um estudo com 79 alunos do 3º ao 6º ano do ensino fundamental em escolas públicas de Porto Alegre, RS, Brasil. A pesquisa teve como objetivo compreender e identificar as relações entre as dificuldades na leitura e na matemática. Os alunos foram organizados em quatro grupos: dificuldades na matemática (DAM), dificuldades na matemática e leitura (DLM) dificuldades na leitura (DL) e sem dificuldades. A pesquisadora avaliou o perfil cognitivo dos grupos por meio de tarefas que envolveram o 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.

Os resultados evidenciaram que os alunos com DAM apresentaram desempenho significativamente inferior na tarefa de memória de relatos e de recuperação de fatos da memória. Esses alunos utilizaram estratégias de contagem imaturas, mas não apresentaram dificuldades com o senso numérico. Já, os alunos com DLM apresentaram problemas no processamento fonológico, senso numérico e no componente executivo central da memória de trabalho. O grupo de alunos com DL apresentou baixo desempenho nas tarefas de consciência fonológica e velocidade de processamento de letras, e números e letras.

As pesquisas acima descritas evidenciaram dois tipos de déficit em alunos com dificuldades na matemática: procedimentais e recuperação de fatos da memória. Entretanto, Orrantia (2000) chama a atenção para uma questão importante, ou seja, até que ponto esses déficits podem ser considerados um atraso no desenvolvimento ou uma diferença no desenvolvimento. Em relação às dificuldades procedimentais as pesquisas têm demonstrado que há uma tendência evolutiva, mesmo nos alunos com DAM. Nesse caso, esses alunos poderiam apresentar um atraso no conhecimento conceitual, como por exemplo, na estrutura parte-todo, e como salientam Nunes *et al.* (2005), esse é um conceito fundamental para entendimento do conhecimento da adição. Sendo assim, a identificação é importante para possibilitar a aceleração do desenvolvimento das estratégias. Contudo, Orrantia (2000, p. 97) sinaliza que a utilização de ensino direto para acelerar o processo não parece ser o caminho mais adequado, pois os alunos poderão aprender o procedimento de memória e não saber o que realmente estão fazendo. O mais coerente seria partir do desenvolvimento conceitual subjacente e organizar situações para que os alunos possam gradativamente descobrir novas estratégias cada vez mais sofisticadas até que desapareçam dando lugar para a recuperação imediata.

Por outro lado, em relação à recuperação de fatos da memória, os achados das pesquisas apontam que os alunos com DAM apresentam dificuldades na recuperação, e quando recuperam apresentam muito mais erros que os alunos sem dificuldades. Orrantia (2006, p. 97-98) aponta que tais resultados poderiam sugerir uma diferença no desenvolvimento, ao invés de um atraso no desenvolvimento. O que é mais relevante nos alunos com DAM é a representação atípica dos fatos da memória e isso se deve a falta de automatização nos mecanismos subjacentes. No entanto, o que as pesquisas ainda não evidenciaram é se os fatos não estão representados na memória ou se estão e o acesso é difícil.

Portanto, em relação às dificuldades de recuperação de fatos da memória, exercícios de simples prática não terão efeito. Mas terão que ser encontradas outras alternativas que ajudem os alunos com dificuldades a superar essas deficiências.

Em relação aos cálculos multidígitos os achados de Orrantia (2000) demonstraram que os alunos do 6º ano com dificuldades também apresentaram rendimento inferior em relação aos resultados obtidos pelo grupo de controle. Essa dificuldade está relacionada com o conceito de valor posicional, mas ainda não está claro se é um problema de conhecimento conceitual ou se com o alto consumo de recursos os alunos tendem a simplificar os passos que devem ser seguidos para resolução do cálculo. A sequência desses passos é importante para a resolução de problemas aritméticos, conforme apontam Grégorie (1999) e Mayer (1998). Sendo assim, o estudante deve iniciar com a tradução do problema, integração dos dados, fazer um planejamento e por fim a execução da solução. Entretanto, os alunos com dificuldades na matemática apresentam problemas para seguir essa sequência. Orrantia (2006) salienta que as dificuldades na resolução de problemas aritméticos podem estar relacionadas com duas situações distintas. A primeira situação pode ocorrer quando os alunos com dificuldades na matemática não criam uma representação adequada da situação apresentada no problema. Já a segunda situação poderá estar relacionada com a falta de conhecimento conceitual específico para resolução.

4.2.3 Identificação precoce das dificuldades em matemática

A literatura tem indicado algumas pesquisas que procuram identificar os precursores das dificuldades na matemática, apontando assim, caminhos para prevenção. Gersten, Jordan e Flojo (2005) apresentam as descobertas de um grupo de pesquisas[4] de diversas abordagens sobre as dificuldades em matemática referente à identificação e à intervenção precoce. Os pesquisadores realizaram uma síntese das pesquisas sobre: a natureza das dificuldades em matemática; o papel do senso numérico em crianças pequenas; medidas de diagnóstico válidas para detecção precoce de dificuldades potenciais em matemática, e intervenção e instrução precoces. Essa síntese apontou que (a) as dificuldades em matemática, para muitas crianças, não se tornam estáveis com o tempo; (b) as dificuldades de leitura parecem estar relacionadas ao progresso mais lento em muitos aspectos da matemática; (c) a maioria dos estudantes com dificuldades na matemática apresenta problemas com a recuperação correta e automática de combinações aritméticas básicas, como por exemplo, 6 + 3.

Os pesquisadores sugerem que um dos objetivos da intervenção intensiva precoce seria um aumento de fluência e precisão das combinações aritméticas básicas. Assim, como o desenvolvimento de estratégias mais maduras e eficientes de contagem e o desenvolvimento de alguns princípios fundamentais do senso numérico.

Provavelmente um dos motivos para que as crianças não consigam fazer uma rápida recuperação das combinações aritméticas seja por que ainda não têm compreensão sobre conceitos numéricos. Assim, se os estudantes ainda permanecem utilizando a contagem nos dedos para resolver operações simples, parece que apresentam falta de fluência em combinações aritméticas, e nesse caso os professores devem estar atentos para identificar quais alunos precisam de tempo adicional para que possam entender os conceitos e operações que já foram explicados. (GERSTEN; JORDAN; FLOJO, 2005).

Os estudos desenvolvidos por Jordan e Hanich, (2003) e Jordan *et al.* (2003) ressaltam a importância das mudanças do concreto para representações mentais no desenvolvimento da fluência de cálculo em crianças que estão no inicio da escolarização. Nesse sentido, as medidas de diagnóstico precoce são essenciais para a intervenção, pois podem identificar se as crianças estão apresentando dificuldades para utilizar estratégias de cálculo. (GERSTEN; JORDAN; FLOJO, 2005).

Após a apresentação de estudos realizados com crianças com dificuldades na aprendizagem da matemática, fica claro que identificar os precursores da aprendizagem torna-se essencial para prevenção. Mas também é necessário entender o desenvolvimento de estratégias metacognitivas para a organização de intervenções adequadas com alunos do ensino fundamental. Este assunto será tratado no próximo capítulo.

[4] Gersten, Jordan e Flojo (2005) fazem referência à pesquisa de Griffin, Case e Siegler (1994); Okamoto (2000); Case, Harris e Graham (1992).

5 METACOGNIÇÃO, ESTRATÉGIAS DE APRENDIZAGEM E MODELOS DE INTERVENÇÃO

Este capítulo está centrado nos estudos sobre metacognição e sua importância para a aprendizagem, no desenvolvimento das estratégias metacognitivas, suas implicações educacionais e modelos de intervenção.

5.1 METACOGNIÇÃO E METAMEMÓRIA

A metacognição pode ser definida como "[...] o conhecimento que temos dos nossos processos cognitivos - ou o que pensamos sobre o ato de pensar." (MATLIN, 2004, p. 306). As pesquisas apresentam dois tipos importantes de metacognição: a metamemória e a metacompreensão. Nesse estudo serão discutidos somente metacognição e metamemória.

Parece haver um consenso na literatura de que o termo "metacognição" apareceu pela primeira vez nas pesquisas desenvolvidas por Flavell durante a década de 1970. (RIBEIRO, 2003; JOU; SPERB, 2006; MATLIN, 2004; STERNBERG, 2008).

De acordo com Ribeiro (2003) as investigações no âmbito da aprendizagem, durante muito tempo, estavam centradas em duas categorias: as capacidades cognitivas e os fatores motivacionais como principais determinantes para o bom desempenho escolar. Entretanto, a partir da década de 1970, novos estudos se intensificaram, surgindo assim uma terceira categoria, o estudo dos processos metacognitivos. Com o objetivo de explicar as funções metacognitivas, surgiram modelos metacognitivos e os primeiros a estudar esse conceito e considerá-lo como uma área específica de pesquisa foi Flavell e Wellman (1977). Nos últimos anos, novos estudos sobre a metacognição trouxeram outros conceitos que foram sendo incorporados aos já existentes. Um exemplo são os estudos realizados na Psicologia Cognitiva, mais especificamente dentro do enfoque do Processamento da Informação, que considera a mente como um sistema cognitivo que possibilita o ser humano a interagir com o meio. O sistema cognitivo tem a capacidade de monitoramento e autorregulação potencializando o próprio sistema. (JOU; SPERB, 2006).

No modelo de monitoração cognitiva criado por Flavell (1979), o controle cognitivo ocorre através das ações e de interações entre quatro classes de fenômenos: conhecimento metacognitivo, experiências metacognitivas, metas (tarefas) e ações (estratégias).

No âmbito da neuropsicologia, a metacognição vem ganhando um novo impulso, sendo considerada um importante componente do funcionamento executivo. Estudos neuropsicológicos atuais demonstram a importância do córtex pré-frontal nas ações intencionais. As funções executivas podem ser consideradas como um conjunto integrado de habilidades que permitem ao indivíduo resolver problemas imediatos, de médio e de longo prazo, substituindo estratégias ineficientes por outras mais produtivas, direcionando seu comportamento a metas, avaliando a eficiência e adequação de suas ações de acordo com objetivos definidos. (FUENTES, 2008). Desta forma, a "[...] eficácia do desempenho está relacionada à capacidade do sujeito em se monitorar, autocorrigir, regular a magnitude de cada resposta, bem como considerar a dimensão temporal das ações para a conclusão da tarefa realizada." (FUENTES, 2008, p. 189).

Um dos componentes da metacognição é a metamemória que "[...] refere-se ao conhecimento, à consciência e ao controle que as pessoas têm da própria memória." (MATLIN, 2004, p. 115). A metamemória é importante para a aprendizagem, entretanto Matlin (2004) alerta que as estratégias por si só não irão aprimorar a memória, é necessário que a pessoa use a metamemória para decidir o que já sabe e o que ainda precisa ser revisado. As estratégias de metamemória envolvem a reflexão sobre nossos próprios processos com o objetivo de melhorar nossa memória. Essas estratégias são importantes quando a pessoa transfere as novas informações que estão armazenadas temporariamente na memória de trabalho para a memória de longo prazo por meio de repetições. (STERNBERG 2008, p. 193).

Sendo assim, as estratégias metacognitivas são fundamentais no ensino em geral e principalmente na aprendizagem da matemática. Conforme já relatado anteriormente, a metacognição é a capacidade que o individuo tem de pensar sobre seus processos cognitivos. (MATLIN, 2004). Ribeiro (2003) complementa dizendo que nas investigações educacionais são encontradas duas formas essenciais de entendimento da metacognição. A primeira forma refere-se ao controle ou autorregulação, ou seja, a capacidade que os alunos têm para avaliar e executar a tarefa e fazer as devidas correções quando necessário. A segunda forma refere-se ao conhecimento sobre o conhecimento, ou seja, a tomada de consciência que a criança tem dos processos e das competências necessárias para a realização da tarefa.

Mayer (1998) ressalta a importância de três tipos de habilidades necessárias para solução de problemas escolares: habilidades cognitivas, metacognitivas e motivacionais. As habilidades cognitivas incluem objetivos instrucionais, componentes em uma hierarquia de aprendizagem e componentes do processamento da informação. As habilidades metacognitivas incluem estratégias ou compreensão da leitura, escrita e matemática. Por fim, as habilidades motivacionais incluem a motivação baseada no interesse, a autoeficácia e atribuições.

Portanto, as crianças que apresentam competências metacognitivas bem desenvolvidas compreendem os objetivos das tarefas propostas, planejam a sua execução, são capazes de executar estratégias de aprendizagem, e avaliam o seu próprio processo de execução.

5.2 ESTRATÉGIAS DE APRENDIZAGEM

As pesquisas têm indicado a importância da realização de estudos sobre as estratégias de aprendizagem. (POZO, 1989; POZO, *et al.*, 1994; BORUCHOVITCH, 1999; 2006; 2007; MELTZER; KRISHNAN, 2007). Para Pozo (1989) e Pozo *et al.* (1994) o domínio de estratégias de aprendizagem permite que o estudante tenha condições de fazer um planejamento e uma organização de suas próprias atividades de aprendizagem. Essas atividades ou procedimentos fazem parte das estratégias frequentemente chamadas de técnicas ou de hábitos de estudo e incluem uma variedade de habilidades específicas que deveriam ser utilizadas diariamente pelos alunos, como por exemplo, tomar notas, sublinhar textos, preparar resumos, observar e registrar resultados de testes ou experiências, etc.

O uso de uma estratégia requer que o estudante tenha um certo domínio de técnicas, mas só isso não é suficiente, é necessário ter um grau de metaconhecimento ou seja, o conhecimento do seu próprio conhecimento psicológico. Nesse caso, o metaconhecimento é necessário para que o aluno seja capaz de fazer a seleção e o planejamento de atividades de aprendizagem mais eficazes em cada caso e avaliar o sucesso ou fracasso alcançado após a implementação da estratégia. (POZO, 1989).

Pozo (1989) ressalta que não há consenso na literatura em relação às classificações de estratégias, no entanto, tendo como referência estudos específicos da psicologia clássica é possível distinguir três grandes grupos de classificação das estratégias de aprendizagem: (a) análise: fundamentada na aprendizagem associativa com base na prática, é útil para a aprendizagem de materiais arbitrários, sem significado, como números de telefone, datas memoráveis ou fórmulas mágicas sem compreensão; (b) tratamento: consiste na busca de um sistema de relações, que permitiria aprender mais facilmente o material sem significado; (c) organização: busca de uma estrutura ou organização interna de materiais de aprendizagem dotado de um significado próprio.

As atividades e os processos cognitivos que são adquiridos através dessas estratégias são diferentes e dependem do tipo de aprendizagem que está envolvida. Nesse sentido, um grande desafio a ser cumprido seria introduzir estratégias de aprendizagem em cada área do currículo escolar e dotar os professores de cada uma dessas áreas para que possam trabalhar com os alunos. (POZO, 1989).

5.3 INTERVENÇÕES EM ESTRATÉGIAS DE APRENDIZAGEM

Na medida em que as crianças passam de um nível escolar para outro, as tarefas também vão se tornando cada vez mais complexas, e isso requer coordenação, integração e síntese de muitos processos e habilidades necessárias para que ocorra um bom desempenho. Desta forma, a compreensão da leitura, as lições de casa, as notas que devem ser tomadas, os projetos de longo alcance, os estudos e os testes exigem que os estudantes integrem e organizem múltiplos subprocessos simultaneamente. Para que haja sucesso acadêmico em todas essas áreas o estudante deve ter habilidade para planejar, organizar e priorizar a informação, distinguir as ideias principais dos detalhes e monitorar seu progresso. (MELTZER; KRISHNAN, 2007).

Para Meltzer e Krishnan (2007), as abordagens de intervenção geralmente enfocam dois diferentes níveis, ou seja, do ambiente e da pessoa. O nível do ambiente que está centrado nas mudanças que os pais e professores podem organizar, estruturando situações e tarefas para que sejam cumpridas pelas crianças. O nível da pessoa enfatiza estratégias explícitas de ensino e estão centradas nas funções executivas. Portanto, essas estratégias são fundamentais para o progresso acadêmico de todos os alunos, mas principalmente para aqueles com dificuldade de aprendizagem.

Estudos que propõem a elaboração de materiais instrucionais relativos às estratégias de aprendizagem são poucos no Brasil. Um grupo coordenado por Boruchovitch (2006) tem realizado estudos nessa área, tendo como referencial teórico a Psicologia Cognitiva baseada na Teoria do Processamento da Informação.

Em seus estudos, Boruchovitch (1999; 2007) afirma que a intervenção em estratégias de aprendizagem melhora o desempenho dos alunos em todos os níveis de escolaridade. Tais intervenções são úteis para reduzir deficiências no processamento da informação em diversas áreas como matemática, leitura e escrita. As intervenções em estratégias de aprendizagem podem ser distinguidas em cognitivas, metacognitivas, afetivas e mistas: (a) cognitivas: são voltadas para o trabalho com uma ou mais estratégias de aprendizagem específicas, como por exemplo, sublinhar, anotar, etc.; (b) metacognitivas: são orientadas para apoiar os processos executivos de controle, como o planejamento, o monitoramento e a regulação dos processos cognitivos e do comportamento; (c) afetivas: destinam-se a controlar, modificar e eliminar estados internos do estudante, que possam ser incompatíveis com o bom processamento da informação; (d) mistas são voltadas para o progresso cognitivo, o desenvolvimento metacognitivo, a promoção e a manutenção de um estado interno satisfatório para a aprendizagem e são utilizadas de forma combinada. (BORUCHOVITCH, 2007, p. 158).

No entanto, saber que existem vários tipos de intervenção em estratégias de aprendizagem não é suficiente para que haja uma melhora no desempenho dos alunos. Pressley (2001) apresenta vários itens que podem ser seguidos durante a realização de uma intervenção em estratégias de aprendizagem, dentre eles podemos citar:

- Ensinar somente uma estratégia de aprendizagem de cada vez, incluindo informações metacognitivas sobre o porquê, onde e quando aplicá-la;
- Fornecer explicações pormenorizadas de cada nova estratégia, modelando-a;
- Repetir a modelagem e a explicação, eliminando possíveis dúvidas;
- Criar contextos diversificados, nos quais se possam praticar as estratégias ensinadas;
- Incentivar o monitoramento da compreensão do estudante acerca de como está fazendo e o que está pensando, quando está usando as estratégias;
- Promover oportunidades que favoreçam a capacidade do estudante generalizar o uso das estratégias aprendidas para outras situações;
- Aumentar a motivação dos estudantes.

Tendo claro quais são os tipos de intervenções em estratégias de aprendizagem e uma sequência de passos que podem ser seguidos, é possível ensinar estratégias de aprendizagem para alunos que apresentam um baixo desempenho escolar, por exemplo, em português os alunos podem ser incentivados a sublinhar pontos importantes de um texto, monitorar a compreensão na hora da leitura, usar técnicas de memorização, fazer resumos, entre outras estratégias. (BORUCHOVITCH, 2007, p. 157).

O ensino de estratégia de aprendizagem é importante para todos os alunos, mas são cruciais para os alunos com dificuldades de aprendizagem, que apresentam problemas nas funções executivas. Conforme destacam Meltzer e Krishnan (2007) para esses estudantes que apresentam dificuldades de aprendizagem as estratégias devem ser explícitas, estruturadas e recursivas e devem ser uma condição nas tarefas de aula e de casa. Desta forma, o uso frequente de estratégias contribui para que haja consolidação e generalização, e garantem que os alunos apreenderam a usar estratégias flexíveis em diferentes domínios.

Com relação à aprendizagem da matemática, os alunos poderão ser incentivados a desenvolver, por exemplo, estratégias de aprendizagem para resolução de problemas aritméticos. A mistura de estratégias vai amadurecendo aos poucos com a prática e assim as crianças resolvem os problemas de forma mais rápida porque passam a utilizar estratégias mais eficientes baseadas na memória. Essa transição para os mecanismos baseados na memória resulta numa solução mais rápida das questões, assim como na redução das demandas de memória de trabalho. A recuperação automática dos fatos básicos, acompanhada da redução das demandas de memória de trabalho, facilita a resolução de problemas mais complexos e com menos erros. (GEARY, 2004).

Mas para que essa transição aconteça é necessário apresentar às crianças tarefas que fazem sentido para elas. (MIRAS, 2004). Conforme destaca Vasconcelos (2000), na medida em que as tarefas têm sentido e as crianças são incentivadas a resolvê-las, elas desenvolvem uma variedade de estratégias de aprendizagem para alcançar a solução. Nesse caso, diante de uma situação desafiante, as crianças utilizam os conhecimentos prévios que já têm para desenvolver raciocínios com significado pessoal. Para que os alunos apliquem seus conhecimentos prévios a novas situações, é necessário praticar a aplicação de conhecimentos a essas novas situações e não fazer repetições sem sentido. Nesse caso, a repetição sem sentido não irá conduzir nem a melhores capacidades nem a conhecimentos mais apurados. (VASCONCELOS, 2000).

Por outro lado, quando os estudantes com dificuldades de aprendizagem não são incentivados a utilizar estratégias para compensar suas pobres funções executivas, seu desempenho acadêmico piora. Esses alunos têm dificuldade para usar estratégias autorreguladoras, como conferir, monitorar e revisar durante tarefas de aprendizagem. (MELTZER; KRISHNAN, 2007).

5.4 MODELOS DE INTERVENÇÃO PARA ALUNOS COM DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM

O número de crianças identificadas como tendo dificuldades de aprendizagem tem aumentado muito nos últimos anos. Esse aumento na prevalência de dificuldades de aprendizagem tem levantado preocupações sobre os métodos para identificação destes alunos. (FUCHS; FUCHS; COMPTON, 2004). Em virtude disso, nos últimos anos têm sido desenvolvidos vários estudos propondo modelos de intervenção para crianças com dificuldades de aprendizagem na leitura e matemática. A seguir serão descritos alguns exemplos desses modelos. (FUCHS; FUCHS; COMPTON, 2004; GRIFFIN, 2007; SWANSON; HOSKYN; LEE, 1999).

5.4.1 Modelo RTI – sensibilidade para intervenção

Fuchs e Fuchs juntamente com seus colegas foram os idealizadores de um modelo de intervenção. Desde 2001 vem sendo utilizado o *front-running* que é uma abordagem alternativa conhecida como sensibilidade (receptividade) para a intervenção, ou RTI (*responsiveness-to-intervention*). O objetivo do RTI é identificar estudantes em risco e monitorar a sua evolução acadêmica. É um modelo de ensino colaborativo com procedimentos especiais utilizado em indivíduos com dificuldades de aprendizagem. O RTI pode ser usado em crianças que necessitam de intervenção em leitura, matemática e ciências. Os alunos são testados no primeiro mês do ano letivo para avaliar a competência acadêmica. O RTI prevê intervenções cada vez mais intensivas para estudantes que não estão alcançando bons resultados acadêmicos e está organizado em três níveis:

- Nível 1: aborda o currículo e é preventivo. As intervenções estão centradas em grupos de alunos e aborda as variáveis instrucionais, curriculares e estruturais na sala de aula.

- Nível 2: centrado em grupos mas incorpora serviços de intervenção para aumentar as competências dos alunos.

- Nível 3: utiliza a intervenção intensiva e individual para ajudar os alunos a atingir objetivos específicos de habilidade. Quando o objetivo é atingido, o nível de intensidade é ajustado. (FUCHS *et al.*, 2007, p. 13).

De acordo com Fuchs *et al.* (2007) poucos trabalhos foram desenvolvidos na área da matemática e os que foram, abordaram apenas o estudo com fatos básicos ou cálculos simples utilizando exercícios práticos para intervenções breves. VanDerheyden e Witt (2005) selecionaram alunos de primeira e segunda série e realizaram avaliações em relação aos fatos básicos. Com o grupo de crianças que apresentaram dificuldades, os pesquisadores realizaram nove sessões de treinos com *feedback* e reforço para aumentar a fluência dos fatos básicos. Ao final das intervenções foram realizadas avaliações com o objetivo de verificar a evolução.

Com a utilização do modelo de intervenção RTI, os alunos são identificados como tendo dificuldade de aprendizagem quando sua resposta às questões propostas é significativamente inferior a dos seus pares. Assim, o pressuposto básico do modelo indica que é possível diferenciar as crianças que apresentam dificuldades por terem tido instrução pobre, daquelas que apresentam realmente uma deficiência. Desta forma, torna-se necessário fazer uma identificação precoce de alunos em risco de insucesso escolar para que sejam realizadas intervenções específicas com o objetivo de impulsionar o desempenho acadêmico. (FUCHS; FUCHS; COMPTON, 2004).

5.4.2 Programa Mundos do Número

Outro modelo de intervenção que merece destaque é o proposto por Griffin na década de 1980. Griffin é especialista em desenvolvimento infantil e educação matemática e pesquisou como os jogos que envolvem números ajudam as crianças a entender o mundo. A pesquisadora realizou um estudo sobre o desenvolvimento da competência matemática pré-escolar nos primeiros anos e utilizou este trabalho teórico como base para criar o programa *Number Worlds*. Este é um programa de intervenção intensiva, e fornece todas as ferramentas que os professores precisam para avaliar as habilidades dos alunos. (GRIFFIN, 2007).

O programa tem como objetivo a construção de experiências matemáticas nas crianças pequenas com atividades que integram diversas maneiras para explorar e representar a matemática; envolver as crianças no "fazer matemática"; desenvolver uma base conceitual sólida; motivar as crianças a pensar matematicamente e usar capacidades de raciocínio.

O desenvolvimento do programa *Number Worlds* foi avaliado extensivamente com crianças de populações de baixa renda e foi comprovadamente eficaz no aumento da fluência computacional, no senso numérico, raciocínio matemático e comunicação, bem como no desempenho em testes padronizados de matemática. (GRIFFIN, 2007).

De acordo com Griffin (2007) para que haja sucesso na matemática é importante que o professor siga alguns princípios básicos como por exemplo:

- Construir sobre o conhecimento atual das crianças;
- Selecionar objetivos de aprendizagem que estão a um passo para as crianças;
- Certificar-se de que as crianças já consolidaram um nível de entendimento, antes de passar para a próxima etapa;
- Possibilitar às crianças a oportunidade de usar os conceitos de número em uma ampla variedade de contextos e de aprender palavras para descrever a quantidade em cada contexto (maior, mais distante, mais quente, mais pesado).

A pesquisadora salienta ainda que para a realização das atividades na sala de aula é essencial levar em consideração os seguintes itens:

- Expor as crianças a várias trajetórias numéricas que possam ser representadas e faladas;
- Oferecer oportunidades de ligar quantidades, contagem de palavras e símbolos;
- Fornecer comparações visuais e espaciais de representações numéricas para a aprendizagem prática, tais como linhas numéricas horizontais ou verticais;
- Provocar a imaginação da criança;
- Oferecer oportunidades para adquirir fluência de cálculo bem como a compreensão conceitual;
- Exigir o uso de processos metacognitivos (solução de problemas, comunicação, raciocínio) para ajudar crianças a construir conhecimentos. (GRIFFIN, 2007).

O programa está organizado em módulos e apresenta uma implementação flexível com instrução específica baseada na necessidades dos alunos. Além disso, ajuda a desenvolver a proficiência em matemática.

5.4.3 Abordagens de ensino direto e ensino de estratégias

Devido ao alto índice de crianças classificadas como tendo dificuldades de aprendizagem, entre os anos de 1996 a 1998, um grupo de pesquisadores liderados por Swanson, fizeram uma síntese (através de meta-análise) dos resultados de 92 estudos de pesquisa (todos de base científica). Através dessa análise foram identificados os métodos específicos de ensino e instrução de componentes que se mostraram mais eficazes para aumentar o reconhecimento de palavras e habilidades de compreensão de leitura em crianças e adolescentes com dificuldade de aprendizagem. (SWANSON; HOSKYN; LEE, 1999; SWANSON, 1999; SWANSON; SACHSE-LEE, 2000).

Baseados nessa análise Swanson e Sachse-Lee (2000, p. 116-117) identificaram as abordagens mais utilizadas nos estudos de intervenção. Dentre as que mais se destacaram estão a *direct instruction* (DI - ensino direto) e *strategy instruction* (SI - ensino de estratégias).

O ensino direto refere-se ao ensino de forma explícita, que poderá ser trabalhado individualmente ou em pequenos grupos. Os estudos que utilizaram o ensino direto apontaram que esse tipo de instrução enfatiza um ritmo bem acelerado, sequenciado com lições altamente focadas e aulas realizadas em pequenos grupos. Além disso, são oferecidas várias oportunidades para que os alunos respondam as questões solicitadas com *feedback* sobre a exatidão de suas respostas. Swanson e Sachse-Lee (2000) lembram que os estudos apontaram vários itens que devem ser seguidos num estudo direto dentre eles estão:

- Divisão de uma tarefa em pequenos passos;
- Administração de *feedback* repetidamente;
- Fornecimento de apresentação em forma de esquema;
- Divisão de instrução em etapas mais simples;
- Instrução individual e em pequenos grupos;
- Apresentação de modelagem de habilidade ou comportamento;
- Apresentação de novos materiais.

O ensino de estratégia significa ensinar aos alunos uma estratégia para procurar padrões em palavras ou para identificar palavras-chave, como por exemplo, localizar em um parágrafo a ideia principal. Os estudos que utilizaram o ensino de estratégia incluíram alguns dos seguintes componentes como: antecipação, organização, elaboração, generalização, uso de metacognição e avaliação da eficácia de uma estratégia. Tais estudos utilizavam pelo menos três dos seguintes itens:

- Explicações elaboradas (sistemáticas, elaborações de planos para dirigir o desempenho da tarefa);

- Modelagem (verbal, questionamentos e demonstrações);
- Lembretes para usar certas estratégias ou procedimentos;
- Diálogo entre professor e aluno;
- Perguntas feitas pelo professor;
- Assistência fornecida pelo professor apenas quando necessário.

Conforme destacam Swanson e Sachse-Lee (2000) os dois modelos apresentam pontos em comuns. Ambos assumem que métodos efetivos de ensino incluem como já descrito: revisões diárias; tarefas com objetivos de ensino; prática orientada; avaliações formativas; seguem uma sequência de eventos.

Os resultados da síntese apontaram que as intervenções educativas produziram efeitos significativos para crianças e adolescentes com dificuldade de aprendizagem. Desta forma, a ensino direto parece ser o enfoque mais eficaz para melhorar as habilidades de reconhecimento de palavras em alunos com dificuldades de aprendizagem. Entretanto, para melhorar a compreensão da leitura em alunos com dificuldades de aprendizagem parece ser mais eficiente uma combinação de ensino direto e ensino de estratégia. Nesse sentido, os estudos apontam que as crianças com dificuldades de aprendizagem são beneficiadas com as intervenções realizadas pelos professores. (SWANSON, 1999; SWANSON; SACHSE-LEE, 2000).

A partir do exposto, é possível afirmar que os modelos de intervenção para crianças com dificuldades de aprendizagem mostram-se promissores para prevenção. Mas como alertam Swanson e Sachse-Lee (2000) é necessário que sejam identificadas quais abordagens de intervenção se mostram mais eficientes para alunos com dificuldades de aprendizagem. Deste modo, é fundamental que seja levado em consideração não somente se uma determinada intervenção funciona, mas de que forma ela funciona e como poderá funcionar ainda melhor.

Tendo como base os estudos de intervenção descritos, torna-se necessário apresentar ainda algumas práticas psicopedagógicas que utilizam jogos como um dos instrumentos de intervenção em alunos com dificuldades de aprendizagem na matemática. Tais pesquisas foram fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa.

6 JOGOS MATEMÁTICOS COMO UM RECURSO NAS DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA

Neste capítulo apresentamos as pesquisas na área da matemática que buscam compreender as relações entre a cognição e a aprendizagem da matemática. Essas pesquisas utilizam jogos como um dos recursos para intervenção em crianças que apresentam dificuldades de aprendizagem na matemática. (MACEDO, 1995; MACEDO; PETTY; PASSOS, 2000; KISHIMOTO, 1995; MOURA, 1992; GOLBERT, 1997; 2000; 2007; KAMII; HOUSMAN, 2002; RAMANI; SIEGLER, 2008; GOLBERT; MORAES; MÜLLER, 2008; GOLBERT; MÜLLER, 2009; MÜLLER; GOLBERT, 2009).

O jogo é uma forma natural da atividade humana. Macedo, Petty e Passos (1997, p. 139) afirmam que "joga-se para não morrer, para não enlouquecer, para sobreviver." O jogo está presente no dia a dia das pessoas e também na escola pode ser um recurso importante para a aquisição de conceitos e desenvolvimento de estratégias. Para Kamii (1992, p. 172), as crianças que jogam são mais ativas mentalmente do que quando preenchem folhas de exercícios elaborados pela professora e só aprendem que a Matemática "[...] é um conjunto misterioso de regras que vêm de fontes externas ao seu pensamento."

O uso de jogos na sala de aula como materiais de apoio, são importantes para o desenvolvimento do ensino da matemática, entretanto, devem "[...] cumprir o papel de auxiliar no ensino do conteúdo, propiciar a aquisição de habilidades, permitir o desenvolvimento operatório do sujeito e, mais, estar perfeitamente localizado no processo que leva a criança do conhecimento primeiro ao conhecimento elaborado."(MOURA, 1992, p. 47).

Quando o professor opta por trabalhar com jogos para o desenvolvimento de estratégia de ensino é preciso selecionar um jogo adequado mas também fazer com a intenção de "[...] propiciar a aprendizagem. E ao fazer isto tem como propósito o ensino de um conteúdo ou de uma habilidade. Dessa forma, o jogo escolhido deverá permitir o cumprimento deste objetivo." (MOURA, 1992, p. 47).

Os materiais manipulativos podem ser utilizados pelo professor na sala de aula desde que tenha uma intencionalidade. Entretanto, se os alunos ainda não tiverem compreendido as relações entre os números, também não poderão resolver tarefas com materiais. De acordo com Golbert (2000, p. 23) "Para que os alunos façam a correta representação interna a partir de materiais, frequentemente, é necessário que o professor esclareça-lhes sobre a correspondência entre os dois domínios – o do concreto e o dos numerais."

Macedo, Petty e Passos (2000) ressaltam que os jogos podem ser utilizados na sala de aula desde que tenham como objetivo o favorecimento de aquisição de conhecimento. No entanto, os pesquisadores alertam que:

> A questão não está no material, mas no modo como ele é explorado. Pode-se dizer, portanto, que serve qualquer jogo, mas não de qualquer jeito. Para nós, jogar não é só divertimento, e ganhar não é só uma questão de sorte. Isso significa afirmar que, independentemente do jogo, a ação de jogar por nós valorizada deve estar comprometida e coordenada tanto com as ações já realizadas como com as futuras, correspondendo a um conjunto de ações intencionais e integradas no sistema como um todo. (MACEDO; PETTY; PASSOS, 2000, p. 24).

Seguindo nessa mesma direção, Moura (1992) quando se refere à utilização do jogo no ensino, afirma que é possível fazer uma classificação em dois blocos, ou seja, o jogo desencadeador de aprendizagem e o jogo de aplicação. O que vai determinar essa diferença entre esses dois tipos de jogos é a forma como ele será apresentado pelo professor na sala de aula. Nesse sentido o pesquisador ressalta que:

> O jogo pode, ou não, ser jogo no ensino. Ele pode ser tão maçante quanto a resolução de uma lista de expressões numéricas: perde a ludicidade. No entanto, resolver uma expressão numérica também pode ser lúdico, dependendo da forma como é conduzido o trabalho. O jogo deve ser jogo do conhecimento, e isto é sinônimo de movimento do conceito e de desenvolvimento. (MOURA, 1992, p. 49).

Como vimos, o jogo é um recurso que poderá ser usado na escola desde que seja com o objetivo de aumentar o conhecimento dos estudantes. Conforme destacam Macedo, Petty e Passos (2000), ao trabalhar com jogos na sala de aula o professor deve oportunizar a exploração do material, bem como promover diversos tipos de situações com o objetivo de possibilitar conhecimento e a assimilação das regras.

6.1 O USO DO JOGO DE REGRAS

Os jogos de regras são um excelente recurso para a criança fazer e compreender situações, além de ser instrumento de conhecimento. (MACEDO, 1995; MACEDO; PETTY; PASSOS, 1997; KAMII; HOUSMAN, 2002; OLIVEIRA, 2004). Conforme destaca Macedo (1995, p. 8):

> Para ganhar, é preciso ser habilidoso, estar atento, concentrado, ter boa

> memória, abstrair as coisas, relacioná-las entre si o tempo todo. Por isso, o jogo de regra é um jogo de significados em que o desafio é ser melhor que si mesmo ou que o outro. Desafio que se renova a cada partida porque vencer uma não é suficiente para ganhar a próxima. Assim, os jogos de regra em uma perspectiva funcional valem por seu caráter competitivo.

Esse tipo de jogo possui regras lógico-matemáticas, mais ou menos explícitas, assim como regras socioculturais e morais. O jogo de regras não favorece somente a aprendizagem do jogo em si, mas também o desenvolvimento da atenção, a seleção de estratégias e a sua valorização. Isso permite a utilização das regras em outro momento do jogo, além de abstrair o processo que deu certo nas jogadas, para que possam ser generalizadas posteriormente. (OLIVEIRA, 2004).

Quando o jogo é trabalhado em grupo é preciso que cada jogador utilize a sua criatividade na elaboração de estratégias que possam ser próximas da solução do problema sem que haja desrespeito com os outros participantes. (OLIVEIRA, 2004). Nos jogos em grupos, os alunos, além de estarem prestando atenção na sua jogada, devem estar atentos na jogada dos colegas, sem contar que ocorrem várias situações para troca de opiniões entre eles. Neste caso, o papel do professor é dirigir as interações entre os alunos. Assim, o trabalho com jogos possibilita ao educador acompanhar o andamento das jogadas, percebendo assim o modo como as crianças estão pensando e agindo. Além disso, "Ainda oportunizam o estabelecimento de estratégias metacognitivas, na medida em que, frequentemente, a criança precisa indicar os processos de pensamento dos quais faz uso." (GOLBERT, 1997, p. 7).

Kamii e Housman (2002) afirmam que quando se trabalha com jogos na sala de aula está sendo proporcionado aos alunos o desenvolvimento da autonomia, o respeito pelos colegas, a resolução de conflitos entre os outros. As pesquisadoras lembram que é necessário que as crianças realizem muitas repetições de somas com os mesmos números, a fim de desenvolver uma rede de relações numéricas. Entretanto, a aprendizagem será muito mais eficiente se as crianças fizerem isso quando estão jogando do que em folhas de exercícios.

Macedo, Petty e Passos (2000) indicam algumas formas de analisar e discutir as situações de jogo, visando uma reavaliação das atitudes possíveis de serem desenvolvidas como as seguintes:

a) Exploração dos materiais e aprendizagem das regras: é importante que o material seja muito bem explorado pelas crianças e que sejam promovidas diversas situações que possibilitem o conhecimento das regras. A criança deve ser levada a observar todas as peças que fazem parte do jogo.

b) A prática do jogo e construção das estratégias: o jogo propriamente dito é a segunda etapa do trabalho com jogos. Várias partidas devem ser jogadas, sem que haja pressa em esgotar esse momento. Deve-se incentivar que a criança faça suas jogadas obedecendo as regras do jogo.

c) A resolução de situações-problema: os jogos e situações-problema podem ser recursos úteis para uma aprendizagem diferenciada e significativa. Uma situação-problema deverá colocar o aluno diante de uma série de decisões a serem tomadas para alcançar um objetivo que ele mesmo escolheu ou que lhe foi proposto. O aprendizado por situações-problema implica em uma situação que faça sentido para os alunos.

d) Análise das implicações do jogar: para uma análise das situações de jogos, é indispensável levar a criança a: perceber as diversas possibilidades de resolução durante as jogadas; constatar situações de antecipação e organização prévias da atividade; analisar as produções e eventuais erros. Isso vai permitir que as atitudes adquiridas no contexto do jogo tendam a se tornar propriedade do aluno, podendo ser generalizadas para outros âmbitos. (MACEDO; PETTY; PASSOS, 2000).

Pelo exposto, vimos que o trabalho com jogos possibilita que os alunos possam, aos poucos, adquirir novos conhecimentos. Mas esses conhecimentos não estão nos jogos e sim nas intervenções que são coordenadas pelo professor ou psicopedagogo, conforme salientam Macedo, Petty e Passos (2000).

6.2 JOGOS PARA O DESENVOLVIMENTO NUMÉRICO

Como já foi comentado anteriormente, o uso de jogos auxilia não só no desenvolvimento das habilidades matemáticas, mas também na concentração, na curiosidade, na consciência em grupo, na autonomia, entre outras. (KAMII; HOUSMAN, 2002; OLIVEIRA, 2004).

Nos últimos anos vêm sendo desenvolvidas pesquisas e oficinas com jogos matemáticos com crianças que apresentam dificuldades de aprendizagem na matemática. A seguir serão descritos alguns exemplos de pesquisas realizadas por autores norte-americanos, com crianças pré-escolares, assim como pesquisas desenvolvidas no Brasil com crianças e professores do ensino fundamental.

Pesquisas norte-americanas

Ramani e Siegler (2008) afirmam que existem poucos programas experimentais que utilizam o jogo como parte de intervenções planejadas com objetivo de melhorar o desempenho matemático na educação infantil. Esses pesquisadores salientam que a desigualdade do conhecimento numérico de crianças em idade pré-escolar de baixa e média renda provavelmente é devido à falta de experiências com atividades informais, incluindo jogos de mesa. Siegler e colaboradores (SIEGLER; RAMANI, 2008; RAMANI; SIEGLER,

2008; SIEGLER, 2009; RAMANI; SIEGLER, 2011) nos últimos anos vêm desenvolvendo diversos estudos com o objetivo de impulsionar o desempenho acadêmico dessas crianças.

Siegler e Ramani (2008) objetivavam determinar se os jogos de mesa produziriam evoluções na compreensão de magnitude em 58 crianças em idade pré-escolar de baixa renda. Para tanto, solicitaram aleatoriamente que as crianças jogassem um dos dois jogos de mesas. Em cada mesa tinha um jogo, o primeiro deles, incluía quadrados consecutivamente numerados, arranjados linearmente e de igual espaço. O segundo jogo era idêntico, exceto pelos quadrados variando em cor, mas não incluía números. Cada criança jogou um dos dois jogos com um pesquisador, por quatro sessões, dentro de um período superior a 2 semanas. Os pesquisadores descobriram que jogar o jogo de mesa numérico produziu mais estimativas precisas do que jogar a versão em cores. Assim, jogar o jogo por quatro sessões de 15 a 20 minutos, em um período maior de 2 semanas, produziu avanços significativos em estimativas de linha numérica em crianças de baixa renda.

Ramani e Siegler (2008) realizaram um estudo com 124 crianças em idade pré-escolar com idades que variavam entre 4 anos e 1 mês a 5 anos e 5 meses. Os pesquisadores tinham cinco objetivos. O primeiro era responder às descobertas de Siegler e Ramani (2008) com uma amostra maior de crianças de baixa renda de programas *Head Start*[1]. Esse estudo era o único até o momento que queria demonstrar um papel causal de jogos de mesa numérico para melhorar o conhecimento numérico de crianças pequenas. O segundo objetivo era examinar a generalidade do efeito de jogar o jogo entre tarefas numéricas variadas. Três medidas adicionais de conhecimento numérico foram examinadas. Uma era a tarefa de comparação de magnitude numérica padrão, em que se perguntava aos participantes, “Qual é maior: N ou M?”. A segunda e terceira tarefas adicionais foram contar de 1 a 10 e identificar números impressos nessa extensão. Jogar o jogo exigia que as crianças contassem e lessem números impressos nessa extensão; desse modo, era esperado que a atividade levasse a melhorias nessas habilidades. Assim, foi hipotetizado de que jogar jogos de mesa numéricos fortaleceria a estimativa de linha numérica de crianças de baixa renda em idade escolar, comparação de magnitude, reconhecimento numérico e habilidade de contagem. O terceiro objetivo era examinar a estabilidade do aprendizado com o tempo. Se jogar um jogo numérico produz um aumento geral na compreensão de magnitudes numéricas, então ganhos em estimativa de linha numérica e comparação de magnitude numérica deveriam persistir com o tempo. Ramani e Siegler (2008) testaram essas predições ao apresentar as quatro tarefas imediatamente, após a quarta sessão de jogo e novamente nove semanas depois. O quarto objetivo era determinar se crianças em idade pré-escolar maiores e menores retiram benefícios similares da ação de jogar os jogos de mesa. O quinto objetivo do estudo era examinar se a experiência

[1]*Head Start* é um programa nos EUA que serve às crianças da comunidade que estão no pré-escolar com idades de 3 a 5 anos.

anterior com jogos de mesa no ambiente de casa estava relacionada com o conhecimento numérico no princípio do estudo e ao aprendizado subsequente na situação experimental.

Em síntese, as predições que os pesquisadores fizeram foram de que jogar o jogo de mesa numérico (a) melhoraria as habilidades de estimativa numérica infantil, comparação de magnitude, contagem e identificação numérica, (b) que os aumentos no conhecimento numérico persistiriam por um período superior a 9 semanas, (c) e que os ganhos seriam maiores do que daquelas crianças que jogaram a versão em cor do jogo.

Ramani e Siegler (2008) ao final do estudo confirmaram todas as predições e acrescentam que jogar jogos de mesa com números com crianças de contextos de baixa renda pode aumentar seu conhecimento numérico no início da escola.

Pesquisas realizadas no Brasil

No Brasil, em algumas universidades e faculdades também são desenvolvidos estudos com jogos, dentre eles destacamos as pesquisas desenvolvidas na Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FEUSP), no Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo (IPUSP) e na Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (FACED/UFRGS).

O Laboratório de Brinquedos e Materiais Pedagógicos (LABRIMP) da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo é coordenado pela Professora Doutora Tizuco Morchida Kishimoto e tem como objetivo fortalecer o vínculo entre a teoria e prática pedagógica e o conhecimento da realidade brasileira na área de brinquedos e materiais pedagógicos. O LABRIMP é especializado no estudo de pesquisa de brinquedos e materiais pedagógicos, assim como aperfeiçoamento de uma melhor qualidade de formação metodológica do professor. Dentre as várias atribuições do laboratório estão: o oferecimento de estágios aos alunos do curso de pedagogia e licenciaturas da FEUSP; catalogação, demonstração, arquivamento e divulgação de fundamentações teóricas; oferecimento de oficinas, com diferentes propósitos, para professores da rede pública e profissional da área.

Kishimoto (1995, p. 44) faz uma pequena síntese sobre a história do brinquedo na educação e ressalta alguns pontos que devem ser observados, dentre eles destacam-se: a importância dos brinquedos e das brincadeiras na educação pré-escolar; a necessidade de recuperar brinquedos e brincadeiras tradicionais, bem como sua importância para o desenvolvimento infantil; a importância do surgimento de propostas psicológicas que permitem a construção de representações infantis.

O Laboratório de Psicopedagogia do Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo coordenado pelo Professor Doutor Lino de Macedo oferece apoio psicopedagógico a alunos de 1ª a 4ª série do ensino fundamental que apresentam dificuldades de aprendizagem na matemática. No Laboratório são realizadas oficinas com jogos com o objetivo de fazer com que as crianças tenham "[...] uma atuação o mais consciente e intencional possível, de modo que possa produzir um resultado favorável ou, se isso não ocorre, que aprenda a analisar os diferentes aspectos do processo que o impediram de atingí-lo." (MACEDO; PETTY, PASSOS, 2000, p. 13).

Na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, na Faculdade de Educação, são desenvolvidos programas de extensão e pesquisa na área das dificuldades de aprendizagem da matemática, coordenados pela Professora Doutora Clarissa Seligman Golbert. A autora desta Tese faz parte da equipe destes programas de extensão, bem como do grupo de pesquisa. De 1999 a 2002, foi desenvolvido um projeto de extensão, em que alunos do ensino fundamental de escolas públicas e particulares de Porto Alegre frequentaram oficinas com jogos matemáticos Athurma[2]. As oficinas tinham como objetivo oportunizar às crianças experiências pedagógicas relacionadas com a elaboração de conceitos matemáticos. (GOLBERT, 2007).

Ainda dentro deste projeto de extensão, vem sendo desenvolvido desde 1999 um programa para professores com o objetivo de oportunizar ao professor a renovação dos recursos pedagógicos no ensino de matemática. Este projeto possibilita a reflexão crítica sobre os obstáculos enfrentados pelos alunos diante das exigências de abstração próprias da matemática, e que são agravadas pelo uso de práticas mecanicistas e descontextualizadas. No projeto intitulado *Programa de educação continuada na aprendizagem da matemática para professores do ensino fundamental*, ministramos cursos (noção de números, sistema decimal de numeração, campo aditivo e campo multiplicativo) com jogos matemáticos para professores de escolas particulares, estaduais, municipais e educadores em geral. (GOLBERT; MORAES; MÜLLER, 2008).

Nos anos compreendidos entre 2006 a 2008, foi desenvolvido um estudo longitudinal com alunos do ensino fundamental de uma escola estadual de Porto Alegre que apresentavam dificuldades de aprendizagem na matemática. O objetivo do estudo foi a compreensão das relações entre cognição e aprendizagem da matemática à luz da neuropsicologia. Na primeira fase, em 2006, 23 alunos de 4ª série foram avaliados quanto à compreensão das equivalências entre centenas, dezenas e unidades, através do jogo Equivale 4, da coleção Athurma. Foram identificadas diferenças em conhecimentos e habilidades matemáticas. Na segunda fase, em 2007, foi realizada intervenção psicopedagógica com 10 alunos que apresentaram graves defasagens em conceitos e habilidades matemáticas. Na avaliação do desenvolvimento cognitivo, através do Teste WISC-III[3], as crianças apresentaram, em comum, prejuízos em aritmética, códigos, informação e dígitos. Quanto às habilidades matemáticas, o grupo caracterizou-se por apresentar estratégias imaturas de contagem, falhas na organização do material, no armazenamento e recuperação dos fatos numéricos, o que determinava lentidão de processamento. Em 2008, 6 alunos passa-

[2]Jogos Matemáticos Athurma foram criados pela professora Clarissa Golbert e contemplam as noções de número, sistema decimal e as quatro operações (GOLBERT, 1997, 2000, 2002).

[3]A avaliação foi realizada por uma psicóloga que colaborou com a pesquisa.

ram por intervenções individuais, foram utilizados recursos psicopedagógicos, tais como comunicação verbal, ensino direto, jogo matemático e incentivo as habilidades metacognitivas. Ao final das intervenções os alunos apresentaram avanços significativos em relação às habilidades matemáticas. (MACHADO *et al*, 2008; MÜLLER; GOLBERT, 2009; GOLBERT; MÜLLER, 2009).

O trabalho com jogos matemáticos tem mostrado claramente que, com o desenrolar das jogadas, é possível verificar onde as crianças apresentam dificuldades. Os jogos matemáticos são um recurso por excelência, porque dão lugar a interações, trocas e explicações de como as crianças estão pensando e agindo. Os jogos podem ser considerados como um recurso que permite aos professores iniciar e orientar discussões que surgem, diariamente, na sala de aula. (MÜLLER, 2003).

Tendo como referência a fundamentação teórica apresentada anteriormente e a prática nos projetos de extensão e pesquisa com crianças com dificuldades de aprendizagem na matemática, organizamos um modelo de intervenção. Esse modelo foi aplicado em alunos com graves e moderadas dificuldades em matemática conforme apresentaremos a partir dos próximos capítulos.

7 MÉTODO DE PESQUISA

O objetivo deste capítulo é fazer uma descrição do percurso realizado nesta pesquisa. Iniciamos com as bases da construção metodológica, envolvendo tipo de pesquisa, problema, objetivo geral e específico, questões de pesquisa e amostra. A seguir são descritos os procedimentos e instrumentos de avaliação seguidas das atividades de intervenção e consolidação.

Na literatura encontramos diversos estudos que orientam a construção de uma pesquisa como por exemplo os desenvolvidos por Laville e Dione (1999), Creswell (2007) e Minayo (2007). Numa pesquisa é recomendado o uso de uma estrutura geral que oriente todas as facetas do estudo. Conforme salienta Creswell (2007) nas últimas décadas as técnicas de pesquisa se multiplicaram, fazendo com que investigadores e pesquisadores tivessem muitas escolhas. Para elaboração de pesquisas existem várias estruturas, mas as técnicas mais utilizadas são: a quantitativa que está disponível para cientistas das áreas humanas e sociais há anos; a qualitativa, que surgiu principalmente durante as últimas três ou quatro décadas; e os métodos mistos que é nova e está se desenvolvendo em forma e substância.

Na pesquisa quantitativa considera-se que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para posteriormente classificá-las e analisá-las. Este tipo de pesquisa requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas. (CRESWELL, 2007).

A pesquisa qualitativa responde a questões muito particulares. Conforme aponta Minayo (2007), a investigação qualitativa exige que o pesquisador tenha abertura, flexibilidade, capacidade de observação e de interação com os participantes. Com relação aos instrumentos, a autora ressalta que eles podem ser facilmente corrigidos e readaptados durante o desenvolvimento do trabalho de campo.

A pesquisa de métodos mistos utiliza-se de medidas fechadas e observações abertas. No método misto a coleta de dados envolve tanto a obtenção de informações numéricas quanto de informações de texto. (CRESWELL, 2007). Conforme destaca Minayo (2007, p. 57) "[...] cada um dos dois tipos de métodos tem seu papel, seu lugar e sua adequação. No entanto, ambos podem conduzir a resultados importantes sobre a realidade social, não havendo sentido de atribuir prioridade de um sobre o outro."

Antes de apresentar o tipo de pesquisa utilizado neste estudo, é necessário expor alguns pontos principais da pesquisa experimental. Laville e Dione (1999) argumentam que uma pesquisa é considerada experimental, quando ela:

> [...] visar e demonstrar a existência de uma relação de causa e efeito entre duas variáveis. Essa demonstração apoia-se em uma experiência na qual o pesquisador atua sobre a variável independente associada à causa para, em seguida, medir os efeitos engendrados no plano da variável dependente. (LAVILLE; DIONE, 1999, p. 139).

Assim sendo, a pesquisa experimental em ciências humanas é importante, pois serve de referência quando se quer estabelecer categorias de pesquisa, bem como critérios de julgamento. (LAVILLE; DIONE, 1999).

De acordo com Creswell (2007) na literatura são encontrados vários tipos de estudos experimentais. Em nossa pesquisa utilizamos o tipo pré-experimental que incluiu medida de pré-teste, seguida por tratamento e pós-teste. Com o objetivo de obter uma análise mais ampla do problema de pesquisa, optamos pelo método misto, que emprega estratégias de investigação envolvendo coleta de dados simultânea ou sequencial para melhor entender o problema de pesquisa. (CRESWELL, 2000; MINAYO, 2007). Com a finalidade de seleção da amostra, efetuamos uma análise quantitativa de duas avaliações (pré-teste) realizadas com todos os alunos. O mesmo procedimento foi realizado com as avaliações do pós-teste. Os resultados da prática pedagógica (intervenção) foram analisados qualitativamente.

As avaliações realizadas no pré-teste e pós-teste passaram pelos seguintes procedimentos de análise estatística: (a) Descrição de média, desvio padrão e percentual dos dados, (b) Teste t de Student para amostras pareadas, para comparar o pré e o pós-teste em cada grupo, (c) Tamanho de efeito padronizado, para verificar o tamanho da diferença antes e depois da intervenção entre os dois grupos.

7.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Qual o efeito de uma prática pedagógica em alunos do 4º ano do ensino fundamental com graves e moderadas dificuldades em matemática em relação à recuperação dos fatos aditivos básicos da memória?

7.2 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral desta pesquisa é fazer uma análise dos efeitos de uma prática pedagógica em alunos do 4º ano do ensino fundamental com graves e moderadas dificuldades em matemática com relação à recuperação dos fatos aditivos básicos da memória.

7.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos da pesquisa são:

- Observar as habilidades dos alunos com graves e moderadas dificuldades em matemática na recuperação dos fatos aditivos da memória.
- Promover, através de uma prática pedagógica, a aprendizagem dos fatos aditivos por alunos com graves e moderadas dificuldades em matemática.
- Verificar qual o avanço que os alunos com graves e moderadas dificuldades em matemática obtêm na recuperação dos fatos aditivos com o desenvolvimento de uma prática pedagógica.

7.4 QUESTÕES DE PESQUISA

As questões de pesquisa são:

- Quais são as habilidades dos alunos com graves e moderadas dificuldades em matemática na recuperação dos fatos aditivos da memória?
- Como os alunos com graves e moderadas dificuldades em matemática recuperam os fatos aditivos da memória ao longo de uma prática pedagógica?
- Qual o avanço que os alunos com graves e moderadas dificuldades em matemática obtêm na recuperação dos fatos aditivos com o desenvolvimento de uma prática pedagógica?

7.5 ESCOLAS

Esta pesquisa foi realizada em quatro turmas do 4º ano do ensino fundamental de três escolas estaduais de Porto Alegre - RS. As escolas estão situadas na região central da cidade, todas são de porte médio e somente uma possui o ensino médio. A maioria dos alunos mora no bairro da escola, mas outros frequentam a escola pela proximidade do trabalho dos pais.

7.6 CONSTITUIÇÃO DA AMOSTRA

Em um universo de 74 alunos buscamos os seguintes critérios de inclusão e exclusão. Os critérios de inclusão foram: estar matriculado no 4º ano do ensino fundamental, frequentar regularmente as aulas, apresentar uma repetência, ter idade entre 9 e 12 anos e apresentar dificuldades em matemática. Foram considerados critérios de exclusão: alunos com duas repetências, idade acima de 13 anos ou mais na primeira avaliação (pré-teste). Para que os alunos pudessem participar da pesquisa foi solicitada a autorização por escrito dos pais ou responsáveis, através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A).

Considerando tais critérios, foram selecionados 19 alunos para compor a amostra, e foram divididos em grupos com graves e com moderadas dificuldades em matemática. Não utilizamos critério estatístico ou probabilístico, mas um critério de distribuição homogênea entre as escolas, e ainda a pontuação obtida na Prova de Aritmética (CAPOVILLA; MONTIEL; CAPOVILLA, 2007). Mais detalhes sobre a separação dos grupos serão apresentados na seção 7.7.1.1.

O grupo com graves dificuldades era composto por 12 alunos, sendo que 7 eram meninas e 5 eram meninos. O grupo de alunos com moderadas dificuldades era composto por 7 meninos. O quadro 7.1 sumariza os dados referentes aos dois grupos da pesquisa.

Quadro 7.1. Grupo, número de participantes, gênero, idade mínima e máxima dos dois grupos.

Grupo	N	Meninos	Meninas	Idade mínima	Idade máxima
GDM	12	5	7	9	10
MDM	7	7	-	9	11

Fonte: Dados da pesquisa. GDM: Graves dificuldades em matemática. MDM: Moderadas dificuldades em matemática.

7.7 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

Os procedimentos da coleta de dados foram divididos em três etapas distintas, ou seja, pré-teste, prática pedagógica (intervenção) e pós-teste.

7.7.1 Primeira etapa

A primeira etapa refere-se aos meses de março a julho de 2010, com o objetivo de selecionar a amostra de alunos. Neste período, após contato com várias escolas de Porto Alegre, fomos autorizados pela direção de três escolas da área central para que pudéssemos desenvolver esta pesquisa. Após contato com direção e professoras das escolas, encaminhamos aos pais e responsáveis Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, para que os alunos pudessem participar do estudo. Após o recolhimento do referido termo, demos início a realização da avaliação em 74 alunos do 4º ano do ensino fundamental de quatro turmas.

Para as avaliações foram utilizados quatro instrumentos. O primeiro instrumento utilizado foi a Prova de Aritmética (CAPOVILLA; MONTIEL; CAPOVILLA, 2007), com o objetivo de fazer uma avaliação do desempenho aritmético dos participantes. A prova foi aplicada em grupos de 4 ou 5 alunos numa sala disponibilizada pela direção da escola (Anexo A). O segundo instrumento, foi uma tarefa adaptada da literatura[1] que teve como objetivo avaliar as estratégias e procedimentos de contagem e de recuperação da memória durante a resolução de fatos aditivos básicos. Essa tarefa foi aplicada individualmente (Anexo B). Após a aplicação do segundo instrumento, objetivamos avaliar se os alunos resolviam os mesmos cálculos apresentados anteriormente só que de forma comutativa e somente por recuperação (terceiro instrumento). Assim, foi aplicada individualmente a segunda etapa da tarefa (Anexo C). O quarto instrumento utilizado foi uma tarefa adaptada da literatura (SIEGLER; SHRAGER, 1984; GEARY; HAMSON; HOARD, 2000), que denominamos somas em um minuto, com o objetivo de avaliar a recuperação dos fatos aditivos da memória de longo prazo. A aplicação foi realizada em grupos de 4 ou 5 alunos (Apêndice B). Ressaltamos que todos os instrumentos foram aplicados pela pesquisadora no mesmo turno da aula dos alunos.

Após a aplicação dos instrumentos, os resultados da Prova de aritmética (PA) e somas em um minuto foram quantificados. Os resultados da PA além de avaliar o desempenho aritmético das crianças (conforme será apresentado no capítulo 8), também serviu de base para separação dos grupos em graves e moderadas dificuldades em matemática. Assim como na Prova de Aritmética, optamos pela medida de tendência central média aritmética e o parâmetro de dispersão desvio-padrão para uma melhor interpretação dos dados. Através dessas medidas é possível verificar qual a tendência dos dados observados se agruparem em torno dos valores centrais. Além disso, conforme destaca Pina (2005), a média aritmética e desvio padrão são conceitos que geralmente oferecem poucas dúvidas e são calculados apenas em variáveis com escala quantitativa.

A seguir, serão apresentados os dados que serviram de base para separação dos grupos em graves e moderadas dificuldades em matemática.

7.7.1.1 Separação dos grupos

Para separação dos alunos com graves e moderadas dificuldades em matemática, além dos critérios já mencionados, utilizamos como base os escores totais da Prova de Aritmética realizada por Capovilla, Montiel e Capovilla (2007), que será apresentada na seção 7.8.1. Os resultados da Prova de Aritmética (PA) realizada pelos autores indicam que a média do grupo de alunos da 3ª série[2] foi de 49,97 com desvio padrão de 6,45 e pontu-

[1]Tarefa utilizada por GEARY; HAMSON; HOARD, 2000. Nesta pesquisa utilizamos o protocolo da tarefa que foi adaptada por Corso (2008) - autorizada a utilização pela pesquisadora.

[2]A pesquisa de Capovilla, Montiel e Capovilla (2007) foi realizada com alunos de 1ª a 4ª série do ensino fundamental – ensino de 8 anos. Nossa pesquisa foi realizada com alunos do 4º ano do ensino fundamental – ensino de 9 anos. Consideramos a 3ª série por ser mais próxima do 4º ano do ensino fundamental.

ação máxima de 60 pontos. Em nossa pesquisa, consideramos com graves dificuldades, aqueles alunos que obtiveram pontuação menor que 2 desvios padrão abaixo da média. Foram considerados com graves dificuldades os alunos que obtiveram pontuação abaixo de 37,00. Selecionamos 12 alunos que apresentaram essa pontuação. No quadro 7.2 apresentamos a relação dos alunos[3] com graves dificuldades e a pontuação obtida na Prova de Aritmética.

Quadro 7.2. Alunos com graves dificuldades e pontuação da Prova de Aritmética.

NOME	PONTOS NA PA
1. Bia	24
2. Gabi	28
3. Lau	29
4. Thai	30
5. Ama	30
6. Gabo	31
7. Lar	33
8. Leo	33
9.Yur	34
10. Dil	35
11.Rod	35
12. Joc	36

Fonte: Dados da pesquisa

Para evitar fator confundidor (variável de confusão) conforme alertam Baptista e Campos (2007), os alunos selecionados passaram por uma avaliação da capacidade intelectual. Foi aplicado individualmente, por uma psicóloga que colaborou com a pesquisa, o teste de Matrizes Progressivas Coloridas Raven Infantil. (RAVEN; RAVEN; COURT, 1988). No quadro 7.3, apresentamos os valores do teste de Raven Infantil dos alunos com graves dificuldades em matemática.

No quadro 7.3, os resultados indicam que existe uma diferença em relação à distribuição dos percentis, ou seja, a maioria dos alunos com graves dificuldades em matemática apresenta um percentil entre 50 e 75. Apenas um aluno foi classificado com capacidade intelectual superior à média. A maior parte dos alunos foi classificada com capacidade intelectual média. Dois alunos foram classificados com capacidade intelectual abaixo da média e dois alunos apresentaram classificação intelectualmente deficiente. Salientamos que os percentis obtidos por BIA e DIL, não foram configurados como fator confundidor conforme será indicado na seção 9.4.

[3]Nesta pesquisa utilizamos nomes fictícios para identificação dos alunos.

Quadro 7.3. Valores do teste de Raven infantil dos alunos com graves dificuldades.

Aluno	Total	Percentil
1.Thai	19	25
2.Lau	28	75
3.Gabi	20	50
4.Joc	20	25
5.Dil	5	5
6.Lar	19	50
7.Leo	21	50
8.Rod	29	90
9.Yur	22	50
10.Bia	12	5
11.Ama	22	50
12.Gabo	21	50

Fonte: Dados da pesquisa

Foram considerados com moderadas dificuldades aqueles alunos que estavam situados entre 1 e 2 desvios padrão abaixo da média. Esses alunos obtiveram pontuação na PA, entre 43,50 até 37,00 e foram selecionados 7 alunos que apresentaram essa pontuação. No quadro 7.4, apresentamos a relação dos alunos com moderadas dificuldades e a pontuação obtida na Prova de Aritmética.

Quadro 7.4. Alunos com moderadas dificuldades e pontuação da Prova de Aritmética.

NOME	PONTOS NA PA
1. Jul	38
2. Eve	40
3. Edu	40
4. Nic	41
5. Vit	41
6. Art	42
7. Gus	42

Fonte: Dados da pesquisa

Esses alunos também passaram por uma avaliação da capacidade intelectual. No quadro 7.5, apresentamos os valores do teste de Raven Infantil dos alunos com moderadas dificuldades em matemática.

No quadro 7.5, os resultados apontam que existe uma diferença em relação à distribuição dos percentis, ou seja, a maioria dos alunos com moderadas dificuldades em matemática apresenta percentil igual ou acima de 50. Um aluno foi classificado com capacidade intelectual acima da média. Quatro alunos foram classificados com capacidade intelectual média e dois alunos foram classificados com capacidade intelectual abaixo da média.

Quadro 7.5. Valores do teste de Raven infantil dos alunos com moderadas dificuldades.

Aluno	Total	Percentil
1.Jul	21	25
2.Nic	21	25
3.Eve	27	75
4.Art	24	75
5.Vit	30	90
6.Gus	24	50
7.Edu	27	75

Fonte: Dados da pesquisa

7.7.2 Segunda etapa

Após a realização das avaliações e separação dos grupos, iniciamos a segunda etapa dos procedimentos. No período de final de agosto a novembro de 2010 realizamos uma intervenção pedagógica com 19 alunos. Os procedimentos do desenvolvimento da intervenção serão apresentados na seção 7.9. Para a intervenção, não houve divisão de alunos com graves e moderadas dificuldades, todos os alunos receberam as mesmas atividades. Os grupos foram organizados da seguinte forma: turma A, B e C um grupo com 5 alunos, sendo que 3 alunos com graves e 2 alunos com moderadas dificuldades, na turma D, 3 alunos com graves e 1 aluno com moderadas dificuldades. No quadro 7.6 apresentamos síntese dos grupos por escola para melhor visualização.

Quadro 7.6. Organização dos grupos da intervenção.

Turma	**Graves**	**Moderados**	**Grupos**
A	3	2	Grupo 1
B	3	2	Grupo 2
C	3	2	Grupo 3
D	3	1	Grupo 4
Total	12	7	4 grupos

Fonte: Dados da pesquisa

7.7.3 Terceira etapa

A terceira etapa dos procedimentos ocorreu da segunda quinzena de novembro até primeira quinzena de dezembro de 2010. Nesse período foi realizada aplicação do pós-teste utilizando os mesmos instrumentos do pré-teste - Prova de Aritmética (CAPOVILLA; MONTIEL; CAPOVILLA, 2007), estratégias e procedimentos de contagem e de recuperação dos fatos aditivos básicos da memória, e somas em um minuto (SIEGLER; SHRAGER, 1984; GEARY; HAMSON; HOARD, 2000), com o objetivo de verificar se houve ou não avanços com a intervenção. Ressaltamos que no pós-teste não foi aplicada a segunda parte da tarefa estratégias e procedimentos de contagem e de recuperação dos fatos aditivos da memória. Verificamos que no pré-teste essa tarefa não acrescentou novas informações, ou seja, a maioria dos alunos não conseguiu lembrar as respostas dos fatos aditivos e obteve acertos muito abaixo do esperado. A seguir, no quadro 7.7, apresentamos síntese das três etapas da pesquisa.

Quadro 7.7. Resumo das etapas da pesquisa.

1ª etapa	**2ª etapa**	**3ª etapa**
Pré-teste	Intervenção	Pós-teste
Escolha da amostra num universo de 74 alunos (19 selecionados)	Alunos: 19	Alunos: 19
Instrumentos: PA; EPCRM (Ta1; Subt1.1); SM	Atividades de intervenção e consolidação	Instrumentos: PA; EPCRM; SM

Fonte: Dados da pesquisa PA (Prova de Aritmética), EPCRM (estratégias e procedimentos de contagem e de recuperação dos fatos aditivos da memória), Ta1 (tarefa 1), Subt1.1 (Subtarefa 1.1), SM (somas em um minuto)

Durante a pesquisa de campo foram realizados 15 encontros com cada grupo de alunos. Sendo que dois encontros foram destinados para avaliação inicial (pré-teste), doze encontros foram destinados para a intervenção e um encontro para avaliação final (pós-teste). Ressaltamos que, com o objetivo de evitar possíveis vieses como nos alertam Batista e Campos (2007), a avaliação final foi realizada por colegas do grupo de pesquisa e uma aluna do curso de graduação em Pedagogia da UFRGS, que colaboraram com a pesquisa.

No próximo item, descrevemos os instrumentos de avaliação utilizados nesta pesquisa.

7.8 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

Em nossa pesquisa, utilizamos um instrumento validado e tarefas de pesquisas presentes na literatura e que foram adaptadas para a nossa realidade. O instrumento padronizado e validado que utilizamos foi a Prova de Aritmética, organizada por um grupo de pesquisadores brasileiros (CAPOVILLA; MONTIEL; CAPOVILLA, 2007). As tarefas utilizadas nesta pesquisa, retiradas da literatura, são as seguintes: a) estratégias e procedimentos de contagem e de recuperação dos fatos aditivos básicos da memória - tarefa 1 e subtarefa 1.1 (GEARY; HAMSON; HOARD, 2000); b) Somas em um minuto (SIEGLER; SHRAGER, 1984; GEARY; HAMSON; HOARD, 2000).

7.8.1 Prova de Aritmética

Conforme já descrito na seção 4.1, a Prova de Aritmética (PA) de Capovilla; Montiel e Capovilla (2007) é indicada para avaliar a competência aritmética de alunos de 1ª a 4ª série do ensino fundamental. Pode ser aplicada coletiva ou individualmente. Cada item da PA vale um ponto, sendo a pontuação máxima 60 pontos. A análise dos escores e dos tipos de erros cometidos pode fornecer indícios sobre as habilidades preservadas e prejudicadas em crianças. A prova é composta por seis subtestes: (a) o primeiro subteste avalia a escrita por extenso de números apresentados em forma algébrica e a escrita na forma algébrica de números apresentados oralmente; (b) o segundo subteste avalia a escrita de sequências numéricas na ordem crescente e decrescente; (c) o terceiro subteste avalia a relação maior-menor; (d) o quarto subteste avalia a escrita, na forma algébrica e a resolução de cálculos envolvendo as quatro operações básicas apresentadas em forma algébrica; (e) o quinto subteste avalia a transcrição algébrica de cálculos envolvendo as quatro operações, apresentados oralmente, e a resolução escrita na forma algébrica; (f) o sexto subteste avalia a solução de problemas escritos envolvendo cálculos simples com as quatro operações básicas (Anexo A).

7.8.2 Estratégias e procedimentos de contagem e de recuperação dos fatos aditivos básicos da memória

Essa tarefa adaptada de Geary, Hamson e Hoard (2000) é indicada para avaliar as estratégias de contagem e de recuperação da memória durante a resolução de fatos aditivos básicos, e está organizada em tarefa 1 e subtarefa 1.1. Essa tarefa é aplicada individualmente.

Na primeira parte da tarefa (tarefa 1) os alunos recebem 14 cálculos de adição, dispostos em fichas, envolvendo dígitos unitários apresentados horizontalmente (3 + 6; 9 + 5), utilizando os dígitos de 2 a 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, decomposição e recuperação da memória. (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 (contar 6, 7, 8 para resolver a operação 5 + 3) ou a partir do dígito menor acrescentando a ele o dígito maior (contar 4, 5, 6, 7, 8, para resolver 5 + 3). Após a resolução de cada cálculo, é solicitado 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 começaste a contar?". A resposta somente é considerada como recuperada da memória quando a criança responde imediatamente após o cálculo lhe ser apresentado. Diante de qualquer sinal (visível ou audível) 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. (Anexo B).

A segunda parte da tarefa (subtarefa 1.1) envolve os mesmos 14 cálculos utilizados na atividade anterior, porém, desta vez, são apresentados de forma comutativa (no caso de 6 + 3, fica 3 + 6) e são administrados usando o mesmo procedimento. Os alunos são instruídos para resolverem os problemas tentando lembrar as respostas (respondido por recuperação), sem contar nos dedos ou usar qualquer outra estratégia. É dado para cada resposta recuperada da memória corretamente 1 ponto, totalizando um possível escore de 14 pontos. (Anexo C).

7.8.3 Somas em um minuto

Essa tarefa foi adaptada a partir de atividades realizadas pelos pesquisadores com crianças com dificuldades na matemática. (SIEGLER; SHRAGER, 1984; GEARY; HAM-

SON; HOARD, 2000). A tarefa tem como objetivo avaliar a recuperação de fatos aditivos na forma escrita num prazo estipulado pela pesquisadora. Para essa pesquisa foi estipulado o tempo de um minuto que foi medido através de um cronômetro.

A tarefa é individual, mas pode ser aplicada em grupos de 4 ou 5 alunos. Cada aluno recebe uma folha com 36 fatos aditivos envolvendo dígitos unitários apresentados horizontalmente, são utilizados dígitos de 1 a 9 e incluem dígitos duplos. Na folha, os fatos aditivos iniciam do mais simples (exemplo: 2 + 2, 3 + 1, 2 + 4,..) ao mais complexo (exemplo: 4 + 7, 6 + 5, 3 + 9...). Após explicações sobre os procedimentos a serem seguidos, a pesquisadora sinaliza para que os alunos deem início à tarefa, quando o tempo se esgotar a folha é recolhida. As respostas são avaliadas como corretas ou incorretas, totalizando um possível escore de 36 pontos. (Apêndice B).

Após a descrição dos instrumentos, mostramos como foi realizada a análise dos resultados obtidos pelos alunos dos dois grupos.

7.9 ATIVIDADES DE INTERVENÇÃO

As atividades têm como base os estudos de intervenção apresentados na fundamentação teórica e em especial nas atividades realizadas no grupo de pesquisa da qual esta autora faz parte. Na intervenção foi utilizada uma combinação de ensino direto e ensino de estratégia de Swanson, Hoskyn e Lee (1999) e Swanson e Sachse-Lee (2000). Ao longo das intervenções utilizamos jogos matemáticos, tendo como base estudos desenvolvidos por Macedo, Petty e Passos (2000), Golbert (2000), Ramani e Siegler (2008).

No primeiro dia com cada grupo, a pesquisadora apresentou-se e lembrou que os alunos estavam participando de uma pesquisa. Após a apresentação de cada aluno, foi explicada a dinâmica que seria desenvolvida ao longo dos encontros. Também foram combinadas algumas regras de convivência, com destaque para a importância da presença. Inicialmente foram realizados alguns questionamentos como, por exemplo, a importância da matemática, uso da matemática fora da sala de aula, dificuldades e facilidades em matemática. No quadro 7.8 apresentamos síntese dos blocos de atividade.

Quadro 7.8. Organização das atividades de intervenção.

Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3
Encontro 1 (atividade 1, 2, 3, 4)	Encontro 5 (atividade 1, 2, 3, 4)	Encontro 9 (atividade 1, 2, 3, 4)
Encontro 2 (atividade 1, 2, 3, 4)	Encontro 6 (atividade 1, 2, 3, 4)	Encontro 10 (atividade 1, 2, 3, 4)
Encontro 3 (atividade 1, 2, 3, 4)	Encontro 7 (atividade 1, 2, 3, 4)	Encontro 11 (atividade 1, 2, 3, 4)
Encontro 4 (Retomada – Jogo)	Encontro 8 (Retomada – Jogo)	Encontro 12 (Retomada – Jogo)

Fonte: Dados da pesquisa

As atividades de intervenção foram realizadas em grupos de quatro e cinco alunos com duração de aproximadamente 1 hora. Todos os grupos receberam uma intervenção por semana, totalizando 12 semanas. As atividades foram organizadas da seguinte forma: bloco 1 composto por 3 encontros (1, 2, 3) cada encontro com 4 atividades, no quarto encontro foi realizada uma retomada das atividades utilizando um jogo matemático. Bloco 2, composto por mais 3 encontros (5, 6, 7) e o oitavo encontro foi de retomada das atividades com um jogo matemático. No bloco 3, foram realizados 3 encontros (9, 10, 11) e o décimo segundo encontro foi de retomada das atividades.

As atividades desenvolvidas apresentavam a mesma sequência, no entanto a cada encontro tornavam-se mais complexas. Antes de iniciar as atividades eram retomadas atividades do encontro anterior. Para cada atividade eram realizadas explicações para todos os alunos e, se necessário, eram realizadas explicações individuais. Durante as atividades, a pesquisadora incentivava discussões e trocas de experiências entre os alunos. Ao final de cada encontro era realizada a sistematização das atividades com avaliação de desempenho dos alunos. As atividades realizadas apresentavam objetivos definidos com exercícios focados na consolidação e automatização de fatos aditivos básicos. Além disso, foram desenvolvidas atividades que envolviam a contagem, a resolução oral e escrita de fatos aditivos, representação dos fatos aditivos através de desenhos e adições na reta numérica. Em todos os encontros foi dado incentivo para o desenvolvimento de habilidades metacognitivas. A descrição detalhada das atividades de todos os blocos, realizadas com os alunos, está descrita no Apêndice C.

Até aqui mostramos a descrição do percurso utilizado em nosso estudo, a seguir passamos a apresentar os resultados obtidos pelos alunos com graves e moderadas dificuldades nas avaliações e na prática pedagógica.

8 RESULTADOS

Após a pesquisa de campo, os dados obtidos foram analisados a partir de uma perspectiva quantitativa e qualitativa. Neste capítulo, apresentamos os resultados das avaliações realizadas no pré-teste e pós-teste e os resultados das intervenções realizada com os alunos com graves e moderadas dificuldades em matemática.

Os resultados dos alunos de nossa pesquisa foram comparados com os resultados obtidos por Capovilla, Montiel e Capovilla (2007), e com os resultados obtidos pelo universo de setenta e quatro alunos do 4º do ensino fundamental de quatro turmas de três escolas públicas de Porto Alegre. Na tabela 8.1, apresentamos os resultados estatísticos obtidos pelos alunos avaliados por Capovilla, Montiel e Capovilla (2007) na Prova de Aritmética (PA).

Tabela 8.1: Estatística descritiva do escore total na PA, com série, número de sujeitos, média, desvio padrão (DP), pontuação mínima e máxima.

Série	**N**	**Média**	**DP**	**Mínimo**	**Máximo**
3ª	33	49,97	6,45	30	57

Na tabela 8.2, apresentamos os resultados dos subtestes na PA obtidos pelos alunos da 3ª série avaliados por Capovilla, Montiel e Capovilla (2007).

Tabela 8.2: Estatística descritiva dos escores em cada subteste da PA, com média, desvio padrão, pontuação mínima e máxima.

PA	**Média**	**DP**	**Mínimo**	**Máximo**
Subteste 1	9,52	1,15	5	10
Subteste 2	6,79	1,27	4	8
Subteste 3	3,64	0,90	1	4
Subteste 4	13,58	2,50	6	16
Subteste 5	12,91	2,75	3	16
Subteste 6	3,55	0,62	2	4

Na tabela 8.3, apresentamos os resultados quantitativos da tarefa somas em um minuto, adaptada de Siegler e Shrager (1984) e Geary, Hamson e Hoard (2000) realizada com o universo de 74 alunos.

Tabela 8.3: Estatística descritiva e escore total da tarefa somas em um minuto, com série, número de sujeitos, média, desvio padrão, pontuação mínima e máxima.

Ano	N	Média	DP	Mínimo	Máximo
4º	74	14,63	3,85	6	23

Na tabela 8.4, apresentamos os resultados qualitativos da tarefa estratégias e procedimentos de contagem e recuperação da memória na resolução de fatos aditivos básicos, adaptada de Geary, Hamson e Hoard (2000), realizada com o universo de 74 alunos.

Tabela 8.4: Resultados qualitativos da tarefa estratégias e procedimentos de contagem, com série, número de sujeitos, estratégias de contagem, pontuação mínima e máxima.

Ano	N	CVD	CI	DC	RM	Mínimo	Máximo
4º	74	92%	69%	28%	62%	12	14

CVD: Contagem verbal usando os dedos; CI: Contagem interna; DC: Decomposição; RM: Recuperação da memória.

A seguir, apresentamos os resultados quantitativos e qualitativos realizados no pré-teste e pós-teste dos alunos com graves dificuldades e após os resultados dos alunos com moderadas dificuldades em matemática.

8.1 RESULTADOS DOS ALUNOS COM GRAVES DIFICULDADES NO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE

Inicialmente serão apresentadas as diferenças das duas avaliações do pré-teste e pós-teste, Prova de Aritmética - PA (CAPOVILLA; MONTIEL; CAPOVILLA, 2007) e somas em um minuto - SM (SIEGLER; SHRAGER, 1984; GEARY; HAMSON; HOARD, 2000). A seguir apresentamos os resultados totais e por subtestes da PA, os resultados da tarefa SM e da tarefa estratégias e procedimentos de contagem e de recuperação de fatos aditivos básicos da memória. (GEARY, HAMSON; HOARD, 2000).

A tabela 8.5 mostra que os resultados da Prova de Aritmética e somas em um minuto tiveram um aumento de pontuação estatisticamente significativa com a intervenção. Podemos observar que o aumento de pontuação na Prova de Aritmética foi o mais alto. O tamanho de efeito padronizado (TEP)[1] chegou a 3,39, com um valor mínimo de 2,05, e

[1]TEP: representa o tamanho da diferença entre duas situações, que neste caso foi pré e pós-teste.

máximo de 4,49, dentro da margem de erro, indicando resultado estatisticamente significativo (P<0,05). Os resultados obtidos na tarefa somas em um minuto (SM) apontaram um TEP de 1,22, com valor mínimo de 0,31 e máximo de 2,04, dentro da margem de erro, indicando resultado estatisticamente significativo (P<0,05).

Tabela 8.5: Diferenças entre as duas avaliações do pré-teste e pós-teste dos alunos com graves dificuldades.

Avaliações	M (DP)	TEP (IC 95%)	Valor do teste t (significância)*
PA	13,67 (4,90)	3,39 (2,05 a 4,49)	9,652 (P<0,05)*
SM	6,00 (5,54)	1,22 (0,31 a 2,04)	3,750 (P<0,05)*

M (Média) e DP (Desvio padrão) entre as diferenças das avaliações, TEP (Tamanho de efeito padronizado), IC (Intervalo de confiança) de 95%, Teste t para amostras pareadas. *Resultado estatisticamente significativo

8.1.1 Prova de Aritmética - alunos com graves dificuldades

Na tabela 8.6 apresentamos as estatísticas descritivas relativas ao escore total da Prova de Aritmética, tanto no pré-teste quanto no pós-teste, bem como o tempo que os alunos com graves dificuldades empregaram para a realização da prova.

Tabela 8.6: Resultados totais da Prova de Aritmética dos alunos com graves dificuldades no pré-teste e pós-teste, tempo, média e desvio padrão.

Aluno	Pontos (Pré)	Pontos (Pós)	Tempo (Pré)	Tempo (Pós)
1. Bia	24	39	23 min	21 min
2. Ama	30	47	35 min	36 min
3. Gabo	31	51	30 min	17 min
4. Lar	33	40	48 min	34 min
5. Dil	35	53	25 min	17 min
6. Joc	36	49	27 min	38 min
7. Leo	33	40	27 min	22 min
8.Yur	34	42	31 min	33 min
9. Rod	35	43	40 min	34 min
10. Gabi	28	47	33 min	25 min
11. Lau	29	45	40 min	25 min
12. Thai	30	46	30 min	20 min
MÉDIA	**31,50**	**45,16**	**32,42**	**26,83**
DP	**3,50**	**4,50**	**7,27**	**7,71**

Na tabela 8.6, podemos observar que no pré-teste o grupo dos doze alunos com graves dificuldades obteve na Prova de Aritmética (PA) média de 31,50 com desvio padrão de

3,50. Em comparação com os resultados da avaliação realizada por Capovilla, Montiel e Capovilla (2007), destacamos que o grupo de alunos com graves dificuldades situava-se no pré-teste a 2 desvios padrão abaixo da média.

A seguir, na tabela 8.7 apresentamos as estatísticas descritivas relativas ao escore de cada subteste da PA, realizada pelos alunos com graves dificuldades tanto no pré-teste, quanto no pós-teste.

Na tabela 8.7, podemos observar os resultados dos subtestes na PA, obtidos pelos alunos com graves dificuldades no pré-teste. Ao realizar uma comparação entre as médias de cada subteste dos alunos com graves dificuldades e os resultados da avaliação realizada por Capovilla, Montiel e Capovilla (2007), verificamos que nos subtestes 1 e 3 as médias ficaram próximas, e nos demais subtestes houveram diferenças maiores entre as médias.

Tabela 8.7: Resultados por Subteste da Prova de Aritmética dos alunos com graves dificuldades no pré-teste e pós-teste, média e desvio padrão.

Aluno	**Pré S1**	**Pós S1**	**Pré S2**	**Pós S2**	**Pré S3**	**Pós S3**	**Pré S4**	**Pós S4**	**Pré S5**	**Pós S5**	**Pré S6**	**Pós S6**
1.Gabi	9	8	0	10	1	4	8	12	9	11	1	2
2.Lau	7	10	0	10	4	4	8	11	9	8	1	2
3.Thai	9	10	5	10	4	4	6	10	4	9	2	3
4.Bia	9	10	0	0	4	4	5	14	5	8	1	3
5.Ama	8	10	0	5	3	4	10	12	7	13	2	3
6.Gabo	9	10	0	5	4	4	8	15	8	14	2	3
7. Lar	10	9	0	7	4	4	8	10	9	8	2	2
8. Dil	10	8	0	10	4	4	9	15	10	13	2	3
9. Joc	10	9	0	10	4	4	10	11	10	11	2	4
10.Leo	9	8	0	2	2	3	10	13	11	12	1	2
11.Yur	9	10	0	5	4	1	10	13	8	11	3	2
12.Rod	5	10	5	10	4	0	11	10	6	9	4	4
MÉDIA	**8,67**	**9,33**	**0,83**	**7**	**3,5**	**3,33**	**8,59**	**12,16**	**8**	**10,59**	**1,91**	**2,75**
DP	**1,43**	**0,89**	**1,94**	**3,57**	**1**	**1,38**	**1,79**	**1,85**	**2,13**	**2,15**	**0,90**	**0,75**

S1 (subteste 1, pontuação máxima 10 pontos), S2 (subteste 2, pontuação máxima 10 pontos), S3 (subteste 3, pontuação máxima 4 pontos), S4 (subteste 4, pontuação máxima 16 pontos), S5 (subteste 5, pontuação máxima 16 pontos), S6 (subteste 6, pontuação máxima 4 pontos).

Em nossa pesquisa identificamos dificuldades nos seguintes subtestes: (a) subteste 2, na escrita de sequências numéricas na ordem crescente e decrescente, os alunos apresentaram dificuldade de interpretação, contagem de 1 a 1; e erros na contagem de 2 em 2 na ordem crescente e na contagem de 3 em 3 na ordem decrescente; (b) subteste 4, na solução de contas já montadas observamos erros no transporte da unidade para a dezena na adição (exemplo: 39 + 46 = 75), no retorno da dezena para a unidade na subtração (exemplo: 12 – 5 = 17) e na multiplicação (exemplo: 30 x 3 = 60); a maioria dos alunos não sabia resolver as operações de multiplicação com dois dígitos, e também a maioria dos alunos não resolveu as operações de divisão, pois não tinham visto em sala de aula; (c) subteste 5, na solução de contas apresentadas oralmente, as dificuldades observadas foram as mesmas encontradas no subteste 4; (d) subteste 6, na solução de problemas escritos envolvendo cálculos simples com as quatro operações, os alunos apresentaram erros de interpretação, de cálculos e troca de operações.

Os resultados totais da Prova de Aritmética no pós-teste indicaram que houve avanços no desempenho com a intervenção. Na tabela 8.6, podemos observar que no pós-teste os alunos com graves dificuldades obtiveram média de 45,16 com desvio padrão de 4,50. Em relação ao pré-teste (MD 31,50) a diferença foi estatisticamente significativa ($t = 9{,}652$; $P<0{,}05$). Em comparação com os resultados totais na avaliação realizada por Capovilla, Montiel e Capovilla (2007), em que a média foi de 49,97, observamos que a maioria dos alunos com graves dificuldades passou a se situar entre a média e 1 desvio padrão abaixo ou acima da média. Apenas quatro alunos permaneceram situados entre 1 e 2 desvios padrão abaixo da média.

Ainda na tabela 8.7, podemos observar o progresso dos alunos com graves dificuldades em todos os subtestes da PA no pós-teste. As médias de todos os subtestes obtidas pelos alunos ficaram muito próximas do grupo avaliado por Capovilla, Montiel e Capovilla (2007). A maior parte dos alunos encontrou facilidade para resolução dos subtestes. Apenas nas operações de multiplicação e divisão com dois dígitos os alunos apresentaram dificuldades.

8.1.2 Somas em um minuto - alunos com graves dificuldades

Na tabela 8.8 apresentamos as estatísticas descritivas relativas ao escore total da tarefa somas em um minuto, adaptada de Siegler e Shrager (1984), Geary, Hamson, Hoard, (2000), dos alunos com graves dificuldades no pré e pós-teste. No pré-teste, a média dos alunos com graves dificuldades na tarefa somas em um minuto ficou em 12,41 com desvio padrão de 3,72. Em comparação com os resultados da avaliação realizada com os 74 alunos (MD 14,63; DP 3,85) observamos uma pequena diferença entre as médias.

No pré-teste, verificamos que a maioria dos alunos com graves dificuldades, utilizou alternadamente, a estratégia de contagem verbal usando os dedos e contagem interna para a resolução dos fatos aditivos.

Os resultados das somas em um minuto no pós-teste indicaram que houve avanços no desempenho com a intervenção. A tabela 8.8 mostra que no pós-teste, a média dos alunos com graves dificuldades ficou em 18,41 com desvio padrão de 5,88. Em relação ao pré-teste a diferença foi estatisticamente significativa ($t = 3{,}750$; $P<0{,}05$).

No pós-teste, verificamos que poucos alunos com graves dificuldades ainda utilizavam a estratégia de contagem verbal usando os dedos para resolução dos fatos aditivos. A maioria deles passou a utilizar alternadamente, contagem interna, composição de parcelas e em alguns momentos a recuperação da memória.

Tabela 8.8: Alunos com graves dificuldades, pontuação nas somas em um minuto no pré-teste e pós-teste.

Aluno	Pontos (Pré)	Pontos (Pós)
1. Bia	9	18
2. Ama	7	17
3. Gabo	10	20
4. Lar	11	29
5. Dil	18	25
6. Joc	20	24
7. Leo	11	6
8. Yur	15	19
9. Rod	11	14
10. Gabi	14	17
11. Lau	12	17
12. Thai	11	15
MÉDIA	**12,41**	**18,41**
DP	**3,72**	**5,88**

8.1.3 Estratégias e procedimentos de contagem e de recuperação dos fatos aditivos básicos da memória - alunos com graves dificuldades

Na tabela 8.9, apresentamos os resultados qualitativos da tarefa estratégias e procedimentos de contagem e de recuperação dos fatos aditivos básicos da memória, adaptada de Geary, Hamson e Hoard (2000), realizada com os alunos com graves dificuldades na matemática no pré e pós-teste. As estratégias utilizadas pelos alunos foram: contagem nos dedos (contar todos, contar a partir do menor e contar a partir do maior), decomposição e recuperação da memória.

A pontuação total dessa tarefa é de 14 pontos e no universo de 74 alunos os acertos ficaram entre 12 e 14 . Durante a resolução dos fatos aditivos observamos que 92% dos 74 alunos utilizaram a contagem verbal com apoio dos dedos, 69% dos alunos utilizaram a contagem interna, 28% dos alunos utilizaram a decomposição e a recuperação da memória foi utilizada por 62% dos alunos.

Na tabela 8.9, podemos observar que os doze alunos com graves dificuldades no pré-teste obtiveram acertos entre 12 e 14 e no pós-teste a maioria dos alunos acertou todas as adições. Em relação às estratégias utilizadas pelos alunos com graves dificuldades, podemos observar que no pré-teste todos os alunos utilizaram a estratégia de contagem verbal com apoio do dedos para a resolução das adições. No pós-teste essa estratégia foi utilizada por 83% dos alunos. A contagem interna, foi utilizada por 75% dos alunos no pré-teste, e no pós-teste todos os alunos utilizaram essa estratégia. A decomposição não foi usada pelos alunos no pré-teste e no pós-teste apenas um aluno utilizou a estratégia. A recuperação da memória foi utilizada por 33% dos alunos no pré-teste e no pós-teste 67%

deles utilizaram essa estratégia. Verificamos, portanto, um aumento no uso de processos apoiados na memória com o desenvolvimento da intervenção.

Tabela 8.9: Alunos com graves dificuldades, pontuação no pré e pós-teste das estratégias e procedimentos de contagem e de recuperação dos fatos aditivos básicos da memória.

Aluno	**CVD**		**CI**		**DC**		**RM**		**Acertos**	
	Pré	**Pós**	**Pré**	**Pós**	**Pré**	**Pós**	**Pré**	**Pós**	**Pré**	**Pós**
1. Bia	13	4	1	10	-	-	-	-	13	14
2. Ama	10	8	4	5	-	-	-	1	14	13
3. Gabo	13	-	-	10	-	-	1	4	13	14
4. Lar	14	5	-	7	-	-	-	2	14	14
5. Dil	4	2	8	2	-	2	2	8	13	14
6. Joc	12	8	1	4	-	-	1	2	14	14
7. Leo	14	3	-	11	-	-	-	-	12	14
8. Yur	11	5	3	9	-	-	-	-	13	14
9. Rod	2	-	6	7	-	-	6	7	14	14
10. Gabi	8	2	6	10	-	-	-	2	14	14
11. Lau	13	1	1	13	-	-	-	-	13	14
12. Thai	13	4	1	6	-	-	-	4	14	14

CVD: Contagem verbal usando os dedos; CI: Contagem interna; DC: Decomposição; RM: Recuperação da memória.

Os procedimentos utilizados pelos alunos com graves dificuldades foram: contar todos, contar a partir do menor e contar a partir do maior. Comparamos os resultados do pré e pós-teste e observamos que:

- Contar todos: no pré-teste, o procedimento de contar todos foi utilizado somente por um aluno na contagem verbal usando os dedos e no pós-teste nenhum aluno fez uso desse procedimento.

- Contar a partir do menor: no pré-teste, o procedimento contar a partir do menor foi utilizado por 4 alunos na contagem verbal usando os dedos, e no pós-teste apenas um aluno utilizou esse procedimento na contagem interna.

- Contar a partir do maior: no pré-teste, a contagem a partir do maior foi utilizada por todos os alunos na contagem verbal usando os dedos, e também por 9 alunos durante a contagem interna. No pós-teste, a contagem a partir do maior foi utilizada por 10 alunos na contagem verbal usando os dedos, e por 11 alunos durante a contagem interna.

Após descrição dos resultados das avaliações realizadas com os alunos com graves dificuldades em matemática, apresentamos a análise dos resultados dos alunos com moderadas dificuldades no pré e pós-teste.

8.2 RESULTADOS DOS ALUNOS COM MODERADAS DIFICULDADES NO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE

Inicialmente apresentamos as diferenças entre as duas avaliações realizadas no pré-teste e pós-teste com os alunos com moderadas dificuldades: Prova de Aritmética (PA) e somas em um minuto (SM). A seguir apresentamos os resultados totais da Prova de Aritmética, e das tarefas somas em um minuto e estratégias e procedimentos de contagem e recuperação dos fatos aditivos básicos de memória.

A tabela 8.10 mostra que as avaliações PA e SM tiveram um aumento de pontuação estatisticamente significativa com a intervenção. Cabe destacar o aumento de pontuação na Prova de Aritmética, em que o tamanho de efeito padronizado (TEP) chegou a 4,07, com valor mínimo de 2,56, e máximo de 5,30, dentro da margem de erro, indicando resultado estatisticamente significativo (P<0,05). Os resultados das somas em um minuto apontaram um TEP de 1,61, com valor mínimo de 0,64 e máximo de 2,47, dentro da margem de erro, apontando para um resultado estatisticamente significativo (P< 0,05).

Tabela 8.10: Diferenças entre as duas avaliações do pré-teste e pós-teste dos alunos com moderadas dificuldades.

Avaliações	**M (DP)**	**TEP (IC 95%)**	**Valor do teste t (significância)** *
PA	8,43 (3,26)	4,07 (2,56 a 5,30)	6,843 (P< 0,05)*
SM	5,71 (5,31)	1,61 (0,64 a 2,47)	2,845 (P< 0,05)*

M (Média) e DP (Desvio padrão) entre as diferenças das avaliações, TEP (Tamanho de efeito padronizado), IC (Intervalo de confiança) de 95%, Teste t para amostras pareadas *Resultado estatisticamente significativo

8.2.1 Prova de Aritmética - alunos com moderadas dificuldades

Na tabela 8.11, apresentamos as estatísticas descritivas relativas ao escore total da Prova de Aritmética, tanto no pré-teste quanto no pós-teste, bem como o tempo que os alunos com moderadas dificuldades empregaram para a realização da prova.

Na tabela 8.11, observamos que no pré-teste o grupo dos sete alunos com moderadas dificuldades obteve na PA média de 40,57 com desvio padrão de 1,39. Ressaltamos que esses resultados, em comparação com os resultados da avaliação realizada por Capovilla, Montiel e Capovilla (2007) em que a média foi de 49,97, mostram que os alunos com moderadas dificuldades situavam-se entre 1 e 2 desvios padrão abaixo da média.

Tabela 8.11: Resultados totais da Prova de Aritmética dos alunos com moderadas dificuldades no pré-teste e pós-teste, tempo, média e desvio padrão.

Aluno	Pontos (Pré)	Pontos (Pós)	Tempo (Pré)	Tempo (Pós)
1. Jul	38	48	20 min	19 min
2. Nic	41	49	35 min	16 min
3. Vit	41	53	20 min	21 min
4. Eve	40	51	35 min	21 min
5. Art	42	46	31 min	24 min
6. Edu	40	50	33 min	21 min
7. Gus	42	46	36 min	26 min
MÉDIA	**40,57**	**49,00**	**30,00**	**21,14**
DP	**1,39**	**2,58**	**7,02**	**3,24**

A seguir, na tabela 8.12 apresentamos as estatísticas descritivas relativas ao escore de cada subteste da PA, realizada com os alunos com moderadas dificuldades tanto no pré-teste, quanto no pós-teste.

Tabela 8.12: Resultados por subteste da Prova de Aritmética dos alunos com moderadas dificuldades no pré-teste e pós-teste, média e desvio padrão.

Nome	Pré S1	Pós S1	Pré S2	Pós S2	Pré S3	Pós S3	Pré S4	Pós S4	Pré S5	Pós S5	Pré S6	Pós S6
1. Edu	10	10	5	5	4	4	9	14	8	13	4	4
2. Gus	10	9	5	6	4	4	11	11	11	13	1	3
3. Jul	9	10	8	8	4	4	9	14	7	11	1	4
4. Nic	9	8	5	5	4	4	13	14	8	11	2	4
5. Eve	10	10	10	7	1	4	9	15	8	11	2	2
6. Arth	10	9	5	5	4	4	10	13	10	8	3	2
7. Vit	9	10	5	10	4	3	11	15	9	11	3	4
MÉDIA	**9,58**	**9,42**	**6,14**	**6,58**	**3,58**	**3,85**	**10,29**	**13,71**	**8,71**	**11,14**	**2,29**	**3,29**
DP	**0,53**	**0,79**	**2,03**	**1,90**	**1,13**	**0,78**	**1,50**	**1,39**	**1,39**	**1,68**	**1,11**	**0,95**

S1 (subteste 1, pontuação máxima 10 pontos), S2 (subteste 2, pontuação máxima 10 pontos), S3 (subteste 3, pontuação máxima 4 pontos), S4 (subteste 4, pontuação máxima 16 pontos), S5 (subteste 5, pontuação máxima 16 pontos), S6 (subteste 6, pontuação máxima 4 pontos).

Na tabela 8.12, podemos observar que os resultados dos subtestes na PA, obtidos pelos alunos com moderadas dificuldades no pré-teste, demonstram que as médias dos subtestes 1 a 3 ficaram próximas do grupo de alunos avaliados Capovilla, Montiel e Capovilla (2007), e nos demais subtestes observamos diferenças maiores entre as médias.

Os alunos de nossa pesquisa apresentaram dificuldades no subteste 2, na escrita de sequências numéricas com erros de contagem de 3 em 3 na ordem decrescente. No subteste 4, na resolução de contas armadas envolvendo as quatro operações, verificamos dificuldades como erros de retorno na subtração (exemplo: 58 – 29) e erros na multiplicação com dois dígitos (exemplo: 26 x 14). Como a maioria dos alunos ainda não tinha visto a divisão em sala de aula, não efetuou os cálculos correspondentes. No subteste 5, na escrita de cálculos envolvendo as quatro operações apresentadas oralmente, as dificuldades encontradas foram as mesmas já apresentadas no subteste 4. No subteste 6, na solução de problemas escritos envolvendo cálculos simples com as quatro operações, os alunos erraram mais nos problemas de multiplicação e divisão, e apresentaram dificuldades de interpretação e erros de cálculos.

Os resultados totais da Prova de Aritmética no pós-teste indicaram avanços no desempenho dos alunos com a intervenção. Na tabela 8.11, observamos que no pós-teste os alunos com moderadas dificuldades obtiveram média de 49,00 com desvio padrão de 2,58. Ressaltamos que esse resultado em comparação com o pré-teste (MD 40,57) apontou diferença estatisticamente significativa ($t = 6,843$; $P<0,05$). Os resultados obtidos pelos alunos no pós-teste, em comparação com os resultados da avaliação realizada por Capovilla, Montiel e Capovilla (2007) em que a média foi de 49,97, indicou que todos os alunos com moderadas dificuldades passaram a situar-se entre a média e 1 desvio padrão, abaixo ou acima da média.

Na tabela 8.12, podemos observar os avanços obtidos pelos alunos com moderadas dificuldades em todos os subtestes na PA no pós-teste. As médias dos subtestes obtidas pelos alunos com moderadas dificuldades ficaram muito próximas do grupo avaliado por Capovilla, Montiel e Capovilla (2007). Verificamos que nos subtestes 4 e 5, a maioria dos alunos obteve erros na multiplicação e divisão com dois dígitos.

8.2.2 Somas em um minuto - alunos com moderadas dificuldades

Apresentamos, na tabela 8.13, as estatísticas descritivas relativas ao escore total da tarefa somas em um minuto dos alunos com moderadas dificuldades em matemática no pré-teste e pós-teste.

Tabela 8.13: Alunos com moderadas dificuldades, pontuação nas somas em um minuto no pré-teste e pós-teste.

Aluno	Pontos (Pré)	Pontos (Pós)
1. Jul	11	14
2. Nic	11	24
3. Vit	10	23
4. Eve	15	19
5. Art	16	19
6. Edu	21	20
7. Gus	15	20
MÉDIA	**14,14**	**19,85**
DP	**3,84**	**3,23**

Na tabela 8.13, é possível observar que no pré-teste a média dos alunos com moderadas dificuldades ficou em 14,14 com desvio padrão de 3,84. Em comparação com os resultados da avaliação realizada com os 74 alunos (MD 14,63; DP 3,85), observamos uma aproximação entre as médias.

No pré-teste, verificamos que a maioria dos alunos com moderadas dificuldades, durante a resolução dos fatos aditivos, utilizou alternadamente, as estratégias de contagem nos dedos, contagem interna, composição de parcelas e recuperação da memória.

Os resultados das somas em um minuto no pós-teste indicaram avanços no desempenho com a intervenção. Na tabela 8.13, é possível observar que no pós-teste, a média dos alunos com moderadas dificuldades ficou em 19,85 com desvio padrão de 3,23. Estes resultados, em comparação ao pré-teste, apontaram diferença estatisticamente significativa ($t = 3{,}750$; $P<0{,}05$).

No pós-teste, constatamos que a maioria dos alunos com moderadas dificuldades, durante a resolução dos fatos aditivos, passou a utilizar alternadamente processos apoiados na memória, como a composição de parcelas e a recuperação imediata.

8.2.3 Estratégias e procedimentos de contagem e de recuperação dos fatos aditivos básicos da memória - alunos com moderadas dificuldades

Na tabela 8.14, apresentamos os resultados qualitativos da tarefa estratégias e procedimentos de contagem e de recuperação dos fatos aditivos básicos da memória, dos alunos com moderadas dificuldades em matemática no pré e pós-teste. As estratégias utilizadas pelos alunos com graves dificuldades foram: contagem nos dedos (contar todos, contar a partir do menor e contar a partir do maior), decomposição e recuperação da memória.

Tabela 8.14: Alunos com moderadas dificuldades, pontuação no pré-teste e pós-teste das estratégias e procedimentos de contagem e de recuperação dos fatos aditivos da memória.

Aluno	**CVD**		**CI**		**DC**		**RM**		**Acertos**	
	Pré	**Pós**	**Pré**	**Pós**	**Pré**	**Pós**	**Pré**	**Pós**	**Pré**	**Pós**
1. Jul	3	1	8	9	-	-	3	4	14	13
2. Nic	1	-	9	4	-	3	4	8	14	14
3. Vit	-	-	3	1	4	4	7	9	14	14
4. Eve	14	-	-	9	-	-	-	5	12	14
5. Art	10	-	4	7	-	5	-	2	12	14
6. Edu	7	2	7	1	-	3	-	8	13	14
7. Gus	5	-	6	4	2	4	1	6	14	14

CVD: Contagem verbal usando os dedos; CI: Contagem interna; DC: Decomposição; RM: Recuperação da memória.

A pontuação total dessa tarefa é de 14 pontos, os 74 alunos obtiveram pontuação minima de 12 e máxima 14. Em relação às estratégias utilizadas pelos alunos observamos que 92% usou contagem verbal usando os dedos, 69% usou contagem interna, 28% usou a decomposição e 62% usou recuperação da memória.

Na tabela 8.14, podemos observar que no pré-teste os acertos ficaram entre 12 e 14 e no pós-teste a maioria dos alunos acertou todas as adições. Em relação às estratégias utilizadas observamos que no pré-teste 86% dos alunos com moderadas dificuldades utilizaram contagem verbal usando os dedos e no pós-teste, somente 29% dos alunos usaram essa estratégia. A estratégia de contagem interna foi utilizada por 86% dos alunos no pré-teste e 100% deles utilizaram no pós-teste. A decomposição foi usada no pré-teste por 29% dos alunos e no pós-teste por 71%. A recuperação da memória foi utilizada no pré-teste por 57% dos alunos e no pós-teste, 100% dos alunos utilizaram essa estratégia. Os resultados apontaram progressos dos alunos em todas as estratégias com o desenvolvimento da intervenção.

Os procedimentos utilizados pelos alunos com moderadas dificuldades foram: contar todos, contar a partir do menor e contar a partir do maior. a seguir apresentamos a comparação dos resultados do pré e pós-teste:

- Contar todos: no pré-teste, o procedimento de contar todos foi utilizado somente por 1 aluno na contagem verbal usando os dedos e no pós-teste nenhum aluno fez uso desse procedimento.

- Contar a partir do menor: no pré-teste, o procedimento contar a partir do menor foi utilizado por 2 alunos na contagem verbal usando os dedos e também por 1 aluno na contagem interna. No pós-teste apenas 1 aluno utilizou esse procedimento na contagem interna.

- Contar a partir do maior: no pré-teste, a contagem a partir do maior foi utilizada por 6 alunos na contagem verbal usando os dedos e também pelos mesmos 6 alunos durante a contagem interna. No pós-teste a contagem a partir do maior foi utilizada por 2 alunos na contagem verbal usando os dedos e por 6 alunos durante a contagem interna.

Após a apresentação dos resultados das avaliações realizadas com os alunos dos dois grupos, apresentamos os resultados referentes à prática pedagógica (intervenção). Iniciamos com os resultados dos alunos com graves dificuldades e após os resultados dos alunos com moderadas dificuldades.

8.3 RESULTADOS DA INTERVENÇÃO DOS ALUNOS COM GRAVES DIFICULDADES

Neste item, apresentamos os resultados da intervenção realizada com os alunos com graves dificuldades em matemática. Durante a intervenção, as atividades (Apêndice C) foram desenvolvidas em três blocos consecutivos, no primeiro bloco, foram desenvolvidos os encontros 1, 2, 3 e 4, com início em 25/08/2010 e término em 16/09/2010. No segundo bloco, foram desenvolvidos os encontros 5, 6, 7 e 8, com início em 22/09/2010 e término em 14/10/2010. No terceiro bloco, foram desenvolvidos os encontros 9, 10, 11 e 12, com início em 27/10/2010 e término em 25/11/2010. A seguir, mostramos o desempenho dos alunos com graves dificuldades na contagem, na resolução oral e escrita dos fatos aditivos, na consolidação e automatização de fatos aditivos, nas atividades de representação através de desenhos e adições na reta numérica e nas atividades com jogos matemáticos.

8.3.1 Desempenho dos alunos na contagem - alunos com graves dificuldades

Nessa atividade tínhamos como objetivo verificar quais estratégias de contagem eram utilizadas pelos alunos com graves dificuldades. Ao longo dos encontros os alunos realizaram contagens de 1 em 1, 2 em 2, 3 em 3, 4 em 4, 5 em 5 e 10 em 10. A seguir apresentamos os resultados das situações de contagens realizadas durante os encontros.

Inicialmente, a maioria dos alunos apresentou dificuldades nas contagens de 3 em 3 e de 4 em 4. Ao longo das intervenções foram realizadas diversas contagens e os alunos foram gradativamente criando estratégias mais sofisticadas, entretanto, a contagem um a um e apoio dos dedos ainda era utilizada em alguns momentos.

Contagem 1. Foi solicitado que os alunos realizassem contagens de 1 em 1 até 20; de 2 em 2 até 10; de 3 em 3 até 12 e de 5 em 5 até 30. No quadro 8.1 mostramos as contagens solicitadas e o desempenho dos alunos em relação à contagem.

Quadro 8.1. Desempenho dos alunos com graves dificuldades na contagem - bloco 1 parte 1.

Contagem	Sem problemas na sequência	Contagem um a um e uso dos dedos
1 em 1 até 20	12 alunos	-
2 em 2 até 10	11 alunos	1 aluno
3 em 3 até 12	7 alunos	5 alunos
5 em 5 até 30	11 alunos	1 aluno

Fonte: Dados da pesquisa

É possível verificar no quadro 8.1 que os alunos, na sua totalidade, realizaram fluentemente as contagens de 1 em 1, de 2 em 2 e de 5 em 5. Já as contagens de 3 em 3 foram realizadas pela maioria dos alunos (58%). Os demais (42%) permaneceram contando um a um e usando o apoio dos dedos.

Contagem 2. Foi solicitado que os alunos realizassem contagens de 2 em 2 até 10; de 3 em 3 até 12; de 4 em 4 até 12; de 5 em 5 até 50 e de 10 em 10 até 100. No quadro 8.2 mostramos as contagens solicitadas e o desempenho dos alunos em relação à contagem.

É possível observar no quadro 8.2 que, mesmo aumentando à complexidade da tarefa, a maioria dos alunos apresentou uma contagem fluente. A contagem de 3 em 3, para 42% dos alunos, de 4 em 4 para 50% dos alunos continuou sendo uma dificuldade.

Quadro 8.2. Desempenho dos alunos com graves dificuldades na contagem - bloco 1 parte 2.

Contagem	Sem problemas na sequência	Contagem um a um e uso dos dedos
2 em 2 até 10	11 alunos	1 aluno
3 em 3 até 12	7 alunos	5 alunos
4 em 4 até 12	6 alunos	6 alunos
5 em 5 até 50	8 alunos	4 alunos
10 em 10 até 100	10 alunos	2 alunos

Fonte: Dados da pesquisa

Contagem 3. Tendo em vista as dificuldades de contagem apresentadas, foi solicitado que os alunos realizassem contagens de 1 em 1 até 15; de 2 em 2 até 10 e de 3 em 3 até 12, utilizando materiais manipulativos (fichas). No quadro 8.3 mostramos as contagens solicitadas e o desempenho dos alunos em relação à contagem.

Quadro 8.3. Desempenho dos alunos com graves dificuldades na contagem - bloco 2.

Contagem	Sem problemas na sequência	Contagem um a um e uso dos dedos
1 em 1 até 15	12 alunos	-
2 em 2 até 10	8 alunos	4 alunos
3 em 3 até 12	8 alunos	4 alunos

Fonte: Dados da pesquisa

No quadro 8.3 é possível verificar que mesmo com material manipulativo, as dificuldades não foram resolvidas, pois alguns alunos (33%) nas contagens de 2 em 2 e de 3 em 3, realizaram contagens um a um com utilização de fichas e apoio dos dedos.

Contagem 4. Foi solicitado que os alunos realizassem contagens de 2 em 2 até 16; de 3 em 3 até 12; de 4 em 4 até 16 e de 5 em 5 até 50. No quadro 8.4, apresentamos as contagens solicitadas e o desempenho dos alunos em relação à contagem.

Quadro 8.4. Desempenho dos alunos com graves dificuldades na contagem - bloco 3.

Contagem	Sem problemas na sequência	Contagem um a um e uso dos dedos
2 em 2 até 16	11 alunos	1 aluno
3 em 3 até 12	12 alunos	-
4 em 4 até 16	7 alunos	5 alunos
5 em 5 até 50	10 alunos	2 alunos

Fonte: Dados da pesquisa

No quadro 8.4, podemos observar que as contagens de 2 em 2 para 92% dos alunos, de 3 em 3 para 100% dos alunos e de 5 em 5 para 83% deles tornaram-se fluentes. As contagens de 4 em 4 permaneceram sendo difíceis para 42% dos alunos.

8.3.2 Desempenho dos alunos na resolução oral e escrita dos fatos aditivos - alunos com graves dificuldades

Na resolução oral dos fatos aditivos, o objetivo foi verificar como os alunos com graves dificuldades resolviam as somas e quais as estratégias e procedimentos eram utilizados. Na resolução dos fatos aditivos por escrito, o objetivo foi verificar quantas somas os alunos resolviam corretamente.

Primeiro Bloco (encontros 1, 2, 3)

No primeiro bloco, foram realizadas somas orais com resultados entre 3 e 11, estando à disposição materiais manipulativos para representação.

Em todos os encontros, durante a realização das somas orais, todos os alunos utilizaram a estratégia de contagem verbal usando os dedos, e com apoio de materiais para representação.

Nas adições por escrito, sem materiais para representação, todos os alunos resolveram corretamente as somas nos dois primeiros encontros. No terceiro encontro, 42% dos alunos, procurando ser mais rápidos, erraram somas e precisaram de intervenção da pesquisadora para correção.

Segundo Bloco (encontros 5, 6, 7)

No segundo bloco foram introduzidas somas com resultados entre 9 e 11 (5º encontro), entre 10 e 12 (6º encontro) e entre 10 e 13 (7º encontro), estando à disposição materiais manipulativos para representação.

Nas somas orais, todos os alunos utilizaram materiais para representação; 25% dos alunos (5º encontro), 42% (6º encontro) e 67% (7º encontro) com a evolução das atividades passaram a utilizar alternadamente, as estratégias de contagem nos dedos, contagem interna e composição de parcelas. Os demais alunos permaneceram usando a contagem verbal com apoio de dedos e materiais manipulativos para representação.

O mesmo progresso se verificou nas adições por escrito, sem materiais para representação; 67% dos alunos (5º encontro), 83% (6º encontro) e 58% (7º encontro) resolveram corretamente as somas dos fatos aditivos. Alguns alunos, procurando ser mais rápidos, erraram somas e precisaram de intervenção.

Terceiro Bloco (encontros 9, 10, 11)

Nono encontro: foram realizadas somas de fatos aditivos com resultados entre 12 e 14, estando à disposição materiais manipulativos para representação. Nas somas orais, 75% dos alunos passaram a utilizar mais a contagem interna e composição de parcelas e menos a contagem nos dedos. Já 25% dos alunos usaram a estratégia de contagem verbal com apoio de dedos e de materiais manipulativos para representação. Nas somas por escrito, sem materiais para representação, 75% dos alunos resolveram corretamente as somas dos fatos aditivos, os demais (25%), procurando ser mais rápidos, erraram somas e precisaram de intervenção.

Décimo encontro: foram realizadas somas de fatos aditivos com resultados entre 12 e 15 estando à disposição materiais manipulativos para representação. Sendo adições mais complexas, nas somas orais, 58% dos alunos utilizaram, alternadamente, as estratégias de contagem nos dedos e contagem interna. O avanço aqui verificado foi o abandono dos materiais manipulativos por 42% dos alunos, que permaneceram utilizando a estratégia de contagem verbal usando os dedos. Nas somas por escrito, sem materiais para representação, 92% dos alunos resolveram corretamente as somas dos fatos aditivos, um aluno procurando ser mais rápido, errou uma soma e precisou de intervenção.

Décimo primeiro encontro: foram realizadas somas de fatos aditivos com resultados entre 14 e 16, estando à disposição materiais manipulativos para representação. Mesmo sendo as somas ainda mais complexas, todos os alunos dispensaram o apoio dos materiais manipulativos e utilizaram, alternadamente, as estratégias de contagem nos dedos e contagem interna. Um dos alunos utilizou a estratégia de recuperação da memória. Nas somas por escrito, sem materiais para representação, 75% dos alunos resolveram corretamente os fatos aditivos e 25% dos alunos, procurando mais rapidez, obtiveram alguns erros e precisaram de intervenção.

8.3.3 Desempenho dos alunos na consolidação e automatização de fatos aditivos - alunos com graves dificuldades

A atividade teve como objetivo consolidar e automatizar os fatos aditivos básicos, observar que estratégias os alunos com graves dificuldades utilizavam, e verificar quantas repetições eram usadas até lembrar toda a sequência. Ao longo dos encontros, foram realizadas atividades para a memorização da soma de fatos aditivos com resultados entre 6 e 16.

No início desta atividade foi possível verificar que os alunos precisaram de várias tentativas até conseguir lembrar toda a sequência. Como os alunos não criavam estratégias de memorização, não automatizavam os fatos aditivos. Ainda apresentavam dificuldades em relação ao todo e a parte, precisavam contar nos dedos, não controlavam os fatos já enunciados e os que faltavam enunciar. Gradativamente os alunos foram criando estratégias de memorização, por exemplo, passaram a compreender que, quando uma coluna aumenta, a outra diminui (ver quadros da Atividade 3, 1º Encontro, Apêndice C) e, consequentemente, o número de repetições realizadas foi diminuindo. A seguir apresentamos os resultados obtidos pelos alunos. No quadro 8.5, é possível verificar o progresso dos alunos nos três primeiros encontros.

No quadro 8.5, podemos observar que no primeiro encontro para automatização dos fatos aditivos, 33% dos alunos realizaram 1 repetição, 25% dos alunos realizaram 2 repetições e 42% deles realizaram 3 ou 4 repetições.

Quadro 8.5. Fatos aditivos e número de repetições utilizadas pelos alunos com graves dificuldades - bloco 1.

Consolidação e automatização de fatos aditivos	1 repetição	2 repetições	2 ou 3 repetições	3 ou 4 repetições
Encontro 1: somas para 6	4 alunos	3 alunos	-	5 alunos
Encontro 2: somas para 6	5 alunos	-	7 alunos	-
somas para 7	4 alunos	5 alunos	-	3 alunos
Encontro 3: somas para 6	8 alunos	-	-	4 alunos
somas para 7	2 alunos	-	9 alunos	1 aluno
somas para 8	3 alunos	-	9 alunos	-

Fonte: Dados da pesquisa

No segundo encontro, nas somas para chegar seis, 42% dos alunos realizaram 1 repetição e 58% deles realizaram 2 ou 3 repetições. Nas somas para chegar a sete, 33% dos alunos realizaram 1 repetição, 42% dos alunos precisaram de 2 repetições e 25% deles 3 ou 4 repetições.

No terceiro encontro, nas somas para chegar a seis, 67% dos alunos realizaram 1 repetição e 33% deles realizaram 3 ou 4 repetições. Nas somas para chegar a sete, 17% dos alunos realizaram 1 repetição e 75% deles realizaram 2 ou 3 repetições. Nas somas para chegar a oito, 25% dos alunos realizaram 1 repetição e 75% deles precisaram de 2 ou 3 repetições.

A seguir, mostramos os resultados obtidos pelos alunos nos encontros subsequentes e o número de repetições utilizadas. No quadro 8.6, é possível verificar o progresso dos alunos durante os encontros.

Quadro 8.6. Fatos aditivos e número de repetições utilizadas pelos alunos com graves dificuldades - bloco 2.

Consolidação e automatização de fatos aditivos	1 repetição	2 repetições	2 ou 3 repetições	3 ou 4 repetições
Encontro 5: somas para 6	11 alunos	1 aluno	-	-
somas para 7	11 alunos	-	-	1 aluno
somas para 8	7 alunos	-	5 alunos	-
Encontro 6: somas para 7	9 alunos	-	3 alunos	-
somas para 8	8 alunos	-	3 alunos	-
somas para 9	9 alunos		2 alunos	-
Encontro 7: somas para 8	10 alunos	1 aluno	-	-
somas para 9	7 alunos	4 alunos	-	-
somas para 10	9 alunos	2 alunos	-	-

Fonte: Dados da pesquisa

No quadro 8.6, podemos observar que no quinto encontro, nas somas para chegar a seis e a sete, 92% dos alunos realizaram 1 repetição. Nas somas para chegar a oito, 58% dos alunos realizaram 1 repetição e 42% deles precisaram de 2 ou 3 repetições.

No sexto encontro, nas somas para chegar sete, 75% dos alunos realizaram 1 repetição e 25% deles realizaram 2 ou 3 repetições. Nas somas para chegar a oito, 67% dos alunos realizaram 1 repetição e 25% dos alunos[2] realizaram 2 ou 3 repetições. Nas somas para chegar a nove, 75% dos alunos realizaram 1 repetição e 17% deles realizaram 2 ou 3 repetições.

No sétimo encontro, nas somas para chegar a oito, 83% dos alunos realizaram 1 repetição. Nas somas para chegar a nove, 58% dos alunos realizaram 1 repetição e 33% deles precisaram de 2 repetições. Nas somas para chegar a dez, 75% dos alunos, realizaram 1 repetição e 17% deles precisaram de 2 repetições.

A seguir, apresentamos os resultados obtidos pelos alunos nos encontros finais e o número de repetições utilizadas. No quadro 8.7, é possível verificar o progresso dos alunos durante os encontros.

Quadro 8.7. Fatos aditivos e número de repetições utilizadas pelos alunos com graves dificuldades - bloco 3.

[2]Devido à complexidade da tarefa, um aluno não realizou, no encontro 6, as somas para chegar a 8 e 9. Esse aluno não fez mais a atividade nos encontros seguintes. Portanto, a partir daqui o total de participantes nesta atividade passou a ser 11 alunos.

Consolidação e automatização de fatos aditivos	1 repetição	2 repetições
Encontro 9: somas para 9	11 alunos	-
somas para 10	11 alunos	-
Encontro 10: somas para 10	11 alunos	-
somas para 11	10 alunos	1 aluno
Encontro 11: somas para 12	10 alunos	1 aluno
somas para 13	11 alunos	-
Encontro 12: somas para 14	11 alunos	-
somas para 15	11 alunos	-
somas para 16	10 alunos	1 aluno

Fonte: Dados da pesquisa

No quadro 8.7, podemos observar que, no nono encontro, nas somas para chegar a nove e dez, 100% dos alunos realizaram 1 repetição.

No décimo encontro, nas somas para chegar a dez, 100% dos alunos, realizaram 1 repetição. Nas somas para chegar a onze, 91% dos alunos realizaram 1 repetição.

No décimo primeiro encontro, nas somas para chegar a doze, 91% dos alunos realizaram 1 repetição. Nas somas para chegar a treze, 100% dos alunos realizaram 1 repetição.

No décimo segundo encontro, nas somas para chegar a quatorze e quinze, 100% dos alunos realizaram 1 repetição. Nas com somas para chegar dezesseis, 91% dos alunos realizaram 1 repetição.

Com o desenvolvimento das atividades constata-se uma crescente diminuição do número de repetições, mesmo aumentando a complexidade das somas em questão.

8.3.4 Desempenho dos alunos nas atividades de representação através de desenhos e na reta numérica - alunos com graves dificuldades

8.3.4.1 Representações de fatos aditivos através de desenhos - alunos com graves dificuldades

A atividade teve como objetivo verificar se os alunos com graves dificuldades realizavam a representação dos fatos aditivos através de desenhos. Ao longo dos encontros, foram realizadas adições com resultados entre 5 e 16. A seguir, apresentamos as adições solicitadas e o número de intervenções da pesquisadora necessárias para que os alunos pudessem realizar a representação através de desenho.

Inicialmente, os alunos apresentaram dificuldades para representar os fatos aditivos através do desenho. Em alguns casos as representações não consideravam o todo e as partes. Por exemplo, para 5 + 1 desenhavam seis bolinhas, sem delimitar o conjunto com 5 bolinhas e o conjunto com 1 bolinha, ou para 4 + 2 desenhavam um conjunto com 4 elementos, um conjunto com 2 elementos e um outro conjunto com 6 elementos (ver figura no Apêndice E). Com as intervenções da pesquisadora, aos poucos passaram a ter um melhor entendimento. No quadro 8.8, é possível verificar o progresso dos alunos nos três primeiros encontros.

Inicialmente, os alunos não sabiam fazer representação de fatos aditivos através de desenhos. Como podemos observar no quadro 8.8, no primeiro encontro todos os alunos precisaram de 2 ou 3 intervenções. No segundo encontro, 50% dos alunos necessitaram de uma só explicação e no terceiro encontro, todos os alunos realizaram a representação através de desenhos após uma única explicação.

Quadro 8.8. Desempenho dos alunos com graves dificuldades para representação de fatos aditivos através de desenhos - bloco 1.

Adições	Desenho após 1 explicação	Desenho com 2 ou 3 intervenções
Encontro 1: somas entre 5 e 6 (3 + 2)	-	12 alunos
Encontro 2: somas para 7 (1 + 6)	6 alunos	6 alunos
Encontro 3: somas entre 8 e 9 (5 + 3)	12 alunos	-

Fonte: Dados da pesquisa

A seguir, apresentamos os fatos aditivos solicitados nos encontros subsequentes e o número de intervenções necessárias para que os alunos pudessem realizar a representação através de desenho. No quadro 8.9, é possível verificar o progresso dos alunos durante os encontros.

Quadro 8.9. Desempenho dos alunos com graves dificuldades para representação de fatos aditivos através de desenhos - bloco 2.

Adições	Desenho sem explicação	Desenho após 1 ou 2 intervenções
Encontro 5: somas entre 9 e 11 (7 + 2)	7 alunos	5 alunos
Encontro 6: somas entre 6 e 12 (3 + 2 + 1)	8 alunos	4 alunos
Encontro 7: somas entre 10 e 12 (2 + 2 + 6)	10 alunos	2 alunos

Fonte: Dados da pesquisa

Como podemos verificar no quadro 8.9, no quinto encontro, um número significativo de alunos (58%) não precisou de explicações para fazer representação através de desenhos, mas 42% dos alunos precisaram de 1 ou 2 intervenções. No sexto encontro, 67% dos alunos não precisou de explicação, os demais (33%) precisaram de 1 ou 2 intervenções. No sétimo encontro, a maioria dos alunos (83%) não precisou de explicações, mas 17% dos alunos precisaram de 1 ou 2 intervenções.

A seguir, apresentamos as adições solicitadas nos encontros finais e o número de intervenções necessárias para que os alunos com graves dificuldades pudessem realizar a representação através de desenho. No quadro 8.10, é possível verificar o progresso dos alunos nos encontros.

Como podemos verificar no quadro 8.10, no nono encontro, 67% dos alunos não precisaram de explicações para realizar representação através de desenhos, os demais (33%) precisaram de 1 ou 2 intervenções. No décimo encontro, a maior parte dos alunos (83%) não precisou de explicações, os demais (17%) precisaram de 1 ou 2 intervenções. No décimo primeiro encontro, 75% dos alunos não precisaram de explicações e 25% dos alunos precisaram de 1 ou 2 intervenções.

Quadro 8.10. Desempenho dos alunos com graves dificuldades para representação de fatos aditivos através de desenhos - bloco 3.

Adições	Desenho sem explicação	Desenho após 1 ou 2 intervenções
Encontro 9: somas entre 13 e 14 (6 + 7)	8 alunos	4 alunos
Encontro 10: somas entre 14 e 16 (6 + 8)	10 alunos	2 alunos
Encontro 11: somas para 16 (3 + 8 + 5)	9 alunos	3 alunos

Fonte: Dados da pesquisa

8.3.4.2 Representações das adições na reta numérica - alunos com graves dificuldades

A atividade teve como objetivo verificar se os alunos com graves dificuldades realizavam a representação das adições na reta numérica. Ao longo dos encontros, foram realizadas somas com resultados entre 5 e 15. Como os alunos apresentaram dificuldades de compreensão, foram desenvolvidas várias atividades envolvendo a identificação de numerais indicados pela pesquisadora, representação da quantidade através de desenhos e uso de régua. A seguir, apresentamos as adições solicitadas e o número de intervenções necessárias para que os alunos pudessem realizar as adições na reta numérica.

Inicialmente, a maioria dos alunos apresentou dificuldades para compreensão e resolução das adições na reta numérica. Como por exemplo, para resolução de 3 + 7 marcavam na reta numérica somente os números 3 e 7 e não consideravam o resultado (ver imagens no Apêndice E). Após várias demonstrações, a maioria dos alunos passou a representar as adições na reta sem precisar explicações. No quadro 8.11, é possível verificar o progresso dos alunos nos três primeiros encontros.

Quadro 8.11. Desempenho dos alunos com graves dificuldades nas adições da reta numérica - bloco 1.

Adições	Representação após 1 explicação	Representação com 2 ou 3 intervenções
Encontro 1 (4 + 2)	3 alunos	9 alunos
Encontro 2 (6 + 2)	1 aluno	11 alunos
Encontro 3 (4 + 5)	3 alunos	9 alunos

Fonte: Dados da pesquisa

Como podemos verificar no quadro 8.11, no primeiro encontro, as adições na reta numérica foram realizadas por 25% dos alunos após 1 explicação. Já, a maioria dos alunos (75%) precisou de 2 ou 3 intervenções. No segundo encontro, apenas um aluno realizou as adições na reta numérica após 1 explicação, os demais (92%) precisaram de 2 ou 3 intervenções. No terceiro encontro, 25% dos alunos realizaram as adições na reta numérica após 1 explicação, os demais (75%) precisaram de 2 ou 3 intervenções.

A seguir, apresentamos os fatos aditivos solicitados nos encontros subsequentes e o número de intervenções necessárias para que os alunos com graves dificuldades pudessem realizar a representação das adições na reta numérica. No quadro 8.12, é possível verificar o progresso dos alunos nos encontros.

Quadro 8.12. Desempenho dos alunos com graves dificuldades nas adições da reta numérica - bloco 2.

Adições	Representação sem explicação	Representação após 1 ou 2 intervenção	Representação após 2 ou 3 intervenção
Encontro 5 (4 + 5)	-	-	12 alunos
Encontro 6 (7 + 3)	5 alunos	7 alunos	-
Encontro 7 (3 + 2 + 5)	-	12 alunos	-

Fonte: Dados da pesquisa

Como podemos observar no quadro 8.12, no quinto encontro, todos os alunos precisaram de 2 ou 3 intervenções para representação das adições na reta numérica. No sexto encontro, 42% dos alunos, não precisaram de explicações os demais (58%) precisaram de 1 ou 2 intervenções. No sétimo encontro, todos os alunos precisaram de 1 ou 2 intervenções.

A seguir, apresentamos as adições solicitadas nos encontros finais e o número de intervenções necessárias para que os alunos com graves dificuldades pudessem realizar a representação das adições na reta numérica. No quadro 8.13, é possível verificar o progresso dos alunos nos encontros.

Quadro 8.13. Desempenho dos alunos com graves dificuldades nas adições da reta numérica - bloco 3.

Adições	Representação sem explicação	Representação após 1 intervenção
Encontro 9 (3 + 10)	6 alunos	6 alunos
Encontro 10 (7 + 5)	9 alunos	3 alunos
Encontro 11 (10 + 5)	8 alunos	4 alunos

Fonte: Dados da pesquisa

Mesmo com a complexidade da tarefa é possível constatar no quadro 8.13, uma evolução no desempenho dos alunos. No nono encontro, a metade dos alunos não precisou de explicações para representação da adição na reta numérica, e os demais (50%) precisaram de apenas 1 intervenção. No décimo encontro, a maioria dos alunos (75%) não precisou de explicações, e os demais (25%) precisaram de apenas 1 intervenção. No décimo primeiro encontro, a maior parte dos alunos (67%) não precisou de explicações, mas 33% deles precisaram de 1 intervenção.

8.3.5 Desempenho dos alunos no jogo matemático - alunos com graves dificuldades

A atividade com jogos matemáticos teve como objetivo facilitar o armazenamento e a automatização dos fatos aditivos. Utilizamos um jogo matemático ao final de cada bloco, ou seja, no quarto, oitavo e décimo segundo encontro. Ao longo dos encontros, foram realizadas somas de fatos aditivos com resultados entre 5 e 16. A seguir, apresentamos os resultados das situações-problema conforme protocolo (Apêndice D), e das situações do jogo matemático realizadas nos encontros (Anexo D).

a) Quarto encontro: Resolução de fatos aditivos com somas entre 5 e 12

Na primeira situação-problema, o objetivo era verificar se os alunos manipulavam o material do jogo matemático[3] (32 "escadas", com números de 0 a 5; 30 fichas e 20 "botões") e se identificavam os diferentes valores apresentados nas peças. Verificamos que apenas um aluno manuseou todo o material e identificou os diferentes valores, 42% dos alunos manusearam as peças e identificaram alguns valores, 50% dos alunos manusearam algumas peças e não identificaram nenhum valor.

Na segunda situação-problema, verificamos as sugestões dos alunos em relação ao uso do material (peças do jogo), observamos a realização de somas por escrito e a representação de algumas peças através de desenhos. Em relação ao uso do material, 33% dos alunos disseram que poderiam fazer "contas" com os números constantes nas peças e a maioria deles (67%) disseram que poderiam brincar e fazer desenhos. Todos os alunos representaram as peças através de desenhos e realizaram as adições por escrito.

Na terceira situação-problema, verificamos as estratégias utilizadas pelos alunos durante a resolução das adições. No quadro 8.14 mostramos exemplos dos fatos aditivos e

[3]Jogo Habical 0.1 da coleção Athurma.

as estratégias utilizadas pelos alunos com graves dificuldades.

Como podemos observar no quadro 8.14, para a resolução das duas primeiras adições, a maior parte dos alunos (83%) utilizou alternadamente a estratégia de contagem nos dedos, contagem interna e composição de parcela. O demais (17%) utilizaram a recuperação da memória. Para a resolução da última adição, a maioria dos alunos (92%) utilizou alternadamente a estratégia de contagem nos dedos, contagem interna e composição de parcela, e apenas 1 aluno utilizou a recuperação da memória.

Quadro 8.14. Fatos aditivos, estratégias de contagem e processos de memória dos alunos com graves dificuldades - bloco 1.

Adições	Uso de dedos / contagem interna / composição de parcela	Recuperação da memória
Exemplo: 4 + 5 + 1 + 2	10 alunos	2 alunos
Exemplo: 2 + 2 + 0 + 1	10 alunos	2 alunos
Exemplo: 3 + 2 + 1 + 5	11 alunos	1 aluno

Fonte: Dados da pesquisa

Na quarta situação-problema propusemos que os alunos realizassem as jogadas de acordo com as regras do jogo. Durante a realização das jogadas, verificamos que a metade dos alunos utilizaram a estratégia de contagem verbal usando os dedos e os demais utilizaram alternadamente contagem nos dedos e contagem interna.

b) Oitavo encontro: Resolução de fatos aditivos com somas entre 9 e 11

No oitavo encontro, o jogo matemático[4] trabalhado com os alunos com graves dificuldades era composto por números entre 0 e 5 e somas com resultados entre 9 e 11. A seguir, apresentamos os resultados das situações-problema conforme protocolo.

Na primeira situação-problema, observamos que a maior parte dos alunos (58%) manusearam todo o material e identificaram os diferentes valores, os demais (42%) manusearam as peças e identificaram alguns valores. Na segunda situação-problema, verificamos que todos os alunos representaram as peças através de desenhos e realizaram as adições por escrito.

Na terceira situação-problema, observamos as estratégias utilizadas pelos alunos durante a resolução das adições. No quadro 8.15 apresentamos exemplos dos fatos aditivos e as estratégias utilizadas pelos alunos com graves dificuldades.

Quadro 8.15. Fatos aditivos, estratégias de contagem e processos de memória dos alunos com graves dificuldades - bloco 2.

[4]Jogo matemático, versão 1, adaptado do jogo Habical 0.1.

Adições	Uso de dedos / contagem interna / composição de parcela	Recuperação da memória
Exemplo: 4 + 2 + 0 + 4	8 alunos	4 alunos
Exemplo: 4 + 1 + 2 + 3	9 alunos	3 alunos
Exemplo: 3 + 4 + 1 + 1	10 alunos	2 alunos

Fonte: Dados da pesquisa

O quadro 8.15, mostra que os alunos (67% na primeira adição, 75% na segunda e 83% na terceira) utilizaram alternadamente a estratégia de contagem nos dedos, contagem interna e composição. Os demais alunos (33% na primeira adição, 25% na segunda e 17% na terceira) utilizaram a recuperação da memória.

Na quarta situação-problema durante o desenvolvimento do jogo matemático, todos os alunos utilizaram, alternadamente, as estratégias de contagem verbal usando os dedos, contagem interna e composição de parcela.

c) Décimo segundo encontro: Resolução de fatos aditivos com somas entre 14 e 16

No décimo segundo encontro, o jogo matemático[5] trabalhado com os alunos com graves dificuldades era composto por números entre 0 e 7 e somas com resultados entre 14 e 16. A seguir, apresentamos os resultados das situações-problema conforme protocolo. Na primeira situação-problema, os alunos manusearam todo o material e identificaram os diferentes valores. Na segunda situação-problema todos os alunos representaram as peças através de desenhos e realizaram as adições por escrito. Na terceira situação-problema, verificamos que estratégias eram utilizadas pelos alunos durante a resolução das adições. No quadro 8.16 apresentamos exemplos dos fatos aditivos e as estratégias utilizadas pelos alunos com graves dificuldades.

Quadro 8.16. Fatos aditivos, estratégias de contagem e processos de memória dos alunos com graves dificuldades - bloco 3.

Adições	Uso de dedos / contagem interna / composição de parcela	Recuperação da memória
Exemplo: 7 + 4 + 3 + 0	8 alunos	4 alunos
Exemplo: 4 + 6 + 3 + 2	9 alunos	3 alunos
Exemplo: 1 + 6 + 5 + 4	12 alunos	-

Fonte: Dados da pesquisa

Com o aumento da complexidade da tarefa 67% dos alunos na primeira adição, 75% na segunda adição e todos na terceira adição, utilizaram alternadamente a estratégia de

[5]Jogo matemático, versão 2, adaptado do jogo Habical 0.1

contagem nos dedos, contagem interna e composição de parcela. A recuperação da memória foi utilizada por 33% dos alunos na primeira adição e por 25% deles na segunda adição.

Na quarta situação-problema durante a realização do jogo matemático, constatamos que 83% dos alunos utilizaram, alternadamente, as estratégias de contagem nos dedos, contagem interna e composição de parcela. Já 17% dos alunos utilizaram, alternadamente, as estratégias de contagem interna, composição de parcela e recuperação imediata.

Após a apresentação dos resultados da intervenção realizada pelos alunos com graves dificuldades, passamos aos resultados dos alunos com moderadas dificuldades.

8.4 RESULTADOS DA INTERVENÇÃO DOS ALUNOS COM MODERADAS DIFICULDADES

Neste item apresentamos a análise dos resultados referentes à intervenção realizada com os alunos com moderadas dificuldades na matemática. Conforme já apresentamos anteriormente (seção 8.3), as atividades foram desenvolvidas em três blocos consecutivos, no primeiro bloco ocorreram os encontros 1, 2, 3 e 4; no segundo bloco os encontros 5, 6, 7, e 8; e no terceiro bloco os encontros 9, 10, 11 e 12. A seguir, apresentamos o desempenho dos alunos com moderadas dificuldades na contagem, na resolução oral e escrita dos fatos aditivos, na consolidação e automatização de fatos aditivos, nas atividades de representação através de desenhos e adições na reta numérica, e atividades com jogos matemáticos.

8.4.1 Desempenho dos alunos na contagem - alunos com moderadas dificuldades

Nesta atividade, tínhamos como objetivo verificar quais estratégias de contagem eram utilizadas pelos alunos. Ao longo dos encontros os alunos com moderadas dificuldades realizaram contagens de 1 em 1, 2 em 2, 3 em 3, 4 em 4, 5 em 5 e 10 em 10.

Com o desenvolvimento da atividade observamos que a maioria dos alunos apresentou facilidades na contagem. Poucos alunos apresentaram dificuldades nas contagens de 3 em 3 e de 4 em 4 e gradativamente foram criando estratégias mais eficientes. A seguir apresentamos resultados das contagens realizadas durante os encontros.

Contagem 1. Foi solicitado que os alunos realizassem contagens de 1 em 1 até 20; de 2 em 2 até 10; de 3 em 3 até 12 e de 5 em 5 até 30. No quadro 8.17 apresentamos as contagens solicitadas e o desempenho dos alunos.

Quadro 8.17. Desempenho dos alunos com moderadas dificuldades na contagem - bloco

1 parte 1.

Contagem	Sem problemas na sequência	Contagem um a um e uso dos dedos
1 em 1 até 20	7 alunos	-
2 em 2 até 10	7 alunos	-
3 em 3 até 12	6 alunos	1 aluno
5 em 5 até 30	7 alunos	-

Fonte: Dados da pesquisa

No quadro 8.17 é possível observar que todos os alunos realizaram a contagem de 1 em 1, de 2 em 2 e de 5 em 5 sem apresentar dificuldades. A contagem de 3 em 3 foi realizada sem dificuldades por 86% dos alunos. Apenas um aluno realizou contagem um a um e uso de dedos.

Contagem 2. Foi solicitado que os alunos realizassem contagens de 2 em 2 até 10; de 3 em 3 até 12; de 4 em 4 até 12; de 5 em 5 até 50 e de 10 em 10 até 100. No quadro 8.18 apresentamos as contagens solicitadas e o desempenho dos alunos em relação à contagem.

Quadro 8.18. Desempenho dos alunos com moderadas dificuldades na contagem - bloco 1 parte 2.

Contagem	Sem problemas na sequência	Contagem um a um e uso dos dedos
2 em 2 até 10	7 alunos	-
3 em 3 até 12	6 alunos	1 aluno
4 em 4 até 12	6 alunos	1 aluno
5 em 5 até 50	7 alunos	-
10 em 10 até 100	7 alunos	-

Fonte: Dados da pesquisa

É possível observar no quadro 8.18 que todos os alunos realizaram a contagem de 2 em 2, de 5 em 5 e de 10 em 10 sem apresentar dificuldades. A contagem de 3 em 3 e de 4 em 4 foi realizada por 86% dos alunos. Apenas um aluno utilizou a contagem um a um e apoio dos dedos.

Contagem 3. Foi solicitado que os alunos realizassem contagens de 1 em 1 até 15; de 2 em 2 até 10 e de 3 em 3 até 12, utilizando materiais manipulativos (fichas). No quadro 8.19 mostramos as contagens solicitadas e o desempenho dos alunos em relação à contagem.

Quadro 8.19. Desempenho dos alunos com moderadas dificuldades na contagem - bloco 2.

Contagem	Sem problemas na sequência	Contagem um a um e uso dos dedos
1 em 1 até 15	7 alunos	-
2 em 2 até 10	5 alunos	2 alunos
3 em 3 até 12	5 alunos	2 alunos

Fonte: Dados da pesquisa

No quadro 8.19 é possível verificar que todos os alunos realizaram corretamente a contagem das 15 fichas. Salientamos que nas atividades anteriores a maioria dos alunos não apresentou dificuldades nas contagens de 2 em 2 e de 3 em 3. No entanto, com as fichas alguns deles (29%) na contagem de 2 em 2 chegaram até 4, na contagem de 3 em 3 chegaram até 9, depois separaram as fichas um a um e utilizaram o apoio dos dedos para a contagem.

Contagem 4. Foi solicitado que os alunos realizassem contagens de 2 em 2 até 16; de 3 em 3 até 12; de 4 em 4 até 16 e de 5 em 5 até 50. No quadro 8.20 mostramos as contagens solicitadas e o desempenho dos alunos em relação à contagem.

Quadro 8.20. Desempenho dos alunos com moderadas dificuldades na contagem - bloco 3.

Contagem	Sem problemas na sequência	Contagem um a um e uso dos dedos
2 em 2 até 16	7 alunos	-
3 em 3 até 12	7 alunos	-
4 em 4 até 16	5 alunos	2 alunos
5 em 5 até 50	7 alunos	-

Fonte: Dados da pesquisa

No quadro 8.20 podemos observar que todos os alunos realizaram contagem de 2 em 2, de 3 em 3 e de 5 em 5 sem apresentar dificuldades. A contagem de 4 em 4 foi realizada pela maioria dos alunos (71%), os demais (29%) após 12, usaram os dedos e realizaram contagem um a um.

8.4.2 Desempenho dos alunos na resolução oral e escrita dos fatos aditivos - alunos com moderadas dificuldades

Na resolução oral dos fatos aditivos, o objetivo foi verificar como os alunos com moderadas dificuldades resolviam as somas e quais as estratégias de contagem e procedimentos eram utilizadas. Na resolução dos fatos aditivos por escrito, o objetivo foi verificar quantas somas os alunos resolviam corretamente.

Primeiro Bloco (encontros 1, 2, 3)

No primeiro bloco, foram realizadas somas orais com resultados entre 3 e 11, estando à disposição materiais manipulativos para representação.

Em todos os encontros, durante a realização das somas orais, todos os alunos utilizaram a estratégia de contagem verbal usando os dedos com apoio de materiais para representação.

Nas adições por escrito, sem materiais para representação, todos os alunos resolveram corretamente as somas nos dois primeiros encontros. Já, no terceiro encontro, 86% dos alunos resolveram corretamente as adições e apenas um aluno errou somas e precisou de intervenção da pesquisadora para a correção.

Segundo Bloco (encontros 5, 6, 7)

No segundo bloco foram realizadas somas com resultados entre 9 e 11 (5º encontro), entre 10 e 12 (6º encontro) e entre 10 e 13 (7º encontro) estando à disposição materiais manipulativos para representação.

Nas somas orais, todos os alunos abandonaram o uso de materiais para representação. Com a evolução das atividades todos os alunos passaram a utilizar alternadamente, as estratégias de contagem nos dedos, contagem interna e composição de parcelas.

O mesmo progresso se verificou nas adições por escrito, sem materiais para representação; 57% dos alunos (5º encontro), 86% (6º encontro) e 43% (7º encontro) resolveram corretamente as somas. Alguns alunos, procurando ser mais rápidos, erraram somas e precisaram de intervenção.

Terceiro Bloco (encontros 9, 10, 11)

Nono encontro: foram realizadas somas com resultados entre 12 e 14, estando à disposição materiais manipulativos para representação. Nas somas orais, 43% dos alunos passaram a utilizar mais as estratégias de contagem interna e composição de parcelas e não utilizaram a contagem nos dedos, os demais (57%) passaram a utilizar a estratégia de recuperação da memória. Nas adições por escrito, sem materiais para representação, 71% dos alunos resolveram corretamente as somas dos fatos aditivos, e os demais (29%), procurando ser mais rápidos, erraram somas e precisaram de intervenção.

Décimo encontro: foram realizadas adições com resultados entre 12 e 15, estando à disposição materiais manipulativos para representação. Nas adições orais, todos os alunos utilizaram, alternadamente, as estratégias de contagem interna e de recuperação da memória. Nas adições por escrito, sem materiais para representação, 71% dos alunos resolveram corretamente as somas dos fatos aditivos, e os demais (29%), procurando ser mais rápidos, erraram somas e precisaram de intervenção.

Décimo primeiro encontro: foram realizadas adições com resultados entre 14 e 16 estando à disposição materiais para representação. Nas adições orais, todos os alunos utilizaram, alternadamente, as estratégias de contagem interna, decomposição e recuperação da memória. Nas adições por escrito, sem materiais para representação, todos os alunos resolveram corretamente os fatos aditivos sem precisar de intervenção.

8.4.3 Desempenho dos alunos na consolidação e automatização de fatos aditivos - alunos com moderadas dificuldades

A atividade teve como objetivo consolidar e automatizar os fatos aditivos, observar quais estratégias os alunos com moderadas dificuldades utilizavam, e verificar quantas repetições eram feitas até lembrar toda a sequência. Ao longo dos encontros foram realizadas adições com resultados entre 6 e 16. A seguir, apresentamos os resultados obtidos pelos alunos.

Inicialmente a maioria dos alunos utilizava mais de uma repetição porque não conseguiam lembrar toda a sequência. Como os alunos não criavam estratégias de memorização, não automatizavam os fatos aditivos. Ainda apresentavam dificuldades em relação ao todo e a parte, precisavam contar nos dedos, não controlavam os fatos já enunciados e os que faltavam enunciar.

Aos poucos, foram criando estratégias de memorização, por exemplo, passaram a compreender que quando uma coluna aumenta a outra diminui (ver quadros da Atividade 3, 1º Encontro, Apêndice C), e assim o número de repetições foi diminuindo gradativamente. No quadro 8.21, é possível verificar o progresso dos alunos nos três primeiros encontros. Ainda podemos observar que no primeiro encontro para automatização dos fatos aditivos, 57% dos alunos realizaram 1 repetição e 43% deles realizaram 2 ou 3 repetições.

Quadro 8.21. Fatos aditivos e número de repetições utilizadas pelos alunos com moderadas dificuldades - bloco 1.

Consolidação e automatização de fatos aditivos	1 repetição	2 repetições	2 ou 3 repetições	3 ou 4 repetições
Encontro 1: somas para 6	4 alunos	-	3 alunos	-
Encontro 2: somas para 6	3 alunos	4 alunos	-	-
somas para 7	2 alunos	3 alunos	-	2 alunos
Encontro 3: somas para 6	5 alunos	-	-	2 alunos
somas para 7	6 alunos	1 aluno	-	-
somas para 8	3 alunos	-	4 alunos	-

Fonte: Dados da pesquisa

No segundo encontro, nas somas para chegar seis, 43% dos alunos realizaram 1 repetição e 57% deles realizaram 2 ou 3 repetições. Nas somas para chegar a sete, 29% dos alunos realizaram 1 repetição, 43% deles realizaram 2 repetições e 29% precisaram de 3 ou 4 repetições.

No terceiro encontro, nas somas para chegar a seis, 71% dos alunos realizaram 1 repetição e 29% deles realizaram 3 ou 4 repetições. Nas somas para chegar a sete, 86% dos alunos realizaram 1 repetição e um aluno realizou 2 repetições. Nas somas para chegar a oito, 43% dos alunos realizaram 1 repetição e 57% deles precisaram de 2 ou 3 repetições.

A seguir, apresentamos os resultados obtidos pelos alunos nos encontros subsequentes e o número de repetições utilizadas. No quadro 8.22, é possível verificar o progresso dos alunos durante os encontros.

Quadro 8.22. Fatos aditivos e número de repetições utilizadas pelos alunos com moderadas dificuldades - bloco 2.

Consolidação e automatização de fatos aditivos	1 repetição	2 repetições	2 ou 3 repetições
Encontro 5: somas para 6	7 alunos	-	-
somas para 7	5 alunos	2 alunos	-
somas para 8	6 alunos	1 aluno	-
Encontro 6: somas para 7	7 alunos	-	-
somas para 8	5 alunos	-	2 alunos
somas para 9	5 alunos	2 alunos	-
Encontro 7: somas para 8	7 alunos	-	-
somas para 9	7 alunos	-	-
somas para 10	6 alunos	1 aluno	-

Fonte: Dados da pesquisa

No quadro 8.22, podemos observar que no quinto encontro, 100% dos alunos utilizaram 1 repetição. Nas somas para chegar a sete, a maioria dos alunos (71%) realizou 1 repetição e 29% deles precisaram de 2 repetições. Nas somas para chegar a oito, a maioria dos alunos (86%) realizou 1 repetição e um aluno precisou de 2 repetições.

No sexto encontro, nas somas para chegar sete, 100% dos alunos realizaram 1 repetição. Nas somas para chegar a oito e a nove a maioria dos alunos (71%) realizou 1 repetição e 29% deles realizaram 2 ou 3 repetições.

No sétimo encontro, nas somas para chegar a oito e a nove, 100% dos alunos realizaram 1 repetição. Nas somas para chegar a dez, a maioria dos alunos (86%) realizou 1 repetição e apenas um aluno precisou de 2 repetições.

A seguir, mostramos os resultados obtidos pelos alunos nos encontros finais e o número de repetições utilizadas. No quadro 8.23, é possível verificar o progresso dos alunos durante os encontros.

No quadro 8.23, todos os alunos com moderadas dificuldades utilizaram 1 repetição para lembrar toda a sequência. Esses resultados demonstram progressos na consolidação e automatização dos fatos aditivos básicos.

Quadro 8.23. Fatos aditivos e número de repetições utilizadas pelos alunos com moderadas dificuldades - bloco 3.

Consolidação e automatização de fatos aditivos	1 repetição
Encontro 9: somas para 9	7 alunos
somas para 10	7 alunos
Encontro 10: somas para 10	7 alunos
somas para 11	7 alunos
Encontro 11: somas para 12	7 alunos
somas para 13	7 alunos
Encontro 12: somas para 14	7 alunos
somas para 15	7 alunos
somas para 16	7 alunos

Fonte: Dados da pesquisa

8.4.4 Desempenho dos alunos nas atividades de representação através de desenhos e na reta numérica - alunos com moderadas dificuldades

8.4.4.1 Representações de fatos aditivos através de desenhos - alunos com moderadas dificuldades

A atividade teve como objetivo verificar se os alunos com moderadas dificuldades realizavam a representação dos fatos aditivos através de desenhos. Ao longo dos encontros, foram realizadas adições com resultados entre 5 e 16.

Inicialmente, os alunos apresentaram dificuldades para representar os fatos aditivos através do desenho. Por exemplo, para 3 + 3 alguns alunos desenharam seis elementos dentro do conjunto, mas não delimitaram os subconjuntos. Com as intervenções, a maioria dos alunos passou a ter um melhor entendimento e não necessitaram de intervenções. A seguir, apresentamos as adições solicitadas e o número de intervenções necessárias para que os alunos pudessem realizar a representação através de desenho. No quadro 8.24 é possível verificar o progresso dos alunos nos três primeiros encontros.

Inicialmente, os alunos não sabiam fazer representação de fatos aditivos através de desenhos. No quadro 8.24 podemos observar que no primeiro encontro 29% dos alunos realizaram a representação através de desenhos após 1 explicação, os demais (71%) precisaram de 2 ou 3 intervenções.

Quadro 8.24. Desempenho dos alunos com moderadas dificuldades na representação de fatos aditivos através de desenhos - bloco 1.

Adições	Desenho após 1 explicação	Desenho com 1 intervenção	Desenho com 2 ou 3 intervenções
Encontro 1: somas entre 5 e 6 (3 + 2)	2 alunos		5 alunos
Encontro 2: somas para 7 (1 + 6)	6 alunos	1 aluno	-
Encontro 3: somas entre 8 e 9 (5 + 3)	7 alunos	-	-

Fonte: Dados da pesquisa

No segundo encontro, 86% dos alunos realizaram a representação através de desenhos após 1 explicação e apenas um aluno precisou de intervenção. No terceiro encontro, todos os alunos realizaram a representação através de desenhos após 1 explicação.

A seguir, mostramos as adições solicitadas nos encontros subsequentes e o número de intervenções necessárias para que os alunos com moderadas dificuldades pudessem realizar a representação através de desenho. No quadro 8.25, é possível verificar o progresso dos alunos durante os encontros.

Quadro 8.25. Desempenho dos alunos com moderadas dificuldades na representação de fatos aditivos através de desenhos - bloco 2.

Adições	Desenho sem explicação	Desenho após 1 ou 2 intervenções
Encontro 5: somas entre 9 e 11 (7 + 2)	7 alunos	-
Encontro 6: somas entre 6 e 12 (3 + 2 + 1)	5 alunos	2 alunos
Encontro 7: somas entre 10 e 12 (2 + 2 + 6)	6 alunos	1 aluno

Fonte: Dados da pesquisa

No quadro 8.25, podemos observar que no quinto encontro, nenhum aluno precisou de explicações para a representação através de desenhos. No sexto encontro, a maioria dos alunos (71%) realizou a representação através de desenhos sem precisar de explicação, os demais (29%) precisaram de 1 ou 2 intervenções. No sétimo encontro, a maioria dos alunos (86%) não precisou de explicações para a representação através de desenhos e apenas um aluno precisou de 1 intervenção.

A seguir, apresentamos as adições solicitadas nos encontros finais e o número de intervenções necessárias para que os alunos com moderadas dificuldades pudessem realizar a representação através de desenho. No quadro 8.26, é possível verificar o progresso dos alunos nos encontros.

Mesmo com a complexidade da tarefa, podemos observar no quadro 8.26 que, nos nono e décimo encontros, a representação através de desenhos foi realizada pela maioria dos alunos (71%) sem precisar de explicação, os demais (29%) precisaram de 1 ou 2 intervenções. No décimo primeiro encontro, a representação através de desenhos foi realizada por 86% dos alunos sem precisar de explicação e apenas um aluno precisou de intervenção da pesquisadora.

Quadro 8.26. Desempenho dos alunos com moderadas dificuldades na representação de fatos aditivos através de desenhos - bloco 3.

Adições	Desenho sem explicação	Desenho após 1 ou 2 intervenções
Encontro 9: somas entre 13 e 14 (6 + 7)	5 alunos	2 alunos
Encontro 10: somas entre 14 e 16 (6 + 8)	5 alunos	2 alunos
Encontro 11: somas para 16 (3 + 8 + 5)	6 alunos	1 aluno

Fonte: Dados da pesquisa

8.4.4.2 Representações das adições na reta numérica - alunos com moderadas dificuldades

A atividade teve como objetivo verificar se os alunos com moderadas dificuldades realizavam a representação das adições na reta numérica. Ao longo dos encontros, foram realizadas adições com resultados entre 5 e 15. Como os alunos apresentaram dificuldades de compreensão, foram desenvolvidas várias atividades envolvendo a identificação de numerais indicados pela pesquisadora, representação da quantidade através de desenhos e uso de régua.

Inicialmente, a maioria dos alunos apresentou dificuldades para realizar as adições na reta numérica. Por exemplo, para 5 + 1, realizavam um círculo em cada número de zero até 6 e não sabiam mais o que fazer. Com as intervenções, gradativamente os alunos passaram a ter uma melhor compreensão e realizaram as atividades sem precisar de explicações. A seguir, apresentamos as adições solicitadas e o número de intervenções necessárias para que os alunos pudessem realizar as adições na reta numérica. No quadro 8.27 é possível verificar o progresso dos alunos nos três primeiros encontros.

No quadro 8.27, podemos verificar que no primeiro encontro, as adições na reta numérica foram realizadas por 43% dos alunos após uma explicação, os demais (57%) precisaram de 2 ou 3 intervenções. No segundo encontro, 29% dos alunos realizaram as adições na reta numérica após uma explicação, os demais (71%) precisaram de 2 ou 3 intervenções. No terceiro encontro, observamos uma evolução, pois 71% dos alunos realizaram as adições na reta numérica após uma explicação, os demais (29%) precisaram de 2 ou 3 intervenções.

Quadro 8.27. Desempenho dos alunos com moderadas dificuldades nas adições da reta numérica - bloco 1.

Adições	Representação após 1 explicação	Representação com 2 ou 3 intervenções
Encontro 1 (4 + 2; 3 + 2)	3 alunos	4 alunos
Encontro 2 (6 + 2; 3 + 5)	2 alunos	5 alunos
Encontro 3 (4 + 5; 8 + 2)	5 alunos	2 alunos

Fonte: Dados da pesquisa

A seguir, apresentamos os fatos aditivos solicitados nos encontros subsequentes e o número de intervenções necessárias para que os alunos com moderadas dificuldades pudessem realizar a representação das adições na reta numérica. No quadro 8.28 é possível verificar o progresso dos alunos nos encontros.

Quadro 8.28. Desempenho dos alunos com moderadas dificuldades nas adições da reta numérica - bloco 2.

Adições	Representação sem explicação	Representação após 1 ou 2 interv.	Representação após 2 ou 3 interv.
Encontro 5 (4 + 5)	1 aluno	-	6 alunos
Encontro 6 (7 + 3)	5 alunos	2 alunos	-
Encontro 7 (3 + 2 + 5)	2 alunos	5 alunos	-

Fonte: Dados da pesquisa

Devido à complexidade da tarefa, podemos observar no quadro 8.28, que, no quinto encontro, 86% dos alunos precisaram de 2 ou 3 intervenções para representar as adições na reta numérica. Já no sexto encontro, as adições foram resolvidas pela maioria dos alunos (71%) sem precisar de explicações, e os demais (29%) precisaram de 1 ou 2 intervenções. No sétimo encontro, as adições foram resolvidas por 29% dos alunos, sem precisar de explicações, e os demais (71%) precisaram de 1 ou 2 intervenções.

A seguir, apresentamos as adições solicitadas nos encontros finais e o número de intervenções necessárias para que os alunos com moderadas dificuldades pudessem realizar a representação das adições na reta numérica. No quadro 8.29 é possível verificar o progresso dos alunos nos encontros.

Quadro 8.29. Desempenho dos alunos com moderadas dificuldades nas adições da reta numérica - bloco 3.

Adições	Representação sem explicação	Representação após 1 intervenção
Encontro 9 (3 + 10)	6 alunos	1 aluno
Encontro 10 (7 + 5)	5 alunos	2 alunos
Encontro 11 (10 + 5)	5 alunos	2 alunos

Fonte: Dados da pesquisa

Como podemos verificar no quadro 8.29 que, mesmo com a complexidade da tarefa, fica evidente o crescimento dos alunos. No décimo encontro, a maioria dos alunos (86%) não precisou de explicações para representação da adição na reta numérica e apenas um aluno precisou de uma intervenção. No décimo e décimo primeiro encontro, a maior parte dos alunos (71%) não precisou de explicações e os demais (29%) precisaram de apenas uma intervenção.

8.4.5 Desempenho dos alunos no jogo matemático - alunos com moderadas dificuldades

A atividade com jogos matemáticos teve como objetivo facilitar o armazenamento e a automatização dos fatos aditivos. Utilizamos um jogo matemático ao final de cada bloco (quarto, oitavo e décimo segundo encontro). Ao longo dos encontros foram realizadas adições com resultados entre 5 e 16. A seguir, apresentamos os resultados das situações-problema, conforme protocolo (Apêndice D), e das situações do jogo matemático(Anexo D) realizado nos encontros com os alunos com moderadas dificuldades.

a) Quarto encontro: Resolução de fatos aditivos com somas entre 5 e 12.

Na primeira situação-problema, tínhamos como objetivo verificar se os alunos com moderadas dificuldades manipulavam o material do jogo matemático[6] (32 "escadas", com números de 0 a 5; 30 fichas e 20 "botões") e se identificavam os diferentes valores apresentados nas peças. Observamos que 29% dos alunos manusearam todo o material e identificaram os diferentes valores, 43% deles manusearam as peças e identificaram alguns valores, 29% manusearam algumas peças e não identificaram nenhum valor.

Na segunda situação-problema, verificamos as sugestões dos alunos em relação ao uso do material (peças do jogo), observamos a realização de somas por escrito e a representação de algumas peças através de desenhos. Assim, em relação ao uso do material, 43%

[6]Jogo Habical 0.1 da coleção Athurma.

dos alunos disseram que poderiam fazer "contas" com os números constantes nas peças e a maioria deles (57%) poderiam brincar e fazer desenhos. Todos os alunos representaram as peças através de desenhos e realizaram as adições por escrito.

Na terceira situação-problema, verificamos que estratégias eram utilizadas pelos alunos durante a resolução das adições. No quadro 8.30 apresentamos exemplos dos fatos aditivos e as estratégias utilizadas pelos alunos com moderadas dificuldades.

Quadro 8.30. Fatos aditivos, estratégias de contagem e processos de memória dos alunos com moderadas dificuldades - bloco 1.

Adições	Contagem interna / composição de parcela	Recuperação da memória
Exemplo: 4 + 5 + 1 + 2	4 alunos	3 alunos
Exemplo: 2 + 2 + 0 + 1	5 alunos	2 alunos
Exemplo: 3 + 2 + 1 + 5	4 alunos	3 alunos

Fonte: Dados da pesquisa

Como podemos observar no quadro 8.30 para a resolução das adições 57% dos alunos na primeira adição, 71% na segunda adição e 57% na terceira, utilizaram alternadamente a estratégia de contagem interna e composição de parcela. A recuperação da memória foi utilizada por 43% dos alunos para resolução da primeira adição, por 29% dos alunos para a segunda adição e por 43% deles para a terceira adição.

Na quarta situação-problema foi proposto que os alunos realizassem as jogadas de acordo com as regras do jogo. Durante a realização das jogadas, constatamos que 29% dos alunos utilizaram, alternadamente, as estratégias de contagem nos dedos e contagem interna. Os demais (71%) utilizaram, alternadamente, as estratégias de contagem interna e composição de parcela.

b) Oitavo encontro: Resolução de fatos aditivos com somas entre 9 e 11.

No oitavo encontro, o jogo matemático[7] trabalhado com os alunos com moderadas dificuldades era composto por números entre 0 e 5 e somas com resultados entre 9 e 11. A seguir, apresentamos os resultados das situações-problema conforme protocolo.

Na primeira situação-problema, todos os alunos manusearam o material e identificaram os diferentes valores. Na segunda situação-problema, verificamos que todos os alunos representaram as peças através de desenhos e realizaram as adições por escrito.

Na terceira situação-problema, verificamos que estratégias eram utilizadas pelos alunos durante a resolução das adições. No quadro 8.31 apresentamos exemplos das adições e as estratégias utilizadas pelos alunos com moderadas dificuldades.

[7] Jogo matemático, versão 1, adaptado do jogo Habical 0.1

Quadro 8.31. Fatos aditivos, estratégias de contagem e processos de memória dos alunos com moderadas dificuldades - bloco 2.

Adições	Contagem interna / composição de parcela	Recuperação da memória
Exemplo: 0 + 2 + 2 + 5	-	7 alunos
Exemplo: 1 + 3 + 2 + 4	2 alunos	5 alunos
Exemplo: 1 + 3 + 4 + 3	3 alunos	4 alunos

Fonte: Dados da pesquisa

Como podemos observar no quadro 8.31, para a resolução da primeira soma, 100% dos alunos utilizaram a recuperação da memória. Para a resolução da segunda soma, 29% dos alunos utilizaram alternadamente a estratégia de contagem interna e composição de parcela, os demais (71%) utilizaram a recuperação da memória. Para a resolução da terceira soma, 43% dos alunos utilizaram alternadamente a estratégia de contagem interna e composição de parcela, os demais (57%) utilizaram a recuperação da memória.

Na quarta situação-problema durante a realização do jogo matemático, todos os alunos utilizaram, alternadamente, as estratégias de contagem interna, composição de parcela e recuperação imediata.

c) Décimo segundo encontro: Resolução de fatos aditivos com somas entre 14 e 16.

No décimo segundo encontro, o jogo matemático trabalhado com os alunos com moderadas dificuldades era composto por números entre 0 e 7 e somas com resultados entre 14 e 16. A seguir, apresentamos os resultados das situações-problema conforme protocolo. Na primeira situação-problema, todos os alunos manusearam todo o material e identificaram os diferentes valores. Na segunda situação-problema, verificamos que todos os alunos representaram as peças através de desenhos e realizaram as adições por escrito.

Na terceira situação-problema, verificamos as estratégias utilizadas pelos alunos durante a resolução das adições. No quadro 8.32 apresentamos exemplos dos fatos aditivos e as estratégias utilizadas pelos alunos com moderadas dificuldades.

No quadro 8.32 é possível observar que, devido à complexidade da tarefa, para a resolução das adições, 29% dos alunos na primeira adição, 43% dos alunos na segunda adição e 57% na terceira adição, utilizaram alternadamente a estratégia de contagem interna e composição de parcela. A recuperação da memória foi utilizada por 71% dos alunos na primeira adição, 57% na segunda adição e por 43% na terceira adição.

Quadro 8.32. Fatos aditivos, estratégias de contagem e processos de memória dos alunos com moderadas dificuldades - bloco 3.

Adições	Contagem interna / composição de parcela	\centeringRecuperação da memória
Exemplo: 6 + 1 + 4 + 5	2 alunos	5 alunos
Exemplo: 2 + 4 + 3 + 6	3 alunos	4 alunos
Exemplo: 2 + 7 + 0 + 5	4 alunos	3 alunos

Fonte: Dados da pesquisa

Na quarta situação-problema, durante o desenvolvimento do jogo matemático, todos os alunos utilizaram, alternadamente, as estratégias de contagem interna e recuperação da memória.

Salientamos que durante o desenvolvimento das atividades com jogos matemáticos todos os alunos com graves e moderadas dificuldades se encantaram com as peças dos jogos e com o material disponibilizado e queriam ficar fazendo outros desenhos. Por isso, durante alguns encontros foram disponibilizados materiais como folhas, lápis, borracha e canetas hidrocores para que os alunos pudessem realizar desenhos livres.

Além das atividades de intervenção, organizamos algumas atividades de consolidação para serem feitas em casa por todos os alunos. Para cada bloco de atividades foi organizada uma folha com exercícios (Apêndice C). A maioria dos alunos dos dois grupos realizou as atividades em casa e retornaram para a pesquisadora.

Após a apresentação dos resultados da avaliação e das intervenções realizadas com os dois grupos de alunos, faremos a análise e discussão dos resultados à luz da fundamentação teórica apresentada anteriormente.

9 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, apresentamos a análise e discussão sobre os resultados da avaliação e da prática pedagógica realizada com os alunos com graves e moderadas dificuldades em matemática. Iniciamos com análise e discussão da eficácia da intervenção, a seguir passamos para a avaliação realizada nos dois grupos de alunos no pré-teste e pós-teste. Após, faremos a análise da intervenção realizada com os dois grupos, apresentamos a diferença observada entre os grupos nas avaliações e, finalizamos com o desenvolvimento das habilidades metacognitivas.

9.1 EFICÁCIA DA INTERVENÇÃO

Os resultados de nossa pesquisa demonstraram a eficácia do desenvolvimento da prática pedagógica, corroborando com resultados das pesquisas da literatura. (SWANSON, 1999; SWANSON; SACHSE-LEE, 2000; MACEDO; PETTY; PASSOS, 2000; FUCHS; FUCHS; COMPTON, 2004; RAMANI; SIEGLER, 2008, MATLIN, 2004; GOLBERT; MORAES; MÜLLER, 2008; MÜLLER; GOLBERT, 2009). Salientamos, porém, que a maior parte dos estudos publicados são longitudinais e apontaram progressos nos alunos de uma série para outra. Entretanto, em nosso estudo, evidenciamos que é possível estimular os alunos para a aprendizagem através do desenvolvimento de uma prática pedagógica, permitindo progressos no mesmo período escolar.

A prática pedagógica desenvolvida com os alunos dos dois grupos, foi bem sucedida devido à utilização de ensino direto (*Direct Instruction* - DI) e ensino de estratégias (*Strategy Instruction* - SI), de acordo com as sugestões de Swanson (1999), Swanson, Hoskyn e Lee (1999), Swanson e Sachse-Lee (2000). Foram realizadas com todos os alunos 12 sessões que combinaram DI e SI com lições sequenciadas, exercícios focados em que foram oferecidas várias oportunidades para que os alunos pudessem responder as questões solicitadas, com *feedback* sobre a exatidão de suas respostas. Os alunos foram incentivados a utilizar a metacognição e avaliar a eficácia de uma estratégia, bem como o desenvolvimento de antecipação, organização e generalização. (RIBEIRO, 2003; MATLIN, 2004; MELTZER; KRISHNAN, 2007). Desta forma, tínhamos como meta aumentar a fluência dos fatos aditivos básicos.

Como já relatado anteriormente, os alunos dos dois grupos, inicialmente, utilizavam estratégias e procedimentos imaturos de contagem. Com o desenvolvimento da intervenção todos os alunos passaram a utilizar estratégias mais eficientes economizando tempo e esforço cognitivo. Há evidências de que os alunos com dificuldades na matemática levam um tempo maior utilizando estratégias imaturas do que os alunos com desenvolvimento típico. (ORRANTIA, 2000). É um grande obstáculo para alunos com dificuldades na matemática, avançar de uma estratégia de contagem para processos apoiados na memória como apontam pesquisas desenvolvidas por Golbert, Moraes e Müller (2008) e Müller, Golbert (2009).

Conforme salientam Orrantia (2000) e Geary (2004), a permanência no uso de estratégias e procedimentos de contagem poderá ser considerada um atraso evolutivo no desenvolvimento numérico, agravado por uma motivação fraca e baixo critério de confiança. Pode-se pensar que as crianças de nossa pesquisa não apresentavam déficit cognitivo, pois recuperaram satisfatoriamente suas dificuldade com a intervenção.

Na nossa pesquisa, observamos que a falta de automatização na recuperação dos fatos básicos refletiu, por exemplo, na resolução dos cálculos multidígitos. Conforme destaca Orrantia (2000), isso acontece porque, quando os alunos sobrecarregam a memória de trabalho, ocorre uma simplificação da tarefa e a sequência de passos da operação fica comprometida, e como isso ocorrem os erros.

Os resultados obtidos pelos alunos de nossa pesquisa demonstraram a eficácia da intervenção. Nossos achados confirmam o que a literatura expõe sobre a validade de intervenções com os objetivos específicos para impulsionar o desempenho acadêmico dos alunos conforme salientam Fuchs, Fuchs e Compton (2004).

No próximo item apresentamos a análise e discussão dos resultados obtidos pelos alunos com graves e moderadas dificuldades na matemática.

9.2 AVALIAÇÃO REALIZADA NOS DOIS GRUPOS NO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE

A seguir, apresentamos a análise e discussão dos resultados obtidos por todos os alunos em relação ao conhecimento numérico, contagem, procedimentos de contagem, procedimentos de cálculo e recuperação da memória.

9.2.1 Conhecimento numérico - avaliação

Na Prova de Aritmética (CAPOVILLA; MONTIEL; CAPOVILLA, 2007), na escrita de sequências numéricas na ordem crescente e decrescente os alunos dos dois grupos apresentaram dificuldades na contagem, ou seja, contavam a mais ou a menos. Esses erros de contagem podem ser devidos à utilização dos dedos como uma estratégia para resolução de problemas. Conforme aponta Geary (2004), isto poderá causar um aumento nas demandas da memória de trabalho. Os erros de contagem cometidos pelas crianças podem ser considerados como déficits e têm sua origem nas dificuldades de representação da informação na linguagem ou déficit em processos executivos, como a falta de controle de atenção.

Nossos resultados estão de acordo com a pesquisa de Geary, Hamson e Hoard (2000) pois as crianças mudaram de estratégias de um problema para outro e essa mudança no uso de estratégia ocorre porque o desenvolvimento procedural está em parte relacionado à evolução na compreensão conceitual de contagem.

Após a intervenção, os resultados da Prova de Aritmética (CAPOVILLA; MONTIEL; CAPOVILLA, 2007) demonstraram que somente alguns alunos com graves dificuldades apresentaram erros na produção e compreensão de números e na escrita de sequências numéricas na ordem crescente e decrescente. Poucos alunos com moderadas dificuldades apresentaram erros na ordem decrescente. Foi possível observar que houve uma mudança no uso das estratégias de contagem, os alunos nos dois grupos passaram a utilizar estratégias mais eficientes e com isso ocorreram menos erros na escrita de sequências numéricas.

Assim como foi constatado nas pesquisas de Geary e colaboradores (GEARY; HAMSON; HOARD, 2000; GEARY, 2004, 2006), também encontramos um conhecimento numérico pouco desenvolvido nos alunos dos dois grupos, tanto para a compreensão de magnitude, quanto no senso de quantidade e uso da linha numérica mental. Inicialmente, a maioria dos alunos dos dois grupos apresentou contagem imatura, não reconheciam resultados incorretos na sequência numérica, não apresentavam fluência para estimar e julgar magnitude. Conforme salienta Geary (2004), isso pode estar relacionado a uma representação ou processamento imaturo dos números e poderá ocasionar defasagens na compreensão e na flexibilidade no uso do sistema numérico. Assim, é possível que os alunos que participaram de nossa pesquisa tenham apresentado, num primeiro momento, uma fragilidade no conhecimento numérico. Isso porque ainda não tinham feito as relações necessárias entre conceitos e procedimentos matemáticos, que são ferramentas essenciais para ajudar os alunos a pensar e a resolver problemas matemáticos.

Nossos resultados coincidem com os resultados de Gersten, Jordan e Flojo (2005) pois constatamos que na medida em que as crianças vão se tornando mais fluentes em relação à contagem desenvolvem estratégias mais sofisticadas e assim aparecem outros componentes do conhecimento numérico como a estimativa e a habilidade de mover-se através de sistemas representacionais. Conforme destacam Gersten e Chard (1999), as crianças com conhecimento numérico bem desenvolvido apresentam maior fluidez e flexibilidade com os números. Em nossa pesquisa observamos que, com o desenvolvimento da intervenção, houve uma evolução na habilidade de conhecimento numérico. A maioria dos alunos nos dois grupos passou a apresentar fluência no julgamento de magnitude, reconhecimento de resultados incorretos e pouca utilização dos dedos para a contagem com uma diferença maior para os alunos com moderadas dificuldades.

9.2.2 Contagem - avaliação

Inicialmente, para resolução dos fatos aditivos básicos, os alunos com graves e a maioria dos alunos com moderadas dificuldades, utilizaram estratégias baseadas na contagem com apoio verbal ou dedos. A contagem interna foi utilizada pelos dois grupos de alunos, mas observamos uma maior frequência de utilização desta estratégia no grupo dos alunos com moderadas dificuldades. A utilização de estratégias de contagem nos dois grupos não diferiu muito num primeiro momento, mas os alunos com moderadas dificuldades apresentaram uma execução um pouco mais rápida. Esses achados também foram encontrados em pesquisas de Geary, Hamson e Hoard (2000), Geary (2004) e Orrantia (2006), os quais apontam o fato dos alunos que apresentam dificuldades na matemática, ao utilizarem a contagem nos dedos, demandam mais tempo e utilizam mais recursos da memória de trabalho.

Observamos que, com intervenção, os alunos dos dois grupos apresentaram uma diminuição no uso da contagem verbal com apoio dos dedos. Salientamos que a evolução dos alunos com moderadas dificuldades foi mais elevada.

9.2.3 Procedimentos de contagem - avaliação

Em relação aos procedimentos de contagem nossos resultados coincidem com as pesquisas realizadas por Geary (2004; 2006), pois constatamos que os alunos dos dois grupos melhoraram no desenvolvimento das competências aritméticas básicas. Essa melhora está relacionada com a mudança de distribuição de procedimentos ou estratégias e aumento de recuperação de fatos da memória.

Em nosso estudo, nenhum aluno utilizou *counting-all* (contar todos) para resolução dos fatos aditivos, esses resultados também foram constatados na pesquisa realizada por Corso (2008). Inicialmente, para resolução oral dos fatos aditivos, a maioria dos alunos nos dois grupos usou contar a partir do maior. Entretanto, na resolução escrita dos fatos aditivos, a maioria dos alunos com graves dificuldades resolveu todas as adições contando a partir do primeiro adendo. Os alunos com moderadas dificuldades, também utilizaram em alguns momentos (atividades orais e escritas) contagens imaturas, mas observamos o uso alternado de procedimentos de *counting-on* (contar a partir de) com uso de dedos e estratégias mais sofisticadas como composição de parcelas e recuperação da memória.

Com a intervenção, tanto nas atividades orais quanto escritas, poucos alunos com graves dificuldades utilizaram a estratégia de contagem com apoio verbal e dedos. A maioria dos alunos passou a utilizar alternadamente, contagem interna, composição de parcelas e em alguns momentos a recuperação imediata. Foi possível verificar que todos os alunos passaram a utilizar o procedimento de contagem a partir do maior. Conforme destaca Butterworth (2005), o uso desse procedimento demostra que a criança já compreende que a união dos adendos em qualquer ordem dará o mesmo resultado.

9.2.4 Procedimentos de cálculo - avaliação

Na Prova de Aritmética (CAPOVILLA; MONTIEL; CAPOVILLA, 2007) os alunos com graves dificuldades apresentaram erros nas adições com transporte, nas subtrações com retorno, nos cálculos simples de multiplicação e a maioria deles não resolveu as operações de divisão. Os alunos com moderadas dificuldades apresentaram erros nas subtrações com retorno, nas operações com dois dígitos na multiplicação e não efetuaram as operações de divisão com dois dígitos.

Na resolução das operações, os alunos apresentaram estratégias imaturas de contagem, frequência de erros procedimentais e dificuldades de recuperação imediata de fatos aditivos. Conforme mostramos na seção 4.2.2, as dificuldades de aprendizagem com o cálculo podem ser devidas a déficits funcionais básicos de procedimento e de recuperação imediata dos fatos aditivos. Como evidenciou Geary (2004), muitas crianças com dificuldades na matemática apresentam uma compreensão imatura de alguns princípios de contagem e na aritmética utilizam procedimentos de resolução de problemas que são utilizados por crianças menores e com desenvolvimento típico.

No entanto, com a intervenção, observamos progressos na resolução de cálculo nos dois grupos de alunos. Poucos alunos com graves dificuldades cometeram erros de retorno na subtração. Gradativamente, todos os alunos passaram a utilizar menos estratégias de contagem e mais recuperação imediata para cálculos simples. Esse progresso também foi observado na pesquisa desenvolvida por Orrantia (2000; 2006). O pesquisador salienta que na medida em que os alunos avançam na escolaridade há uma tendência evolutiva tanto nos alunos com e sem dificuldades na matemática, com maior proporção para alunos sem dificuldades. Assim, as dificuldades para a resolução do cálculo podem ser devidas a um atraso evolutivo e não a um déficit específico no desenvolvimento. Destacamos, porém, que na nossa pesquisa observamos uma evolução em alunos com graves e com moderadas dificuldades após a realização da intervenção no mesmo ano escolar.

A maioria dos alunos dos dois grupos passou a resolver as operações de multiplicação e divisão, com alguns erros nos cálculos com dois dígitos. Desta forma, as dificuldades enfrentadas pelos alunos na resolução de cálculos multidígitos podem estar relacionadas com a falta de automatização na recuperação dos fatos básicos e com a compreensão de valor posicional. Conforme destaca Orrantia (2000), para resolução de cálculo com multidígitos pode ocorrer uma demanda de recursos cognitivos e os alunos tendem a simplificar a tarefa, esquecendo-se de executar alguns dos passos da operação e com isso ocorrem os erros.

Em relação à resolução de problemas aritméticos básicos, num primeiro momento, os alunos dos dois grupos apresentaram dificuldades de interpretação, erros de cálculos na adição e subtração e a maioria dos alunos não resolveu as operações de multiplicação e divisão. De acordo com Grégorie (1999) e Mayer (1998), para que haja um bom desenvolvimento na resolução de problemas é necessário que o aluno siga uma sequência de passos. Esses passos devem iniciar com a tradução do problema, integração dos dados, planejamento e execução da solução. Assim, as dificuldades enfrentadas pelos alunos dos dois grupos podem estar relacionadas com a falta de compreensão da situação problema ou de conhecimento conceitual necessário para a resolução. (ORRANTIA, 2006).

Constatamos que, com o desenvolvimento da intervenção, os alunos dos dois grupos apresentaram uma evolução em relação à resolução dos problemas aritméticos. Todos os alunos apresentaram facilidades na resolução das operações de adição e subtração. Mas apesar da maioria dos alunos nos dois grupos resolver as operações de multiplicação e divisão simples, ainda apresentavam dificuldades de compreensão ou falta de conhecimento conceitual necessário para a resolução dos problemas, coincidindo com achados de Orrantia (2006).

9.2.5 Recuperação da memória - avaliação

Inicialmente, na resolução dos fatos aditivos básicos, a maioria dos alunos com graves dificuldades utilizou predominantemente estratégias baseadas na contagem e os alunos com moderadas dificuldades utilizaram, alternadamente, contagem nos dedos, contagem interna, decomposição e recuperação da memória.

Com a intervenção, os alunos dos dois grupos apresentaram uma mudança no uso de estratégias de contagem para processos apoiados na memória, com uma frequência maior para os alunos com moderadas dificuldades. Conforme mostramos na seção 4.2.2, os alunos com e sem dificuldades na matemática apresentam uma tendência evolutiva na utilização de estratégias. Essa evolução é maior em alunos sem dificuldades, que fazem uso mais frequente de recuperação da memória. Na pesquisa de Geary, Hamson e Hoard (2000), os alunos com dificuldades na matemática apresentaram ao longo das séries um progresso no uso de procedimento *counting-on* (contar a partir de) e uma redução na frequência de erros procedurais ou de recuperação. Salientamos que os alunos de nossa pesquisa também apresentaram progressos com o desenvolvimento da prática pedagógica no mesmo período escolar.

Ressaltamos, porém, que os achados de nosso estudo apresentam algumas divergências em relação ao que a literatura aponta sobre crianças com dificuldades de aprendizagem na matemática (DAM). Esse grupo de crianças com DAM tem dificuldades em recuperar fatos aritméticos básicos da memória de longo prazo e essas dificuldades geralmente persistem, apesar da instrução intensiva em fatos básicos (GEARY, 2004). Essas crianças não apresentam mudanças na resolução de problemas baseados em um procedimento de contagem para resolução de problemas baseados na memória, sugerindo dificuldades no armazenamento e recuperação de fatos aditivos. Conforme aponta Geary (2004), quando as crianças com DAM usam a recuperação geralmente cometem mais erros e o tempo de reação é muito maior se comparado com crianças sem dificuldades.

As pesquisas apontam que, com o aumento da escolaridade, a habilidade de recuperação de fatos básicos não melhora para a maioria das crianças com dificuldades na matemática. Estes padrões de dificuldades sugerem que déficits de recuperação de memória refletem uma dificuldade cognitiva, e não uma falta de exposição a problemas aritméticos, motivação fraca, baixo critério de confiança ou QI baixo. (GEARY; HAMSON; HOARD, 2000; GEARY, 2004).

Apresentamos a seguir algumas explicações possíveis para justificar a evolução nos resultados obtidos pelos alunos de nossa pesquisa. Uma primeira explicação pode estar relacionada ao ponto de corte que utilizamos para delimitar nossa mostra. Conforme indicamos anteriormente, utilizamos as medidas de média e desvio padrão (cap. 7) e uma avaliação da capacidade intelectual por raciocínio lógico utilizando o teste de Raven (quadros 7.3 e 7.5). Para tanto, consideramos com graves dificuldades os alunos que apresentaram 2 desvios padrão (DP) abaixo da média e os alunos com moderadas dificuldades aqueles que apresentaram entre 1 e 2 DP abaixo da média na Prova de Aritmética. Como não estão disponíveis medidas específicas para diagnosticar crianças com dificuldades na matemática, pesquisas da literatura, principalmente as devolvidas por Geary, Hamson e Hoard (2000), Geary (2004), têm utilizado testes de desempenho padronizado em que a medida utilizada é o percentil, com uma combinação de medidas de inteligência. Em pesquisa mais recente realizada por Geary *et al.* (2007), os pesquisadores chamam a atenção para os diferentes pontos de cortes que estão sendo utilizados na literatura para delimitar alunos com dificuldades na matemática. Assim, os cortes podem variar de mais *lenient* (percentil 30) ou mais *restrictive* (percentil 5 ou 10). Com o uso de diferentes pontos de cortes pode ocorrer uma diferenciação no desempenho das crianças em relação às habilidades matemáticas. Em virtude disso, os pesquisadores alertam ainda que muitas pesquisas na área da matemática têm sido baseadas na utilização de critérios *lenient* e, portanto, podem ser confundidas com formas leves de dificuldades na matemática. (GEARY *et al.*, 2007).

Contudo, salientamos que apesar das medidas média, desvio padrão e percentil serem diferentes (PINA, 2005), na nossa amostra os alunos com graves dificuldades, com 2 DP abaixo da média, podem ser considerados como tendo dificuldades mais *restrictive*. Assim como os alunos com moderadas dificuldades, estando situados entre 1 e 2 DP abaixo da média, podem ser considerados como tendo dificuldades *lenient*. Nesse caso, os critérios utilizados em nosso estudo estão adequados e os alunos com graves dificuldades na matemática não foram confundidos como tendo dificuldades mais leves.

Uma segunda explicação seria em relação às características das crianças com dificuldades na matemática. Desta forma, a maioria dos alunos que compuseram a nossa amostra possivelmente teriam um atraso no desenvolvimento e não um déficit cognitivo. Nesse caso, a maioria dos alunos por nós denominados com graves e com moderadas dificuldades em matemática, poderiam apresentar uma instrução inadequada com falta de exposição a problemas aritméticos, motivação fraca e um baixo critério de confiança. Verificamos que, no início da intervenção, os alunos dos dois grupos apresentaram dificuldades para resolução das atividades propostas. Mas com a exposição a diversas atividades, contato com materiais manipulativos, incentivo da pesquisadora para o desenvolvimento de habilidades metacognitivas e trocas de experiências entre os grupos, todos os alunos foram progredindo gradativamente.

Em relação a erros de cálculo, observamos que, durante a resolução oral dos fatos aditivos simples na Prova de Aritmética (CAPOVILLA; MONTIEL; CAPOVILLA, 2007), inicialmente a maioria dos alunos dos dois grupos não cometeram erros. Mas não foi o que verificamos na tarefa somas em um minuto (SIEGLER; SHRAGER, 1984; GEARY; HAMSON; HOARD, 2000). Na resolução escrita dos fatos aditivos com prazo previamente estipulado, os alunos procurando ser mais rápidos cometeram alguns erros de cálculos. Conforme evidenciado por Geary, Hamson e Hoard (2000), alunos com dificuldades na matemática cometem mais erros e apresentam um tempo de execução mais baixo do que os alunos sem dificuldades. Na pesquisa sobre as dificuldades de aprendizagem no cálculo, Orrantia (2000) constatou que os alunos com dificuldades na matemática se mostraram mais lentos em relação aos alunos com desenvolvimento típico não só nos tempos totais de resposta, mas também quando usaram o mesmo procedimento de resolução de cálculo. Porém, destacamos que, na nossa pesquisa, os alunos nos dois grupos apresentaram mais erros de cálculos quando a tarefa era de resolução por escrito do que na tarefa desenvolvida oralmente. Isso pode ser devido à dificuldade para inibir informação irrelevante, corroborando com resultados das pesquisas de Houdé (2002; 2005) e Geary (2006). Salientamos que nas duas situações os alunos estavam dispostos em grupos, mas na resolução oral a intervenção da pesquisadora foi mais efetiva.

Na avaliação após a intervenção, constatamos que todos os alunos passaram a utilizar com mais frequência estratégias mais eficientes de contagem, com isso ocorreram menos erros de cálculos. Ressaltamos o aumento nos resultados na tarefa somas em um minuto (SIEGLER; SHRAGER, 1984; GEARY; HAMSON; HOARD, 2000), em que os alunos, dentro do mesmo prazo estipulado, recuperaram mais fatos aditivos do que antes da intervenção, pois a maioria deles não precisava contar nos dedos.

Os achados de pesquisas que avaliaram as estratégias para resolução de problemas conduzidos por Geary, Hamson e Hoard (2000) com alunos de 1º e 2º ano, Orrantia (2000) com alunos do 2º ao 6º ano e Corso (2008) com alunos do 3º ao 6º ano, evidenciaram dificuldades procedimentais e de recuperação de fatos da memória. Os alunos com dificuldades apresentaram uma tendência evolutiva de série em relação ao uso de estratégias e procedimentos de contagem. Essa evolução foi observada tanto em alunos com dificuldades na matemática, quanto com desenvolvimento típico, mesmo que a evolução das estratégias utilizadas pelos alunos com dificuldades tenha ocorrido em menor escala.

Em relação à recuperação de fatos da memória, os alunos com dificuldades recuperaram menos fatos da memória e levaram mais tempo para execução do que os alunos sem dificuldades. Os pesquisadores sugerem que os déficits relacionados com a recuperação de fatos da memória parecem persistir ao longo do desenvolvimento e é provável que se relacionem com a velocidade de processamento e erros de execução de cálculo e com a disponibilidade de recursos da memória de trabalho.

Conforme apontado anteriormente, salientamos que em nossa pesquisa evidenciamos uma mudança no uso das estratégias e procedimentos de contagem na resolução de fatos aditivos básicos em todos os alunos. Mas também verificamos uma evolução em relação à recuperação imediata nos dois grupos de alunos, com o desenvolvimento da intervenção no mesmo período escolar.

Após análise e discussão das avaliações realizadas, apresentamos a análise e discussão da intervenção realizada com os alunos com graves e moderadas dificuldades na matemática. Iniciamos com a contagem, a seguir resolução oral e escrita dos fatos aditivos, armazenamento e recuperação de fatos aditivos, representação de fatos aditivos através de desenhos e reta numérica e, finalizamos com a aplicação do jogo matemático.

9.3 INTERVENÇÃO REALIZADA NOS DOIS GRUPOS

A seguir, apresentamos a análise e discussão dos resultados obtidos pelos alunos dos dois grupos durante a realização das doze seções de intervenção. Num primeiro momento, mostramos o progresso dos alunos na contagem, resolução oral e escrita dos fatos aditivos, armazenamento e recuperação, representação de fatos aditivos e jogo matemático. Num segundo momento, apresentamos as diferenças entre os grupos e o desenvolvimento das habilidades metacognitivas.

9.3.1 Contagem - intervenção

Inicialmente, a maioria dos alunos dos dois grupos utilizou a contagem um a um com apoio verbal ou dedos (veja fotos no Apêndice E). Apesar de não apresentarem erros na contagem, a maioria dos alunos realizou as contagens de 2 em 2, 3 em 3, e 4 em 4 com lentidão. Há evidências de que as crianças com dificuldades na matemática apresentam uma lentidão na construção dos princípios de contagem e permanecem mais tempo utilizando estratégias iniciais como ficou evidente nas pesquisas de Geary, Hamson e Hoard (2000). Foi possível verificar que, com o desenvolvimento da intervenção, a maioria dos alunos dos dois grupos passou a realizar as contagens com mais rapidez. Essa mudança no uso de estratégias pode ser atribuída, às diversas contagens orais e de objetos, seguidas de discussões individuais e em grupos e trocas de experiências entre os alunos. Durante a intervenção, com as interações verbais, procuramos desenvolver nos alunos a autopercepção da lentidão de processamento. Desta forma, com o uso de estratégias mais eficientes de contagem, todos os alunos gradativamente, passaram a ter mais flexibilidade com os números com menos esforço cognitivo. Com uma diferença maior para os alunos com moderadas dificuldades. Essa evolução corrobora com achados de Geary (2004), pois com o amadurecimento e a mistura de estratégias, as crianças levam menos tempo para resolução de problemas, porque utilizam estratégias baseadas na memória.

Há evidências de que a contagem numérica desempenha um importante papel para compreensão de conteúdos posteriores, conforme destacam Gelman e Gallistel (1978), Geary e Hoard (2002), Butterworth (2005), Geary (2006) e Dorneles (2007). Em nosso estudo, salientamos que o progresso na contagem teve reflexo nas outras atividades desenvolvidas durante a intervenção. Como exemplo, podemos destacar a utilização de estratégias mais eficientes na resolução de cálculo que apresentaremos mais adiante.

9.3.2 Resolução oral e escrita dos fatos aditivos - intervenção

Nas somas orais com resultados entre 3 e 16, os alunos com graves dificuldades, inicialmente, realizaram contagem com apoio verbal ou dedos e mais uso de materiais para representação (veja fotos no Apêndice E). A partir das interações verbais, discussões em grupos, demonstrações realizadas e incentivo para elaboração de estratégias mais eficientes, gradativamente os alunos foram mudando de estratégias de contagem. Assim, a composição de parcelas que não era utilizada anteriormente, passou a ser usada com frequência pela maioria dos alunos com graves dificuldades. Por exemplo, os alunos LAU, GABI, THAI, GABO e BIA, olhavam a sentença 6 + 1 + 4 e diziam imediatamente 6 + 4 é igual a 10, e mais 1 é igual a 11. Para 5 + 2 + 5, AMA, YUR, ROD, LAR, DIL e JOC, diziam imediatamente 10 + 2 é igual a 12.

Aos poucos os alunos com graves dificuldades foram abandonando o apoio do material concreto para representação e somente utilizaram os dedos para resolução de somas mais altas. Desta forma, a maior parte desses alunos passou a utilizar, alternadamente, estratégias de contagem interna, composição de parcelas e em alguns momentos a recuperação imediata.

Por outro lado, os alunos com moderadas dificuldades, inicialmente, também realizaram contagens imaturas e uso de materiais para representação. Mas já foi possível observar, em alguns momentos, a utilização de processos apoiados na memória. Contudo, a partir das interações verbais, incentivo para uso de estratégias mais sofisticadas e as trocas de experiências entre os dois grupos, todos os alunos com moderadas dificuldades passaram a utilizar com frequência e alternadamente as estratégias de contagem interna, composição, decomposição e recuperação imediata. Os alunos não precisaram mais do material concreto para a contagem e poucas vezes utilizavam o apoio dos dedos. O progresso observado pelos alunos dos dois grupos corrobora com achados das pesquisas de Geary (2004) e Orrantia (2000).

Na nossa pesquisa, tanto na avaliação quanto na intervenção, não observamos nenhum aluno utilizando procedimento *counting-all* (contar tudo). A maior parte dos alunos nos dois grupos utilizou *counting-on* (contar a partir de). Inicialmente, a maioria dos alunos não apresentava flexibilidade com os números e resolviam as adições na forma que as sentenças eram apresentadas. Assim, para resolução de 3 + 6, 8 + 4, 2 + 7, os alunos iniciavam sempre a partir do primeiro adendo. Por exemplo, em 3 + 6 LEO, YUR, GABI e LAR (dificuldades graves), e NIC, VIT e EVE (dificuldades moderadas), mantinham o 3 e contavam nos dedos até chegar a 9. A partir dos exercícios de prática, as interações entre os grupos e com a pesquisadora, a maioria dos alunos nos dois grupos, foi desenvolvendo estratégias mais eficientes e apresentaram uma maior flexibilidade com os números. Diante de 2 + 7, imediatamente consideravam 7 e contavam na sequência. Aos poucos os alunos foram percebendo que começando pelo adendo maior o tempo para resolução era menor. Conforme salienta Geary (2006) quando as crianças utilizam as estratégias de contar começando pelo maior já estão usando a comutatividade e entendem que a ordem que os números são adicionados não altera o resultado, além de chegar ao resultado mais rapidamente.

Na resolução das somas por escrito, a maioria dos alunos dos dois grupos, inicialmente, não apresentou erros nas adições simples como em 4 + 3 e 2 + 6. Ao longo dos encontros para as adições mais complexas, poucos alunos, procurando ser mais rápidos, apresentaram erros de contagem. Por exemplo, YUR (dificuldade grave) para 4 + 4 + 5 achou resultado 14, EVE (dificuldade moderada) para 2 + 4 + 5, achou resultado 10. Nestas situações, os alunos realizaram as adições e não perceberam que o resultado não estava correto. Conforme salientam Meltzer e Krishnan (2007) os alunos com dificuldades de aprendizagem apresentam dificuldades para usar estratégias autorreguladoras, como conferir, monitorar e revisar tarefas durante a aprendizagem. Entretanto, durante o desenvolvimento das correções orais e em grupos, a partir das orientações da pesquisadora e das discussões realizadas, os alunos se surpreendiam dizendo *Mas como errei esta conta! Era fácil!*. Gradativamente, todos os alunos passaram a utilizar estratégias autorreguladoras e os erros foram diminuindo, com uma diferença maior para os alunos com moderadas dificuldades.

9.3.3 Armazenamento e recuperação de fatos aditivos - intervenção

Nas atividades de armazenamento e recuperação dos fatos aditivos, inicialmente, todos os alunos precisaram de até 4 repetições para lembrar toda a sequência numérica nas somas com resultado para 6, 7 e 8. Gradativamente, os alunos foram desenvolvendo estratégias mais eficientes. Assim, para as somas entre 6 e 10, a maior parte dos alunos com graves dificuldades passou a utilizar entre 1 e 3 repetições, já os alunos com moderadas dificuldades utilizaram entre 1 e 2 repetições. Ao final das intervenções, a maioria dos alunos com graves e todos com moderadas dificuldades, completaram toda a sequência numérica após 1 repetição nas somas entre 9 e 16. Inclusive, a maioria dos alunos com moderadas dificuldades não precisou visualizar a cartela com a sequência numérica.

Foi possível observar que, no início da intervenção, todos os alunos não tinham estratégias para lembrar a sequência numérica, não tinham a ideia do todo e da parte, não conseguiam guardar na memória de trabalho a sentença que tinham acabado de dizer, não sabiam o que já tinham dito e o que faltava. Com o incentivo da pesquisadora, discussões em grupos e ajuda dos colegas, os alunos dos dois grupos foram aos poucos compreendendo a necessidade de armazenamento e recuperação dos fatos aditivos e com isso passaram a utilizar estratégias mais sofisticadas. Como exemplo, nas somas para chegar a 6, ROD repetiu 3 vezes a sequência. Na primeira vez disse 5 + 1 e 3 + 3, na segunda vez disse 5 + 1, 1 + 5 e 4 + 2, na terceira vez conseguiu completar toda a sequência. Aos poucos os alunos dos dois grupos foram percebendo que enquanto uma coluna aumenta a outra diminui e passaram a resolver a atividade com mais rapidez. Assim, os alunos foram entendendo que podiam utilizar a sequência numérica como apoio para a adição uma vez que se 9 + 1 é igual a 10, então 8 + 2 também é igual a 10 e assim por diante.

Essa atividade foi um grande desafio para todos alunos. Inclusive alguns deles (THAI, LAU, GABI, DIL, YUR, LAR – dificuldades graves) montaram a atividade em casa e estudavam entre um encontro e outro e, ao final da intervenção, já estavam além de 16. Foi possível verificar que a maioria dos alunos nos dois grupos apresentou mais rapidez para repetição da sequência numérica e utilizavam diversos recursos para manter a concentração como caminhar pela sala, recitar os números, fechar os olhos, entre outros. Observamos uma maior facilidade nos alunos com moderadas dificuldades. já arrumei-Com o desenvolvimento das intervenções, os alunos dos dois grupos foram substituindo estratégias ineficientes por outras mais produtivas. (FUENTES, 2008). Com isso, os alunos passaram a avaliar os resultados de uma tarefa e fazer as correções quando necessário. (MATLIN, 2004; MELTZER; KRISHNAN, 2007). Com a consolidação e automatização dos fatos aditivos básicos, houve um aumento na velocidade de processamento e uma redução nas demandas feitas à memória de trabalho. (GEARY; HAMSON; HOARD, 2000; GEARY, 2004).

9.3.4 Representação de fatos aditivos através de desenhos e reta numérica - intervenção

Na atividade de representação dos fatos aditivos com resultados entre 5 e 16, inicialmente a maior parte dos alunos nos dois grupos não conseguiu compreender como poderia fazer a representação da sentença através de desenhos. Após as explicações e demonstrações iniciais, os alunos precisaram de até 3 intervenções com repetição de modelagem para que eles pudessem resolver a atividade. Por exemplo, GABI (dificuldade grave), para 5 + 1, desenhou seis bolinhas, sem fazer o conjunto. EDU (dificuldade moderada) para 3 + 2 desenhou cinco elementos dentro do conjunto, mas não fez os subconjuntos. THAI (dificuldade grave), para 4 + 2, desenhou um conjunto com 4 elementos, um conjunto com

2 elementos e um outro conjunto com 6 elementos (veja imagens no Apêndice E). Ao longo dos encontros foram necessárias várias explicações individuais e em grupos com demonstrações da sequência de passos que deveriam ser seguidos para a representação. Aos poucos, os alunos dos dois grupos passaram a ter uma melhor compreensão da atividade e, ao final dos encontros, alguns deles não precisaram de intervenção. Observamos uma maior facilidade de compreensão nos alunos com moderadas dificuldades.

Nas adições da reta numérica com resultados entre 5 e 15, a maioria dos alunos dos dois grupos, inicialmente também apresentou dificuldades para compreensão. Assim, GABO (dificuldade grave), em 3 + 7, marcou os números 3 e 7 e não considerou o resultado. NIC (dificuldade moderada), em 5 + 1, fez um círculo em cada número de zero até 6 e não sabia mais o que fazer (veja imagens no Apêndice E). Além das explicações e demonstrações iniciais, os alunos precisaram de outras atividades como, por exemplo, localização de números na reta numérica, representação da quantidade através de desenhos e demonstrações com material concreto (régua). Com o desenvolvimento das atividades, discussões em grupos e trocas de experiências, observamos evoluções no desempenho dos alunos dos dois grupos, com maior facilidade dos alunos com moderadas dificuldades.

Os resultados demonstraram que, como os alunos ainda não tinham consolidado a compreensão dos princípios parte-todo, conhecimento este que contribui para o entendimento do conceito de adição (NUNES *et al.* 2005), enfrentaram dificuldades nas representações através de desenhos e adições na reta numérica. Como essas atividades não são habituais na sala de aula, para alguns alunos dos dois grupos, inicialmente, elas não faziam sentido. Nesse caso, ficou evidente a falta de conhecimento prévio para novas aprendizagens, pois sem eles os alunos não conseguiam construir significados. (MIRAS, 2004). Assim, NIC (dificuldade moderada), para adições na reta numérica, verbalizava *Não consigo entender como posso fazer uma soma na reta, eu nunca fiz isso na aula! Eu sei fazer conta, mas sem reta!*. De acordo com Vasconcelos (2000), a repetição provavelmente não conduziria nem a melhores capacidades nem a conhecimentos mais apurados. Por isso, foi necessário incentivo da pesquisadora, demonstrações e explicações tanto individuais quanto em grupos para que os alunos pudessem desenvolver estratégias de aprendizagem.

9.3.5 Jogo matemático - intervenção

Na atividade com jogos matemáticos com resultados entre 5 e 16, num primeiro momento, poucos alunos dos dois grupos manusearam as peças do jogo e identificaram diferentes valores. Esses achados também foram encontrados em Golbert, Moraes e Müller (2008). Como a atividade com jogos matemáticos não era habitual para os alunos dos dois grupos, foi necessário incentivar as discussões sobre as situações de jogo, bem como, avaliar atitudes a serem desenvolvidas. Conforme evidenciado por Macedo, Petty e Passos (2000), quando se trabalha com jogos é necessário que sejam feitas explorações de materiais e aprendizagem das regras, práticas com o jogo e construção das estratégias, resolução de situações-problema e análise das jogadas. Assim, com o desenvolvimento das atividades, todos os alunos passaram a explorar melhor os materiais do jogo. Quando solicitados a construírem formas com as peças na mesa e representar essas formas no papel, observamos que a maioria dos alunos nos dois grupos, utilizou formas planas ou empilhadas (veja fotos no Apêndice E). Na medida em que as atividades foram sendo desenvolvidas, os alunos passaram a identificar os diferentes valores constantes nas peças e comparar os resultados com os colegas.

Inicialmente, para resolução oral dos fatos aditivos, tanto nos exercícios de prática como nas situações de jogo a maioria dos alunos com graves dificuldades utilizou, alternadamente, a estratégia de contagem nos dedos (DIL para 2 + 3 + 1 + 0), contagem interna (LAR para 3 + 1 + 0 + 4) e composição de parcela (THAI para 1 + 3 + 4 + 2). A maior parte dos alunos com moderadas dificuldades utilizou, alternadamente, estratégias de contagem interna (JUL 3 + 1 + 0 + 4), composição de parcela (VIT para 5 + 3 + 2 + 1) e em alguns momentos recuperação imediata (ART para 2 + 4 + 5 + 1).

Com o desenvolvimento das atividades, as discussões em grupos, trocas de experiências e incentivo da pesquisadora, os alunos dos dois grupos passaram a resolver as adições com mais facilidade e rapidez (veja fotos no Apêndice E). Observamos que poucos alunos com graves dificuldades persistiam na utilização de estratégias imaturas. Os demais alunos apresentaram progressos na contagem interna e composição de parcelas. Ao final da intervenção, mesmo nas adições com números mais altos, como por exemplo, 4 + 6 + 3 + 2; 1 + 6 + 5 + 4, a maioria dos alunos dos dois grupos apresentou mudança no uso de estratégias e procedimentos de contagem e aumento de recuperação imediata de fatos aditivos. Com progresso maior dos alunos com moderadas dificuldades.

Durante a realização dos jogos, foi possível verificar que os alunos nos dois grupos foram gradativamente aplicando estratégias e procedimentos trabalhados nas atividades anteriores. Os próprios alunos se surpreendiam com a rapidez e a flexibilidade utilizada para chegar ao resultado das adições. Por exemplo, GABI (dificuldade grave) na primeira vez que jogou, em 3 + 1 + 0 + 4 seguiu a sequência dos números e utilizou os dedos como apoio para contagem. Ao final das intervenções em 2 + 4 + 3 + 6, GABI fez contagem interna e composição de parcela para 6 + 4 e verbalizou, 10 mais 2 é igual a 12 e mais 3 é igual a 15. Um segundo exemplo a ser ressaltado é o de GUS (dificuldade moderada), que inicialmente para 4 + 2 + 1 + 0 utilizou contagem interna e composição de parcela. Para 2 + 1, verbalizou três, depois disse que 4 mais 3 é igual a 7. Numa outra jogada ao final das intervenções, GUS respondeu imediatamente quatorze para a sentença 7 + 0 + 5 + 2. Estes dados corroboram com achados de Golbert, Moraes e Müller (2008b) e Golbert e Müller (2009).

Durante a realização das atividades com jogos, foi possível acompanhar o andamento das jogadas, além de identificar o modo como os alunos estavam pensando e agindo. Além disso, conforme salienta Golbert (1997), a atividade com jogos favorece o estabelecimento de estratégias metacognitivas, na medida em que, frequentemente, a criança precisa indicar os processos de pensamento dos quais faz uso. Ao longo das intervenções, constatamos que as atividades de jogo, além de favorecer a aprendizagem, também contribuíram para o desenvolvimento da atenção e para a seleção de estratégias utilizadas em outros momentos do jogo, corroborando com Oliveira (2004). Da mesma forma que o trabalho com jogos proporcionou o desenvolvimento da autonomia, o respeito pela jogada dos colegas e a resolução de conflitos que eventualmente surgiram, coincidindo com a pesquisa de Kamii e Housman (2002).

Foi possível verificar que os alunos de nossa pesquisa se beneficiaram com as atividades de jogos e melhoraram nas habilidades de estimativas, comparação de magnitude e uso de estratégias mais eficientes de contagem. Esses achados, corroboram com pesquisas de Ramani e Siegler (2008) em que apontam que a utilização de jogos de mesa com números favorece um aumento no conhecimento numérico, conforme mostramos na seção 6.2. Desta forma, o uso de jogos possibilita que os alunos possam, aos poucos, adquirir conhecimentos. Mas como alertam Macedo, Petty e Passos (2000), esses conhecimentos não estão nos jogos mas nas intervenções que são coordenadas pelo professor, psicopedagogo, ou como nesse estudo pela pesquisadora.

Salientamos também que os jogos matemáticos podem ser utilizados como um dos recursos de investigação em crianças com dificuldades de aprendizagem na matemática, pois mostram, claramente que, com o desenrolar das jogadas, é possível verificar onde as crianças apresentam dificuldades. (MÜLLER, 2003). Além disso, em nossa pesquisa, o uso do jogo matemático serviu para retomar atividades anteriores contribuindo na consolidação e automatização dos fatos aditivos básicos na memória de longo prazo.

Após análise e discussão dos resultados obtidos pelos alunos com graves e moderadas dificuldades em matemática durante a intervenção, mostramos diferenças observadas entre os grupos.

9.4 DIFERENÇAS ENTRE OS GRUPOS NAS AVALIAÇÕES DE PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE

Durante as avaliações observamos algumas diferenças entre os grupos, como, por exemplo, na Prova de Aritmética (CAPOVILLA; MONTIEL; CAPOVILLA, 2007) no pré-teste os alunos com graves dificuldades tiveram pontuação mais baixa, porque ainda não sabiam resolver operações de multiplicação e divisão, o que não aconteceu no pós-teste. As dificuldades para resolução em outros subtestes não diferiram muito entre os grupos. Mas observamos que os alunos com moderadas dificuldades, como era esperado, apresentaram mais facilidade para resolução de algumas atividades. Salientamos que instrumentos, como a Prova de Aritmética, contribuem para a avaliação do desempenho aritmético e avaliam várias habilidades aritméticas e matemática, no entanto, poderá encobrir dificuldades específicas. Conforme destaca Geary (2004), crianças com dificuldades na matemática podem apresentar déficits severos em algumas dessas áreas e apresentar competências médias ou melhores em outras. Por isso foi importante observar tanto os resultados totais, quanto os resultados por subteste.

Na avaliação das estratégias e procedimentos de contagem e recuperação dos fatos aditivos da memória (GEARY; HAMSON; HOARD, 2000), no pré-teste o desempenho dos alunos com graves dificuldades ficou abaixo do desempenho dos alunos com moderadas dificuldades porque utilizavam estratégias imaturas de contagem. No entanto, ao longo das intervenções, todos os alunos evoluíram no uso de estratégia e procedimentos de contagem, bem como no aumento de uso de processos apoiados na memória, com uma diferença maior para os alunos com moderadas dificuldades. O mesmo aconteceu na tarefa somas em um minuto (SIEGLER; SHRAGER, 1984; GEARY; HAMSON; HOARD, 2000) no pré-teste, uma vez que os alunos com graves dificuldades resolveram menos operações porque precisavam contar nos dedos. Com o desenvolvimento da intervenção todos os alunos passaram a utilizar estratégias mais sofisticadas e resolveram mais operações. Salientamos que nessas avaliações foi fundamental observar os resultados totais e também as estratégias e procedimentos utilizados pelos alunos para verificar a evolução. Essa evolução evidenciada em nossa pesquisa se deve à intervenção realizada combinando ensino direto e ensino de estratégias corroborando com os estudos de Swanson (1999) conforme já apontado anteriormente.

Destacamos que, na avaliação da capacidade intelectual realizada através do Raven (RAVEN; RAVEN; COURT, 1988), a maior parte dos alunos com graves dificuldades situaram-se entre o percentil 50 e 75. Dois alunos apresentaram capacidade abaixo da média e dois alunos intelectualmente deficiente (quadro 7.3). Todos os alunos com moderadas dificuldades apresentaram percentil igual ou acima de 50 (quadro 7.5).

Os alunos dos dois grupos apresentaram evoluções com a prática pedagógica. Entretanto, algumas diferenças individuais devem ser ressaltadas, como DIL (dificuldade grave), que no teste de Raven apresentou resultado intelectualmente deficiente, mostrou evoluções surpreendentes entre o pré e pós-teste e na intervenção. THAI, JOC e BIA (dificuldades graves), que apresentaram capacidade abaixo da média, igualmente mostraram evoluções, ainda que em menor escala. EVE (dificuldade moderada), que no pré-teste para resolução de fatos ativos, utilizou estratégias de contagem verbal com apoio de dedos, no pós-teste, utilizou somente contagem interna e recuperação imediata. VIT (dificuldade moderada), com capacidade acima da média, aproveitou a intervenção, tendo um aumento considerável de uso de decomposição e recuperação imediata.

Como mostramos, em nosso estudo foi possível verificar algumas diferenças entre os dois grupos. Além disso, também destacamos alguns casos que sobressaíram com o desenvolvimento da prática pedagógica, apesar das atividades não terem sido diferenciadas para os alunos dos dois grupos.

A seguir, apresentamos uma análise e discussão das habilidades metacognitivas desenvolvidas durante a prática pedagógica.

9.5 DESENVOLVIMENTO DAS HABILIDADES METACOGNITIVAS

Durante a intervenção, em todas as atividades realizadas, procuramos incentivar o uso de habilidades metacognitivas nos alunos. Foram realizadas com os alunos dos dois grupos interações verbais objetivando: autopercepção da lentidão de processamento e compreensão da necessidade de armazenamento e recuperação dos fatos aditivos; autocontrole cognitivo do desempenho nas atividades realizadas; elaboração de estratégias de memorização e evolução no desempenho matemático.

Inicialmente, os alunos dos dois grupos realizavam as atividades com a preocupação de que a pesquisadora deveria dizer se a resposta final estava "certa" ou "errada" e se "valia nota". Demonstrando a falta de utilização de estratégias autorreguladoras conforme evidenciado por Meltzer e Krishnan (2007). Também ao final de algumas atividades os alunos eram solicitados a verbalizar qual estratégia utilizada para chegar a determinado resultado, como por exemplo, em 2 + 1 + 3 + 2. Foi possível observar que os alunos dos dois grupos copiavam os exemplos uns dos outros, pois não entendiam como poderiam pensar de outra forma que não fosse seguir a sequência da sentença. Mas com o desenvolvimento das atividades, interações verbais, trocas de experiências, incentivo da pesquisadora proporcionando espaço para que cada aluno pudesse fazer sua exposição, gradativamente, todos os alunos queriam contar como chegaram ao resultado. Para resolução de 5 + 4 + 1 + 6, LAR (dificuldade grave) seguiu a seguinte sequência: 5 + 1 = 6, 6 + 4 = 10, 10 + 6 =16. VIT (dificuldade moderada) fez: 6 + 5 = 11, 11 + 5 = 16.

Com o andamento das atividades, todos os alunos foram aos poucos se tornando mais confiantes e em todas as atividades queriam fazer relatos, inclusive em alguns momentos, até mesmo antes de serem solicitados pela pesquisadora. Inicialmente AMA (dificuldade grave) não se manifestava, mas com o desenvolvimento das intervenções passou a mudar de atitude. Ao final de uma atividade levantou o dedo e disse: eu quero ser a primeira a dizer como cheguei ao resultado. Em seguida, os colegas também se inscreveram para fazer seus relatos.

Verificamos que com as interações verbais tanto individuais quanto em grupos, trocas de experiências entre as crianças e incentivo para uso, por exemplo, de estratégias e procedimentos de contagem mais sofisticadas, todos os alunos, aos poucos, foram substituindo estratégias ineficientes por outras mais produtivas. Gradativamente, os alunos foram direcionando seu comportamento a metas, avaliando a eficiência e adequação de suas ações de acordo com objetivos definidos. (FUENTES, 2008). Esses resultados demonstram que a intervenção em estratégias de aprendizagem melhora o desempenho dos alunos e reduz deficiências no processamento da informação, corroborando com os achados de

Boruchovitch (1999, 2007).

Pelo exposto, foi possível constatar que, com o desenvolvimento das habilidades metacognitivas, os alunos dos dois grupos passaram a desenvolver estratégias e monitorar a própria aprendizagem. Verificamos a importância de se favorecer experiências metacognitivas, como um recurso propulsor da aprendizagem corroborando com pesquisas de Ribeiro (2003) e Matlin (2004).

Após a realização da análise e discussão dos resultados obtidos pelos alunos com graves e moderadas dificuldades na matemática na avaliação e prática pedagógica, apresentamos as conclusões de nossa pesquisa.

10 CONCLUSÕES

Neste capítulo retomamos as questões e objetivos norteadores da pesquisa, apresentamos as principais conclusões em relação à prática pedagógica e avaliações. Por fim, levantamos algumas sugestões para futuras investigações.

Em nossa pesquisa tínhamos como objetivo desenvolver uma prática pedagógica em alunos do 4º ano do ensino fundamental com graves e moderadas dificuldades em matemática com relação à recuperação mnemônica dos fatos aditivos básicos. Inicialmente, avaliamos as habilidades dos alunos (pré-teste) realizamos a intervenção, e após verificamos qual o avanço obtido pelos alunos dos dois grupos em relação à recuperação dos fatos aditivos (pós-teste).

As questões formuladas foram devidamente respondidas, pois os resultados demonstraram que todos os alunos obtiveram avanços, confirmando a eficácia da intervenção. Nossos achados são consistentes e convergem com estudos longitudinais que realizaram avaliações e intervenções com crianças com dificuldades de aprendizagem na matemática. No entanto, nosso estudo vai além, porque demonstrou que, utilizando uma combinação de abordagens de ensino direto e ensino de estratégias, os alunos com graves e moderadas dificuldades na matemática, avançaram do uso de estratégias e procedimentos de contagem para processos apoiados na memória.

Nossas descobertas apontaram também que o aumento de recuperação de fatos aditivos da memória de longo prazo melhorou a aprendizagem da matemática nos alunos dos dois grupos. Mesmo que essa evolução tenha sido maior nos alunos com moderadas dificuldades. Acentuamos ainda que essa evolução no uso de estratégias mais eficientes ocorreu com o desenvolvimento de uma prática pedagógica curta, intensiva e pontual no mesmo período escolar. Nossa pesquisa evidenciou que é possível desenvolver estratégias de ensino em alunos com dificuldades na matemática para que eles possam avançar mais rápido para o próximo nível.

Ressaltamos que foi um desafio organizar a prática pedagógica contemplando as abordagens de ensino direto e ensino de estratégias. No entanto, a combinação das abordagens foram fundamentais para a eficácia da intervenção. Apresentamos a seguir alguns dos procedimentos que foram proveitosos e que podem ser considerados em pesquisas futuras.

a) Objetivos definidos com exercícios focados na consolidação e automatização de fatos aditivos básicos.

b) Atividades com a mesma sequência em todos os encontros, iniciando com exercícios mais simples e passando para outros mais complexos.

c) A prática orientada e o tempo disponibilizado para cada atividade permitiu que fossem realizadas interações verbais da pesquisadora com os alunos, discussões e trocas de experiências entre os grupos, facilitando o ensino com significado.

d) O retorno imediato sobre a exatidão das respostas dos alunos foi fundamental, pois em várias situações não percebiam erros procedimentais.

e) Retomadas (revisões) do encontro anterior antes de iniciar novas atividades.

f) Sistematização das atividades ao final de cada encontro, seguidas de relatos dos alunos com avaliação de desempenho.

g) As oportunidades oferecidas para que os alunos pudessem responder as questões solicitadas foram fundamentais para o desenvolvimento de critério de confiança e autonomia.

h) O desenvolvimento das habilidades metacognitivas foi essencial para a compreensão dos objetivos das atividades propostas, execução de estratégias de aprendizagem e avaliação do processo de execução.

Os registros efetuados pela pesquisadora decorrentes das atividades realizadas nas diversas sessões e, ainda, os trabalhos efetuados pelos alunos dos dois grupos, permitiram algumas conclusões que passamos a enunciar.

a) No desenvolvimento da intervenção, verificamos uma evolução na resolução de todas as atividades desenvolvidas pelos alunos dos dois grupos. A atividade com somas entre 6 e 16 (exemplo, $6 + 1$, $6 + 2$, e assim por diante) e a atividade com jogos matemáticos foram as que mais provocaram desafios nos alunos. As demais atividades, apesar da maior parte delas serem realizadas diariamente na sala de aula, provocaram um certo desconforto inicial nos alunos devido à forma apresentada e à falta de conceituação necessária para resolução. Um exemplo disso, foram as atividades de representação através de desenhos e adições na reta numérica, que, num primeiro momento, não tinham significado para a maioria dos alunos dos dois grupos.

b) Ao longo das intervenções, o incentivo para que os alunos dos dois grupos aprendessem a utilizar estratégias e procedimentos de contagens de forma mais eficiente, foi essencial para o progresso dos estudantes.

c) Os alunos com graves dificuldades tiveram oportunidade de se envolver ativamente no trabalho, inclusive em alguns momentos esses alunos eram os primeiros a descobrir uma solução que melhor satisfazia as exigências do que lhes era solicitado.

d) Os alunos com moderadas dificuldades, além de fazer trocas com os demais colegas do grupo, em alguns momentos, auxiliaram os alunos com graves dificuldades fazendo demonstrações de passos para resolução de alguma atividade.

e) O trabalho em grupo teve uma evolução bastante favorável. No início do trabalho de intervenção, os alunos dos dois grupos apresentaram dificuldades em trabalhar em conjunto, não conseguindo discutir ideias entre si nem aceitar as dos colegas mas gradativamente, verificamos modificações nas atitudes que se refletiram na sala de aula, conforme relato de alguns professores.

f) Os alunos dos dois grupos apresentaram interesse pela execução das atividades propostas e, ainda mais quando a sua resolução implicava na utilização de materiais manipulativos. Tais materiais vão desde o lápis, borracha e apontador ao uso de réguas, folhas brancas, hidrocores e peças dos jogos matemáticos.

Tomando como base os resultados estatísticos obtidos pelos alunos de nossa pesquisa nas avaliações realizadas no pré e pós-teste, apresentamos a seguir algumas conclusões finais.

A Prova de Aritmética mostrou ser um instrumento eficaz para avaliar as habilidades aritméticas dos alunos antes e após a intervenção. Além disso, em nosso estudo, fomos além da sua proposta, pois o instrumento serviu também para separar os grupos em graves e moderadas dificuldades em matemática. Com os resultados da avaliação foi possível identificar quais as habilidades que estavam mais prejudicadas nos dois grupos de alunos. Os resultados totais da prova no pré e pós-teste revelaram um aumento de pontuação estatisticamente significativo para todos os alunos.

As tarefas que avaliaram as estratégias e procedimentos de contagem e recuperação dos fatos aditivos da memória, também se mostraram eficazes para identificação das dificuldades dos alunos. Com o desenvolvimento da intervenção os alunos dos dois grupos passaram a utilizar estratégias e procedimentos mais eficientes porque houve diminuição da contagem verbal com apoio dos dedos, aumento de uso das estratégias de contagem interna, uso de decomposição (somente alunos moderados) e aumento na recuperação de fatos aditivos. Esses resultados demonstram que, com a intervenção, os alunos dos dois grupos obtiveram progressos no uso de estratégias e procedimentos de contagem. Os resultados totais da tarefa somas em um minuto no pré e pós-teste apontaram um aumento de pontuação estatisticamente significativo para todos os alunos.

Apresentamos a seguir algumas limitações de nossa pesquisa. Será que os alunos de nossa pesquisa apresentavam atraso no desenvolvimento? Déficit cognitivo? Instrução inadequada? Falta de exposição a problemas aritméticos? Motivação fraca? Baixo critério de confiança? Não temos como afirmar, entretanto, nossos achados indicaram que os alunos com graves e moderadas dificuldades na aprendizagem da matemática obtiveram progressos com a prática pedagógica no mesmo período escolar. Destacamos também a falta de um grupo de controle para fazer comparação com outros grupos de alunos.

Esperamos que nosso estudo possa contribuir para futuras pesquisas, bem como trazer mais subsídios para ajudar os professores a compreender as dificuldades dos alunos e realizar intervenções adequadas. Destacamos que, além dos resultados positivos obtidos pelos alunos, a realização dessa investigação contribuiu para aprofundamento teórico e prático e consequentemente para um melhor entendimento dos obstáculos cognitivos enfrentados pelos alunos com dificuldades na aprendizagem da matemática.

REFERÊNCIAS

ASCHCRAFT, M. H.; BATTAGLIA, B. Cognitive Arithmetic: Evidence for Retrieval and Decision Processes in Mental Addition. **Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory** 1978, Vol. 4, No. 5, 527-538, 1978.

ARAÚJO, C. H.; LUZIO, N. Avaliação da Educação Básica: em busca da qualidade e eqüidade no Brasil. – Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2005.

ARAÚJO, C. H; LUZIO, N. **Educação e desigualdades regionais.** Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. 2004. Disponível em: `http://www.inep.gov.br/imprensa/artigos/desigualdades.htm` Acesso em outubro de 2008.

BADDELEY, A.; HITCH, G. J.; ALLEN, R. J.; Working memory and binding in sentence recall. **Journal of Memory and Language** 61, 2009, p. 438 – 456.

BADDELEY, A. The Episodic Buffer: A New Component of Working Memory? **Trends in Cognitive Sciences**, *v. 4,* n.11, 2000, p. 417 - 423.

BADDELEY, A. Working Memory: Looking back end looking forward**. Neuroscience**, *v.4,* oct, 2003, p. 839.

BADDELEY. A. **Working memory**. Sciencie, 255, 1992, p. 566-559.

BADDELEY, A.; HITCH, G. Working Memory. In: Recent advances in learning and motivation. Bower, G.A. (ed) pp 47-90, 1974, Academic Press.

BAILLARGEON, R. Infants' Physical World. Current Directions in Psychological Sciencie, 13, pp. 2004, 89-84.

BAILLARGEON, R. O conhecimento do mundo físico pelo bebê. Heranças piagetianas. In: HOUDÉ & MELJAC (org.) **O espírito piagetiano: homenagem internacional a Jean Piaget**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

BAILLARGEON, R.; SPELKE, E. S.; WASSERMAN, S. Object permanence in 5-month-old infants. Cognition, 20, pp. 191 – 208, 1985.

BATISTA, M. N.; CAMPOS, D. C.; (org.). Metodologias de pesquisa em ciências - análises quantitativa e qualitativas. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

BARBOSA H. H. J. Sentido de número na infância: uma interconexão dinâmica entre conceitos e procedimentos. **Paidéia**, 2007, 17 (37), pp. 181-194

BECKER, F.; FRANCO, S. R. K. (orgs.). **Revisitando Piaget.** Porto Alegre, Mediação, 1999.

BORUCHOVITCH, E. Aprender a aprender: Propostas de Intervenção em Estratégias de Aprendizagem. ETD. **Educação Temática Digital**, v. 8, pp. 156-167, 2007.

BORUCHOVITCH, E. Avaliação psicoeducacional: desenvolvimento de instrumentos à luz da psicologia cognitiva baseada na Teoria do Processamento da Informação. **Avaliação Psicológica**, São Paulo, v. 5, n. 2, pp. 145-152, 2006b.

BORUCHOVITCH, E. As estratégias de aprendizagem e o desempenho escolar de crianças brasileiras: considerações para a prática educacional. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, Porto Alegre, v.12, n. 2, pp. 361-376, 1999.

BULL, R.; ESPY, K. A. Working memory, executive functioning and children's mathematics. *In:* Developmental Cognitive Neuroscience Laboratory - **Faculty and Staff Publications.** Nebraska-Lincoln: academic press, pp. 93-123, 2006.

BUTTERWORTH, B. The development of arithmetical abilities. In: **Journal of Child Psychology and Psychiatry,** 46:1. 2005, pp. 3-18.

CAPOVILLA, A. G.; MONTIEL, J. M; CAPOVILLA F. Prova de Aritmética. In: CAPOVILLA, A. G. S.; CAPOVILLA, F. C., **Teoria e prática em avaliação neuropsicológica**. 1. ed. São Paulo, SP: Memnon, 2007. v. 1.

CAPOVILLA, A. G. S.; RAAD, A. J.; BERBERIAN, A. A.; DIAS, N. M.; TREVISAN, B. T. Avaliação de aritmética em crianças de 1ª a 4ª serie: Prova de Aritmética. In: CAPOVILLA, A. G. S.; CAPOVILLA, F. C., **Teoria e prática em avaliação neuropsicológica**. 1. ed. São Paulo, SP: Memnon, 2007. v. 1.

CASE, L. P., HARRIS, K. R.; GRAHAM, S. Improving the mathematical problem-solving skills of students with learning disabilities: Self-regulated strategy development. **Journal of Special Education,** 26, pp.1-19, 1992.

CIASCA, S., GUIMARÃES, I.; TABAQUIM M. Neuropsicologia do desenvolvimento: aspectos teóricos e clínicos. **Neuropsicologia do desenvolvimento – conceitos e abordagens.** In: MELLO, C. B.; MIRANDA, M. C. e MUSZKAT, M. São Paulo, Memnon 2006.

CORSO, L.; DORNELES, B. Senso numérico e dificuldades de aprendizagem na matemática. Revista Psicopedagogia, vol. 27 n. 83, São Paulo 2010.

CORSO, L. V. **A Busca de Relações entre Dificuldades na Leitura e na Matemática: um estudo com alunos da 3ª a 5ª série do ensino fundamental**. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

COSTA, A. C. **Ensino de Fatos Básicos Aditivos para Crianças com Transtorno de Déficit de Atenção/Hiperatividade (TDAH): possibilidades de intervenção pedagógica na aritmética**. Tese (Doutorado em Educação) Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

CRESWELL, J. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativos, quantitativo e misto,** Porto Alegre, Artmed, 2007.

DEHAENE, S.; COHEN, L. Towards an anatomical and functional model of number processing. **Mathematical Cognition**, *v.1*, n1, pp. 83-120, 1995.

DEHAENE, S. MOLKO, N.; COHEN, L.; WILSON, A. Arithmetic and the brain. Current Opinion in Neurobiology. **Cognitive neuroscience**, v.14, pp. 218 – 224, 2004.

DOMAHS, F.; DELAZER, M. Some assumptions and facts about arithmetic facts. **Psychology Science**, 47 (1), pp. 96-111, 2005.

DORNELES, B. V. Crianças com dificuldades de aprendizagem na matemática: um grupo desconhecido. In: Enricone J. e Goldbert, K. (org). **Necessidades educativas especiais: subsídios para a prática educativa**. Erechim: EDIFAPES, 2007.

DORNELES, B. V. **Escrita e Número: Relações Iniciais.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

FERREIRO, E. **Cultura escrita e educação**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

FERREIRO, E. **Vigência de Jean Piaget.** México: Siglo Veintiuno, 1999.

FIORI, N. **As neurociências cognitivas**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

FLAVELL, J. Piaget e a psicologia contemporânea do desenvolvimento cognitivo. In: HOUDÉ; MELJAC (org.) **O espírito piagetiano: homenagem internacional a Jean Piaget**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

FLAVELL J. Metacognition and Cognitive Monitoring: A New Area of Cognitive - Developmental Inquiry. **American Psychologist,** Vol. 34, No. 10, pp. 906-911, 1979.

FLAVELL, J. H.; WELLMAN, H. M. Metamemory. Em R. V. Kail & J. W. Hagen (Orgs.), **Perspetives on the development of memory and cognition** (pp. 3-33). 1977, Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

FRANCO, S. R. K. **O Construtivismo e a Educação.** 6ª. ed. Porto Alegre: Mediação, 1997.

FUCHS, D.; FUCHS, L.; COMPTON D. Identifying reading disabilities by responsiveness to-instruction: specifying measures and criteria.**Learning Disability Qiinrterly** - Volume 27, Fait, 2004.

FUCHS, L.; FUCHS, D.; HOLLENBECK, K. Extending Responsiveness to Intervention to Mathematics at First and Third Grades.**Learning Disabilities Research & Practice**, v. 22, n. 1, pp. 13–24, 2007.

FUCHS, D.; FUCHS, L.; COMPTON D.; HOBBS, N. **Ideas in Action**, Vanderbilt University, Peabody College, pp. 12-14, Spring 2007.

FUENTES, D.; MALLOY-DINIZ, L. F.; CAMARGO, C. H. P.; COSENZA, R. M. **Neuropsicologia teoria e prática**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

GELMAN, R.; GALLISTEL, C. R. The child's understanding of number. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.

GELMAN, R.; MECK, E. Preschoolers' counting: Principles before skill. *Cognition,* 13, pp. 343-359, 1983.

GAZZANIGA, M. S.; IVRY R. B. MANGUN, G. R. **Neurociência Cognitiva.** Porto

Alegre. Artmed, 2006.

GEARY, D. C.; HOARD, M. K.; BYRD-CRAVEN, J.; NUGENT, L.; NUMTEE, C. Cognitive Mechanisms Underlying Achievement Deficits in Children With Mathematical Learning Disability. **Child Development,** July/August 2007, Volume 78, Number 4, Pages 1343 – 1359.

GEARY, D. C. Development of mathematical understanding. In D. Kuhl & R. S. Siegler (Vol. Eds.), Cognition, perception, and language, Vol 2 (pp. 777-810). W. Damon (Gen. Ed.), **Handbook of child psychology** (6th Ed.). New York: John Wiley & Sons, 2006.

GEARY, D. C. Mathematics and learning disabilities. **Journal of Learning Disabilities**, *37,* pp. 4–15, 2004.

GEARY, D. C. Reflections of evolution and culture in childrens cognition: implications for mathematical development and instruction. American Psychologist 50: 24Ð37, 1995.

GEARY, D. C.; HOARD, M. K. Learning disabilities in basic mathematics: Deficits in memory and cognition. In J. M. Royer (Ed.), Mathematical cognition (pp. 93-115). Greenwich, CT: Information Age Publishing, 2002.

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 Disability. **Journal of Experimental Child Psychology**, 77, pp. 36–263, 2000.

GEARY, D. C. From infancy to adulthood: the development of arithmetical abilities. **European Child and Adolescent Psychiatry**, 9, pp. 11-16, 2000.

GEARY, D. C. A Componential analysis of an early learning déficit in mathematics. **Journal of Experimental Child Psychology**, 49, pp. 363-383, 1990.

GERSTEN, R.; CHARD, D. Number Sense: rethinking arithmetic instruction for students with mathematical disabilities.**Journal of Special Education,** New York, v. 33, n.1, pp. 18 -28, 1999.

GERSTEN, R.; JORDAN, N.; FLOJO, J. Early Identification and Interventions for Students with Mathematical Difficulties. **Journal of Learning Disabilities,** Chicago, v.38, n. 4, pp. 293-304, 2005.

GOLBERT, C. S; MÜLLER, G. C. Intervenção psicopedagógica nas dificuldades de aprendizagem na matemática. In: José M. Montiel; Fernando C. Capovilla. (Org.). **Atualização em Transtornos de Aprendizagem**. São Paulo, 2009, v. 1.

GOLBERT, C. S. Processos cognitivos na aprendizagem da matemática: habilidade no sistema de números através de jogo matemático [recurso eletrônico]. In: **Seminário Pesquisa em Educação Região Sul** (7.: 2008 jun. 22-25: Itajaí (SC)) Pesquisa em educação e inserção social. Itajaí (SC): [UNIVALI], 2008. 1 CD-ROM 21 f.

GOLBERT, C. S.; MORAES, A. B.; MÜLLER, G. C. Aprendizagem da Matemática: Avaliação e intervenção nos processos cognitivos utilizados pelos alunos. In: **Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino** (14. : 2008b 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 CDROM 1 f.

GOLBERT, C. S. **Novos rumos na aprendizagem da matemática**. Porto Alegre, Editora Mediação, 2002.

GOLBERT, C. S. **Matemática nas séries iniciais: o sistema decimal de numeração.** Porto Alegre, Editora Mediação, 2000.

GOLBERT, C. S. **Jogos Matematicos Athurma Quantifica e Classifica**. Porto Alegre, Editora Mediação, 1997.

GOLBERT, C. **S. Ação psicopedagógica nas dificuldades de aprendizagem na matemática: uma abordagem neuropsicológica.** UFRGS, 2007. (Projeto de Pesquisa).

GRÉGOIRE, J. **Évaluer les apprentissages: les apports de la psychologie cognitive.** Perspectives em Éducation. Départment de Boeck Université. Paris, Bruxelas, 2 ed. 1999.

GRIFFIN, S. **Early intervention for children at risk of developing mathematical learning difficulties.** In D.B. Berch & M. M. Mazzocco (Eds.), Why is Math So Hard for Some Children? The Nature and Origins of Mathematical Learning Difficulties and Disabilities,(pp. 373-396), 2007. Baltimore, MD: Brookes Publishing.

HAMANN, N. S.; Y ASHCRAFT, M. H. Textbook presentations of the basic of the basic additions facts.**Cognition and instruction**, 3, pp. 173-192, 1986.

HOUDÉ, O. Se développer, c'est apprendre à inhiber.**La recherche,** juillet-août, 388 pp. 74-77, 2005.

HOUDÉ O. **A gênese da cognição. O espírito piagetiano e as perspectivas atuais**. In: HOUDÉ & MELJAC (org.) O espírito piagetiano: homenagem internaconal a Jean Piaget. Porto Alegre: Artmed, 2002.

IFRAH, G. **Os números: a história de uma grande invenção**. Rio de Janeiro: Globo, 1989.

JORDAN, N.; HANICH, L. Characteristics of children with moderate mathematics deficiencies: A longitudinal perspective. **Learning Disabilities Research & Practice**, *18*, 213 – 221, 2003.

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**, *74*, pp. 834–850, 2003.

JOU, G. I.; SPERB, T. M. A metacognição como estratégia reguladora da aprendizagem. **Psicologia: reflexão e crítica,** 19 (2), pp. 177-185, 2006.

KAMII, C.; HOUSMAN, L. B. **Crianças pequenas reinventam a Aritmética: implicações da teoria de Piaget**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.

KESSELRING, T. **Jean Piaget.** 2. Ed. Petrópolis: Vozes, 1992. 285 p.

KISHIMOTO, T. M.**O brinquedo na educação: considerações históricas. Série Idéias.** n. 7, São Paulo: FDE, 1995. p. 39-45.

INHELDER, B.; CELLÉRIER, G. (Org.). **O Desenrolar das Descobertas da Criança: um estudo sobre as microgêneses cognitivas**. Porto Alegre, Artes Médicas, 1996.

LABRIMP. **Laboratório de Brinquedos e Materiais Pedagógicos.**Disponível em:

http://www.fe.usp.br/laboratorios/labrimp/index.html Acesso em 23/09/2011.

LAVILLE, C.; DIONE, J. **A Construção do Saber**. Porto Alegre: Artmed, 1999.

MACHADO, R. C. M.; MAIA, V.; MALUF, J. L.; MÜLLER, G. C.; GOLBERT, C. Estudo longitudinal de crianças com dificuldades na matemática. In: VI Congresso Brasileiro de Tecnologia e (Re)Habilitação Cognitiva, 2008, São Paulo. **Dementia & Neuropsichologia**. São Paulo, 2008. v. 2. pp.. 55-55.

MAYER, R. E. Cognitive, metacognitive, and motivational aspects of problem solving. **Instructional Science** 26:49–63, 1998. 49 Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands

MACEDO, L. Jogos e sua Importância na Escola. In: **Cadernos de Pesquisa**. São Paulo: Cortez, nº 93, 1995.

MACEDO, L.; PETTY, A. L. S; PASSOS, N. C. **Aprender com jogos e situações problemas.** Porto Alegre: Artmed, 2000.

MACEDO, L. ; PETTY, A. L. S.; PASSOS, N. C. **4 cores, senha e dominó: Oficinas de jogos em uma perspectiva construtiva.** São Paulo: Casa do Psicólogo, 1997 - (Coleção de psicologia e Educação).

MATLIN, M. W. **Psicologia Cognitiva.** Rio de Janeiro: LTC Editora, 2003.

MCLEAN, J. F.; HITCH, G. J. Working memory impairments in children with specific arithmetic learning difficulties. **Journal of Experimental Child Psychology,** 74, 240 – 260, 1999.

MCCLOSKEY, M.; CARAMAZZA, A.; BASILI, A. Cognitive mechanisms in number processing and calculation: Evidence from dyscalculia. **Brain and Cognition**, 4, 171 – 196, 1985.

MELTZER, L.; KRISHNAN, K. Executive Functions Difficulties and Learning Disabilities. In: Meltzer, L. (ed.), **Executive Function in Education: From Theory to Practice**, New York: The Guilford Press, 2007, 81.

MELLO, C; XAVIER, G. **Neuropsicologia do desenvolvimento – conceitos e abordagens.** In: MELLO, C. B.; MIRANDA, M. C. e MUSZKAT, M. São Paulo, Memnon 2006.

MINAYO, M. C. **O desafio do conhecimento**. São Paulo, Editora Hucitec, 2007.

MIRANDA, M. C.; MUSKAT, M. **Neuropsicologia do desenvolvimento**. In Neuropsicologia Hoje. ANDRADE, SANTOS e BUENO (org.). São Paulo, Artes Médicas, 2004.

MIRAS, M. Um ponto de partida para a aprendizagem de novos conteúdos: os conhecimentos prévios. In: COOL, C (Orgs.) **O construtivismo na sala de aula.** 6ª ed. São Paulo: Ática, 2006.

MOURA, M. O. O jogo e a construção do conhecimento matemático. **Série Idéias** n. 10, São Paulo: FDE, 1992. p. 45-52.

MÜLLER, G. C. **Em busca da superação para as dificuldades de aprendizagem**

em matemática: estudo sobre a recuperação dos fatos aditivos básicos da memória. Porto Alegre: UFRGS, 2010. Projeto (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

MÜLLER, G. C.; GOLBERT, C. S. Intervenção Psicopedagógica em alunos com Dificuldades na Matemática. In: **VI Congresso Internacional de Educação UNISINOS**, Novo Hamburgo, 2009.

MÜLLER, G. C. **Compreendendo os Procedimentos de Adição de Alunos de 4ª série: um estudo a partir da Epistemologia Genética**. Porto Alegre: UFRGS, 2003. (Dissertação de Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

NUMBER WORLDS. **Prevention/Intervention Math Program**. Disponível em: `http://www.flnumberworlds.com/authors.html` Acesso em 02.09.2011.

NUMBER WORLDS. **Prevention/Intervention Math Program**. `http://clarku.edu/numberworlds/index.html` Acesso em 02.09.2011.

NUNES, T. CAMPOS, T; MAGINA, S.; BRYANT, P. **Educação Matemática**. 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,** *61*, p. 27 – 59, 1996.

OKAMOTO *et al.* Exploring the macrostructure of children's central conceptual structures in the domains of number and narrative. **Monographs of the Society for Research in Child Development**, *61*, p. 27–59, 1996.

OLIVEIRA, V. B. **Aprendizagem e Desenvolvimento Neuropsicológico via Jogos de Regras.** In: Temas Multidisciplinares de Neuropsicologia e Aprendizagem. Ribeiro do Valle, L. E. & Capovilla, F. Ribeirão Preto, Tecmedd, 2004.

ORRANTIA, J. Dificultades en el aprendizaje de las matemáticas: uma perspectiva evolutiva. **Revista Psicopedagogia**. Nº 71, 2006.

ORRANTIA, J. Las dificultades en el aprendizaje del cálculo desde el punto de vista cognitivo. **Premios Nacionales de Investigación Educativa**, Madrid, n. 1, p. 75-102, 2000.

PASSOLUNGHI, M. C.; VERCELLONI, B.; SCHADEE, H. The precursors of mathematics learning: working memory, phonological ability and numerical competence. **Cognitive Development**, v.22, p.165-184, 2007.

PASTOR, I. **Alterações do processamento do cálculo em pacientes com doença de alzhaimer**. Madrid: Ed. IMERSO.2008, 171p.

PIAGET, J.; GARCIA, R. **Hacia una logica de significaciones**. Buenos Aires, Centro Editor de America Latina, 1988.

PIAGET, J. **A Equilibração das Estruturas Cognitivas**: **o problema central do desenvolvimento.** Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

PIAGET, J. (1970) **A Epistemologia Genética**. São Paulo: Martins Fontes, 1990.

PINA, P. B. A. **Investigação e Estatística com o Epilnfo**. Gabinete de Investigação e Estatística. Delegação Regional do Algarve do Instituto da Droga e Toxicodependência, Portugal, 2005. Disponível em: `http://www.saudepublica.web.pt/03-investigacao/031-epiinfoinvestiga/dedutiva.htm`. Acesso em 16/08/2010.

PINHEIRO, M. As bases biológicas da neuropsicologia: uma contribuição à formação de educadores. **Temas sobre desenvolvimento**, v.14, n.83-84, p. 4-13, 2005-6.

POZO, J. I. *et al.* La solución de problemas. **Editorial Santillana**, Madrid, 1994.

POZO, J. I. M. Adquisición de estrategias de aprendizaje. **Revista Cuadernos de Pedagogía**, Nov. 1989

PRESSLEY, M. Comprehension instruction: What makes sem se now, what might make sem se soon. **Reading Online,** *5* (2), 2001, September. Disponível em: `http://www.readingonline.org/articles/art_index.asp?HREF=/articles/handbook/pressley/index.html`

RAMANI, G. B.; SIEGLER, R. S. Reducing the gap in numerical knowledge between low- and middle-income preschoolers. **Journal of Applied Developmental Psychology**, 2011.

RAMANI, G. B.; SIEGLER R. S. Promoting Broad and Stable Improvements in Low-Income Children's Numerical Knowledge Through Playing Number Board Games. **Child Development,** March/April 2008, Volume 79, Number 2, Pages 375 – 394

RÄSÄNEN P.; SALMINENA, J.; WILSONB, A.; AUNIOA, P.; DEHAENE, S. Computer-assisted intervention for children with low numeracy skills. **Cognitive Development** 24, p. 450 – 472, 2009.

RAVEN, J. C.; RAVEN, J.; COURT, J. H. Matrizes progressivas coloridas de RAVEN: manual. Editora: CEPA, Casa do Psicólogo: São Paulo, 1988.

RIBEIRO C. Metacognição: Um Apoio ao Processo de Aprendizagem Psicologia: **Reflexão e Crítica**, 2003, 16 (1), pp. 109-116.

SAEB. Matemática: orientações para o professor, Saeb/Prova Brasil, 4ª série/5º ano, ensino fundamental. – Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2009. 118 p. : il.

SANTANA, S. M.; ROAZZI, A.; DIAS, M. G. B. B. Paradigmas do desenvolvimento cognitivo: uma breve retrospectiva. **Estudos de Psicologia**, 11 (1), p. 71-78, 2006.

SANTOS, F. H. SILVA, P. A. Prejuízos específicos em habilidades matemáticas de crianças com transtornos de aprendizagem In: José M. Montiel; Fernando C. Capovilla. (Org.). **Atualização em Transtornos de Aprendizagem**. São Paulo, 2009, v. 1

SANTOS, F.; MELLO, C. Memória operacional e estratégias de memória na infância. In: **Neuropsicologia Hoje**. Andrade, Santos e Bueno (organizadores). São Paulo, Artes Médicas, 2004.

SANTOS, F. H. **Sistemas de Memória**. 2004. Disponível em: `http://www.atlaspsico.com.br/COLABORADORES_sistema_de_memoria.htm` Acesso em 12/08/2011.

SIEGEL, D. **A Mente em desenvolvimento: para uma neurobiologia da experiência interpessoal.** Lisboa, Instituto Piaget, 1999.

SIEGLER, R. S. Improving the numerical understanding of children from lowincome families. **Child Development Perspectives**, 3, p. 118-124, 2009.

SIEGLER, R. S. Individual differences in strategy choices: Good students, not-so-good students, and perfectionists. **Child Development**, 59, 1988, p. 833-851.

SIEGLER, R. S. The perils of averaging data over strategies: An example from children's addition. **Journal of Experimental Psychology: General**, 116, p. 250 – 264, 1987.

SIEGLER, R. S.; RAMANI, G. B. Playing linear numerical board games promotes low-income children's numerical development. **Developmental Science,** 11, p. 655-661, 2008.

SIEGLER, R. S.; SHRAGER, J. Strategy choice in addition and subtraction: How do children know what to do? In C. Sophian (Ed.), **Origins of cognitive skills**, (pp. 229 – 293) 1984. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

SOLÉ, I; COLL, C. Os professores e a concepção construtivista. In: COOL, C (Orgs.) **O construtivismo na sala de aula.** 6ª ed. São Paulo: Ática, 2004.

SPRENGER, M. **Memória: como ensinar para o aluno lembrar**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

STERNBERG, R. **Psicologia Cognitiva**. Porto Alegre, Artmed, 2008.

SWANSON, H. L; SACHSE-LEE, C. A meta-analysis of single-subject-design intervention research for students with LD. Journal of Learning Disabilities; Mar/Apr2000, Vol. 33 Issue 2, p114, 23p, 3 charts, 2 graphs.

SWANSON, H. L; HOSKYN, M.; LEE, C. Intervention for Students with learning disabilities: A Meta-Analysis of Treatment Outcomes. New York: Guilford Press, 1999a.

SWANSON, H. L. Reading Research for Students with LD: A Meta-Analysis of Treatment Outcomes. In: **Journal of Learning Disabilities**, v. 32, n. 6, Nov/Dec 1999b, pp. 504-532.

WIDAMAN, K.; LITTLE, T.; GEARY, D.; CORMIER, P. Individual Differences In The Development Of Skill In Mental Addition: Internal And External Validation Of Chronometric Models. **Learning and Individual Differences**, Volume 4. Number 3. 1992, pages 167-213. 1992.

WYNN, K. Addition and subtraction by human infants. **Nature**, 358, pp. 749 – 751, 1992.

WYNN, K. Children's acquisition of the number words and the counting system. **Cognitive Psychology**, 24, pp. 220-251, 1992.

VANDERHEYDEN, A. M.; WITT, J. C. Quantifying the context of assessment: Capturing the effect of base rates on teacher referral and a problem-solving model of identification. **School Psychology Review**,34, pp. 161 – 183. 2005.

VASCONCELOS, C. C. **Ensino-aprendizagem da Matemática: velhos proble-**

mas, novos desafios. 2000. Disponível em: `http://www.ipv.pt/millenium/20ect6.htm` Acesso em: 27/10/2011

VASCONCELOS, L. Neuropsicologia da atividade matemática: aspectos funcionais. In: **Neuropsicologia e Aprendizagem**. Sociedade Brasileira de Neuropsicologia, Tecmed, 2005.

APÊNDICE A

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE EDUCAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Antes da participação do aluno nesta pesquisa, é preciso esclarecer alguns detalhes importantes, para que possíveis dúvidas sejam resolvidas. A pesquisa intitulada Dificuldades de Aprendizagem na Matemática: um estudo de intervenção com alunos do 4º ano do ensino fundamental, será realizada pela pedagoga Gessilda Cavalheiro Müller, doutoranda da UFRGS, sob a orientação do Prof. Dr. Sérgio Roberto Kieling Franco, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação, durante o período letivo de 2010. Em caso de qualquer outra dúvida quanto à pesquisa ou sobre os seus direitos, a família poderá contatar a responsável pela pesquisa: Gessilda, pelo telefone (51) 983.986.12.

Como será a participação do meu (minha) filho (filha) nesta pesquisa? Num primeiro momento, as crianças serão avaliadas, no segundo momento será realizada uma prática pedagógica que será desenvolvida na escola durante o horário de aula. A duração de cada encontro é de aproximadamente 1 hora. O aluno que participar da pesquisa, deverá se comprometer a comparecer a todos os encontros. Caso o seu (sua) filho (a) falte a 2 (dois) encontros, mesmo com justificativa, serão automaticamente desligados da pesquisa.

Quais os riscos em participar? Não há nenhum desconforto, nem risco a ser esperado nesta pesquisa.

O que a criança ganha com este estudo? Este estudo poderá trazer vários benefícios. O conhecimento que será obtido sobre o desempenho escolar dos alunos tem grande importância para os estudos na área da matemática.

Quais são os direitos dos alunos? Os dados pessoais dos alunos serão mantidos em sigilo e os resultados da pesquisa serão divulgados somente em eventos e publicações científicas. A participação na pesquisa é voluntária, e em qualquer momento, o aluno poderá decidir não continuar participando deste estudo.

Informações: As entrevistas e a prática pedagógica serão gravadas e fotografadas.

....

Assinatura do Pesquisador — Porto Alegre, 04 de maio de 2010.

....Recortar e devolver para a pesquisadora

Autorizo que meu (minha) filho (a).. participe da pesquisa Dificuldades de Aprendizagem em Matemática: um estudo sobre a recuperação dos fatos aditivos da memória da Faculdade de Educação da UFRGS.

______________________________ ____________

Assinatura dos pais ou responsável — Data

APÊNDICE B

Tarefa adaptada a partir de atividades realizadas em pesquisas de Siegler e Shrager (1984) Geary, Hamson e Hoard (2000).

Tarefa 2 - Somas em um minuto

Nome: ____

Idade: ____________ Data:___________________________ Turno:____________

Escola: ____________________________________ Prof.: ___________________

2 + 2 =	2 + 7 =	8 + 5 =
3 + 1 =	8 + 2 =	9 + 2 =
3 + 2 =	6 + 4 =	3 + 9 =
4 + 1 =	5 + 6 =	9 + 9 =
4 + 3 =	7 + 3 =	7 + 9 =
2 + 4 =	4 + 7 =	8 + 7 =
3 + 4 =	6 + 6 =	8 + 8 =
5 + 2 =	6 + 5 =	7+ 7 =
6 + 1 =	3 + 8 =	9 + 6 =
5 + 3=	9 + 4 =	8 + 9 =
7 + 1 =	8 + 4 =	9 + 7 =
2 + 6 =	5 + 9 =	9 + 8 =

APÊNDICE C

Procedimentos das atividades de intervenção

BLOCO 1 (ENCONTROS 1, 2, 3, 4)

1º Encontro

Atividade 1

Essa atividade teve como objetivo: (a) verificar como os alunos resolviam oralmente fatos aditivos com resultados até 10, (b) identificar quais as estratégias de contagens (dedos, verbal, interna, decomposição e recuperação) e os procedimentos (contar tudo, contar na sequência, contar a partir do maior) eram utilizados pelos alunos. Inicialmente foi apresentada para os alunos uma cartela contendo fatos aditivos e cada aluno, na sua vez, deveria realizar os cálculos oralmente. Durante o desenvolvimento da atividade foi dado incentivo ao uso de estratégias e procedimentos de contagens. No quadro A1 podemos visualizar os fatos aditivos com resultados até 10 que foram apresentados para os alunos.

Quadro A1: Fatos aditivos com somas até 10 para resolução oral

2 + 1 =	4 + 2 =	4 + 3 =
3 + 5 =	6 + 4 =	2 + 6 =
8 + 2 =	2 + 7 =	2 + 3 =

Fonte: Dados da pesquisa

Atividade 2

Essa atividade teve como objetivo verificar quantos fatos aditivos com resultados até 10 os alunos resolviam por escrito. Cada aluno recebeu uma folha contendo os mesmos cálculos apresentados anteriormente na qual deveriam escrever individualmente o resultado de cada fato aditivo. Após a finalização, os cálculos foram retomados em conjunto. Nessa atividade, os materiais para representação foram retirados e foram disponibilizados lápis e borracha. No quadro A2 podemos visualizar exemplo da atividade 2.

Quadro A2: Fatos aditivos com somas até 10 para resolução por escrito

Nome:	Escola:	Data:
2 + 1 =	4 + 2 =	4 + 3 =
3 + 5 =	6 + 4 =	2 + 6 =
8 + 2 =	2 + 7 =	2 + 3 =

Fonte: Dados da pesquisa

Atividade 3

Essa atividade foi realizada sem o uso do material manipulativo e teve como objetivo (a) consolidar a automatização dos fatos aditivos, (b) observar que estratégias os alunos utilizavam, (c) verificar quantas repetições eram necessárias para que o aluno lembrasse toda a sequência. Inicialmente foi apresentada uma cartela para que o grupo de alunos pudesse ver todas as possibilidades para chegar ao resultado, por exemplo, somas para chegar a 6 (5 + 1, 4 + 2, 3 + 3, 2 + 4, 1 + 5). A seguir, cada um na sua vez, lia em voz baixa e memorizava a sequência dos fatos aditivos constantes na cartela. Após um minuto, a cartela era virada na mesa e o aluno dizia os fatos aditivos que lembrava e a pesquisadora fazia o registro no protocolo do aluno. Caso o aluno não lembrasse toda sequência, a cartela era novamente disponibilizada e ele fazia nova repetição dos fatos aditivos. A seguir, nos quadros A3 e A4 podemos visualizar a cartela com fatos aditivos apresentados para o aluno e o protocolo de anotações da pesquisadora.

Quadro A3: Cartela da atividade 3 apresentada ao aluno.

6
5+1
4+2
3+3
2+4
1+5

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro A4: Protocolo para anotações da atividade 3.

6	A	B	C	D	E
5+1					
4+2					
3+3					
2+4					
1+5					

Fonte: Dados da pesquisa

Atividade 4

Essa atividade tem como objetivo verificar a representação dos fatos aditivos através de desenhos e adições na reta numérica.

a) Representação de fatos aditivos através de desenhos: inicialmente as crianças receberam folhas contendo fatos aditivos (exemplo: 5 + 1; 4 + 2; 3 + 2). Os alunos foram orientados a descobrir o que estava sendo solicitado e deveriam resolver as adições. Após a resolução, os alunos foram questionados sobre a representação através de desenhos e vários exemplos foram construídos. Após, cada aluno fez a representação na sua folha. No quadro A5 podemos visualizar exemplo da atividade.

Quadro A5: Representação de fatos aditivos através de desenhos.

5 + 1= . . .	4 + 2= . . .	3 + 2= . . .

Fonte: Dados da pesquisa

b) Adições na reta numérica: As crianças receberam folhas com fatos aditivos e retas numéricas (exemplo de adições: 5 + 1; 4 + 2; 3 + 2). Os alunos foram orientados a descobrir o que estava sendo solicitado e deveriam resolver as adições. Após a resolução, os alunos foram questionados sobre adições na reta numérica e vários exemplos foram construídos. Após, cada aluno fez a adição na reta na sua folha. No quadro A6 podemos visualizar exemplo da atividade.

Quadro A6: Adições na reta numérica.

5 + 1 =

Fonte: Dados da pesquisa

2º Encontro

Inicialmente foi realizada uma retomada do primeiro encontro e cada aluno fez comentários sobre as atividades que foram realizadas anteriormente. Após, iniciamos a atividade 1 e foram disponibilizados aos alunos, materiais manipulativos para que fossem usados caso sentissem necessidade de representação.

Atividade 1

Foi apresentado ao grupo de alunos um cartão contendo fatos aditivos com resultados entre 7 e 9 (exemplo: 2 + 5; 7 + 2) os alunos foram orientados, a cada um na sua vez, resolver os fatos oralmente e se possível dizer como chegou ao resultado.

Atividade 2

Cada aluno recebeu uma folha contendo os mesmos cálculos apresentados anteriormente na qual deveriam escrever individualmente o resultado de cada fato aditivo. Foram disponibilizados lápis e borracha, mas os materiais para representação foram retirados.

Atividade 3

Inicialmente foi realizada com os alunos uma retomada dos fatos aditivos com somas para chegar a 6, a seguir, foi apresentada uma cartela para que os alunos pudessem ver todas as possibilidades para chegar a 7 (7 + 1, 7 + 2, ...). A seguir, cada um na sua vez, lia em voz baixa e memorizava a sequência dos fatos aditivos constantes na cartela. Após um minuto a cartela era virada na mesa e o aluno dizia os fatos aditivos que lembrava e a pesquisadora registrava no protocolo. Se o aluno não conseguia lembrar-se de toda sequência, a cartela era novamente disponibilizada e ele fazia nova repetição dos fatos aditivos até acertar tudo.

Atividade 4

Inicialmente foram relembradas as atividades anteriores e após os alunos resolveram primeiro as representações dos fatos aditivos através de desenhos e depois as adições na reta numérica.

a) Representações através de desenhos: as crianças receberam folhas com fatos aditivos (exemplo: 1+ 6; 4 + 3; 5 + 2) e deveriam resolvê-los e representar através de desenhos.

b) Adições na reta numérica: as crianças receberam uma folha com fatos aditivos (exemplos: 4 + 4; 6 + 2; 3 + 5) e com reta numérica e deveriam realizar as adições.

3º Encontro

Inicialmente foi realizada uma retomada do segundo encontro. A seguir, iniciamos a atividade 1, foram disponibilizados aos alunos materiais manipulativos para que usassem caso sentissem necessidade de representação.

Atividade 1

Foi apresentado ao grupo de alunos um cartão contendo fatos aditivos com resultados entre 9 e 11 (exemplos: 5 + 4; 9 + 2), os alunos foram orientados, a cada um na sua vez, resolver os fatos e se possível dizer como chegou ao resultado.

Atividade 2

Cada aluno recebeu uma folha contendo os mesmos cálculos apresentados anteriormente na qual deveriam escrever individualmente o resultado de cada fato aditivo. Foram disponibilizados lápis e borracha, mas os materiais para representação foram retirados.

Atividade 3

Inicialmente foi realizada retomada com os alunos dos fatos aditivos anteriores (6 e 7) a seguir, foi apresentada uma cartela para que o grupo de alunos pudessem ver todas as possibilidades para chegar a 8 (8 + 1, 8 + 2, ...). A seguir, cada um na sua vez lia em voz baixa e memorizava a sequência dos fatos aditivos constantes na cartela. Após um minuto a cartela era virada na mesa e o aluno dizia os fatos aditivos que lembrava e a pesquisadora registrava no protocolo. Se o aluno não conseguia lembra-se de toda sequência, a cartela era novamente disponibilizada e ele fazia nova repetição dos fatos aditivos até acertar tudo.

Atividade 4

Foram relembradas as atividades anteriores e após os alunos resolveram primeiro as representações dos fatos aditivos através de desenhos e depois as adições na reta numérica.

a) Representações através de desenhos: as crianças receberam folhas com três fatos aditivos (ex., 5 + 3; 5 + 5; 7 + 2) e deveriam resolvê-los e representar através de desenhos.

b) Adições na reta numérica: as crianças receberam folhas com fatos aditivos (ex., 4 + 5; 8 + 2; 4 + 6) e reta numérica e deveriam realizar as adições.

4º Encontro

No quarto encontro utilizamos o jogo matemático Habical 0.1 [1] para fazer uma retomada dos fatos aditivos trabalhados anteriormente, bem como, facilitar o armazenamento e a automatização dos fatos. O jogo matemático era composto por números de 0 a 5 com resultados até 12. Inicialmente os alunos tomaram contato com as peças do jogo, realizaram individualmente, algumas operações (exemplo: 4 + 2 + 1 + 0) solicitadas pela pesquisadora conforme protocolo (Apêndice D). A seguir, cada aluno recebeu algumas peças do jogo para que representassem através de desenhos e registrassem as adições. Após, os alunos realizaram em grupo algumas jogadas seguindo as regras do jogo. Maiores explicações sobre as regras do jogo (Anexo D).

BLOCO 2 – (ENCONTROS 5, 6, 7, 8)

5º Encontro

No primeiro momento, foi realizada uma retomada do encontro anterior. A seguir, os alunos receberam uma folha com algumas operações do jogo matemático (exemplo: 2 + 3 + 5 + 1) e realizaram algumas somas oralmente. Foram feitas discussões sobre quais foram as estratégias utilizadas para chegar ao resultado a seguir, cada aluno realizou as adições individualmente. Dando continuidade, iniciamos a atividade 1 e foram disponibilizados aos alunos materiais manipulativos para que usassem caso sentissem necessidade de representação.

Atividade 1

Apresentamos ao grupo de alunos um cartão contendo fatos aditivos com resultados entre 9 e 11 (exemplo: 4 + 6; 4 + 2 + 4) os alunos foram orientados, a cada um na sua vez, resolver os fatos e se possível dizer como chegou ao resultado.

---

[1] O Jogo matemático Habical 0.1 faz parte da coleção Athurma (GOLBERT, 2002).

Atividade 2

Cada aluno recebeu uma folha contendo os mesmos cálculos apresentados anteriormente na qual deveriam escrever individualmente o resultado de cada fato aditivo. Foram disponibilizados lápis e borracha, mas os materiais para representação foram retirados.

Atividade 3

Essa atividade foi desenvolvida seguindo os mesmos procedimentos já descritos anteriormente. Nesse encontro foi realizada retomada dos fatos aditivos 6, 7 e 8.

Atividade 4

Inicialmente foram relembradas as atividades anteriores e após os alunos resolveram primeiro as representações dos fatos aditivos através de desenhos e depois as adições na reta numérica.

a) Representações através de desenhos: as crianças receberam folhas com fatos aditivos (exemplos: 6 + 5; 7 + 2; 8 + 2) e deveriam resolvê-los e representar através de desenhos.

b) Adições na reta numérica: as crianças receberam folhas com fatos aditivos (exemplos: 4 + 5; 3 + 7; 2 + 2 + 3) e reta numérica e deveriam realizar as adições.

6º Encontro

Inicialmente foi realizada uma retomada do quinto encontro. A seguir, iniciamos a atividade 1 e foram disponibilizados aos alunos materiais manipulativos para que usassem caso sentissem necessidade de representação.

Atividade 1

Foi apresentado ao grupo de alunos um cartão contendo fatos aditivos com resultados entre 10 e 12, (exemplos: 2 + 3 + 5; 5 + 2 + 5) os alunos foram orientados, a cada um na sua vez, resolver os fatos e se possível dizer como chegou ao resultado.

Atividade 2

Cada aluno recebeu uma folha contendo os mesmos cálculos apresentados anteriormente na qual deveriam escrever individualmente o resultado de cada fato aditivo. Foram disponibilizados lápis e borracha, mas os materiais para representação foram retirados.

Atividade 3

Essa atividade foi desenvolvida seguindo os mesmos procedimentos já descritos anteriormente. Nesse encontro foi realizada retomada dos fatos aditivos 7 e 8 e apresentada cartela com fatos aditivos com somas para chegar a 9.

Atividade 4

Inicialmente foram relembradas as atividades anteriores e após os alunos resolveram primeiro as representações dos fatos aditivos através de desenhos e depois as adições na reta numérica.

a) Representações através de desenhos: as crianças receberam folhas com fatos aditivos (exemplos: 7 + 3; 8 + 4; 5 + 3 + 2) e deveriam resolvê-los e representar através de desenhos.

b) Adições na reta numérica: as crianças receberam folhas com fatos aditivos (exemplos: 7 + 3; 3 + 7) e reta numérica e deveriam realizar as adições.

7º Encontro

No primeiro momento foi realizada uma retomada do sexto encontro. A seguir, iniciamos a atividade 1 e foram disponibilizados aos alunos materiais manipulativos para que usassem caso sentissem necessidade de representação.

Atividade 1

Foi apresentado ao grupo de alunos um cartão contendo fatos aditivos com resultados entre 10 e 13 (exemplo: 4 + 2 + 5; 6 + 2 + 5) os alunos foram orientados, a cada um na sua vez, resolver os fatos e se possível dizer como chegou ao resultado.

Atividade 2

Cada aluno recebeu uma folha contendo os mesmos cálculos apresentados anteriormente na qual deveriam escrever individualmente o resultado de cada fato aditivo. Foram disponibilizados lápis e borracha, mas os materiais para representação foram retirados.

Atividade 3

Essa atividade foi desenvolvida seguindo os mesmos procedimentos já descritos anteriormente. Nesse encontro foi realizada retomada dos fatos aditivos 8 e 9 e apresentada cartela com fatos aditivos com somas para chegar a 10.

Atividade 4

Foram relembradas as atividades anteriores e após os alunos resolveram as representações dos fatos aditivos através de desenhos e depois as adições na reta numérica.

a) Representações através de desenhos: as crianças receberam folhas com fatos aditivos (exemplos: 4 + 8; 2 + 2 + 6) e deveriam resolvê-los e representar através de desenhos.

b) Adições na reta numérica: as crianças receberam folhas com fatos aditivos (exemplos: 4 + 5; 3 + 2 + 5) reta numéricos e deveriam realizar as adições.

8º Encontro

No oitavo encontro foi realizada uma retomada dos três últimos encontros. As crianças experienciaram um jogo matemático adaptado do jogo Habical 0.1. O jogo matemático eram composto por números de 0 a 5 com resultados entre 9 e 11. Os alunos tomaram contato com as peças do jogo, realizaram, individualmente, as operações (exemplo: 2 + 0 + 5 + 2) solicitadas pela pesquisadora conforme protocolo, realizaram representação das peças através de desenhos e registro das operações. Após, realizaram em grupo, algumas jogadas seguindo as regras do jogo. Maiores explicações sobre as regras do jogo.

BLOCO 3 – (ENCONTROS 9, 10, 11, 12)

Nesse último bloco a sequência das atividades é a mesma dos encontros anteriores, a diferença e a complexidade das tarefas. A seguir mostraremos resumidamente as atividades desenvolvidas e os fatos aditivos que foram apresentados aos alunos ao longo dos encontros.

9º Encontro

No primeiro momento do encontro foram realizadas atividades orais e por escrito de retomada do jogo matemático (exemplo: 5 + 2 + 2 + 0). A seguir, foram realizadas as outras atividades como segue:

Atividade 1

Os alunos realizaram somas orais com resultados entre 13 e 14, com material à disposição (exemplos: 4 + 4 + 5; 8 + 4 + 2).

Atividade 2

Os alunos realizaram, por escrito, as mesmas somas apresentadas anteriormente.

Atividade 3

Essa atividade foi desenvolvida seguindo os mesmos procedimentos já descritos anteriormente. Nesse encontro foi realizada retomada dos fatos aditivos com somas para chegar a 9 e a 10.

Atividade 4

Os alunos realizaram representação dos fatos aditivos através de desenhos (exemplos: 6 + 7; 6 + 4 + 4) e adições na reta numérica (exemplo: 3 + 10).

10º Encontro

No primeiro momento do encontro foram realizadas atividades orais de retomada do encontro anterior. Após foram realizadas as atividades como segue:

Atividade 1

Os alunos realizaram somas orais com resultados entre 13 e 14 com material à disposição (exemplos: 8 + 5; 3 + 11).

Atividade 2

Os alunos realizaram, por escrito, as mesmas somas apresentadas anteriormente.

Atividade 3

Essa atividade foi desenvolvida seguindo os mesmos procedimentos já descritos anteriormente. Neste encontro foi realizada retomada das somas para chegar a 10 e apresentação de nova cartela com fatos aditivos com somas para chegar a 11.

Atividade 4

Os alunos realizaram representação dos fatos aditivos através de desenhos (exemplos: 11 + 5; 6 + 8) e adições na reta numérica (exemplo: 7 + 5).

11º Encontro

No primeiro momento do encontro foram realizadas atividades orais de retomada do encontro anterior. Após foram realizadas as atividades como segue:

Atividade 1

Os alunos realizaram somas orais com resultados entre 14, 15, 16 com material à disposição (exemplo: 8 + 6; 12 + 4).

Atividade 2

Os alunos realizaram por escrito, as mesmas somas apresentadas anteriormente.

Atividade 3

Essa atividade foi desenvolvida seguindo os mesmos procedimentos já descritos anteriormente. Neste encontro foi realizada apresentação de cartelas com fatos aditivos com somas para chegar a 12 e a 13.

Atividade 4

Os alunos realizaram a representação dos fatos aditivos através de desenhos (exemplo: 8 + 8; 3 + 8 + 5) e adições na reta numérica (exemplo: 10 + 5).

12º Encontro

Nesse encontro, num primeiro momento os alunos experienciaram o jogo matemático com números de 0 a 7 e somas com resultados entre 14 e 16 (exemplos: 5 + 3 + 2 + 4; 3 + 5 + 6 + 2). Foram seguidos os mesmos procedimentos já realizados nos encontros 4 e 8.

Nesse encontro, além do jogo, também foi realizada a finalização da atividade 3 desenvolvida nos encontros anteriores, isso porque tínhamos como objetivo fazer atividades com somas até 16. A atividade foi desenvolvida seguindo os mesmos procedimentos já descritos anteriormente. Nesse encontro foi realizada apresentação de cartelas com fatos aditivos com somas para chegar a 14, 15 e 16.

ATIVIDADES COMPLEMENTARES

Além das atividades acima descritas, organizamos algumas atividades complementares para serem realizadas ao longo das intervenções.

1. Para que os alunos pudessem desenvolver estratégias mais eficientes de contagem foram realizadas contagem de 2 em 2, de 3 em 3, 4 em 4, 5 em 5, etc., em alguns momentos utilizando materiais manipulativos e em outros somente oral.
2. Para que os alunos pudessem avançar nos conhecimentos da linha numérica, foram desenvolvidas várias atividades envolvendo a identificação de numerais indicados pela pesquisadora, representação da quantidade através de desenhos e também adições na reta numérica.
3. Para o desenvolvimento de habilidades metacognitivas, foram realizadas com as crianças em todas as atividades de intervenção, interação verbal com a pesquisadora, objetivando: (a) o autocontrole cognitivo do desempenho nas atividades realizadas, (b) os avanços no desempenho matemático, (c) a autopercepção da dificuldade de armazenamento e de recuperação dos fatos aditivos, (d) a autopercepção da lentidão de processamento e compreensão da necessidade de armazenamento e recuperação dos fatos aditivos, (e) a autopercepção da necessidade do aumento da velocidade de processamento, (f) a elaboração de estratégias de memorização.
4. Desenhos livres: Durante os encontros foram disponibilizados folhas, lápis, borracha e canetas hidrocores para que os alunos pudessem realizar desenhos livres.

Foram organizadas algumas atividades de consolidação para que os alunos dos dois grupos realizassem em casa. Para cada bloco de atividades foi organizada uma folha com exercícios.

- Tema 1: Resolução de fatos aditivos, resolução e representação de fatos aditivos através de desenhos, adições na reta numérica, escrita de números de 2 em 2 até 8; de 3 em 3 até 12; 4 em 4 até 12; 5 em 5 até 50; 10 em 10 até 100.

- Tema 2: Resolução de fatos aditivos, resolução e representação de operações através de desenhos, adições na reta numérica, escrita de números de 2 em 2 até 12; de 3 em 3 até 15; de 4 em 4 até 16 e de 5 em 5 até 35.

- Tema 3: Resolução de fatos aditivos, resolução e representação de operações através de desenhos, escrita em ordem crescente e decrescente, e escrita por extenso.

APÊNDICE D

PROTOCOLO - JOGO HABICAL 0.1 (GOLBERT, 2002)

Nome:... Escola:.................................... Data:.............

1ª Situação-problema

O aluno toma contato com o material: 32 "escadas", com números de 0 a 5; 30 fichas e 20 "botões".

Entrevistador: O que estás vendo aqui? Que valores têm nas peças?

( ) O aluno manuseia todo o material e identifica os diferentes valores

( ) O aluno manuseia as peças e identifica alguns valores

( ) O aluno não manuseia as peças e identifica poucos valores

2ª Situação-problema

Entrevistador: O que nos poderíamos fazer com estas peças?

____

____

Manipulação das peças organização de uma figura e representação através de desenho e adições.

____

3ª Situação-problema

O entrevistador apresenta uma peça (escada) .... e solicita que o aluno realize a soma:

( ) O aluno diz rapidamente o resultado.

( ) O aluno soma .... e depois diz ....

( ) O aluno precisa do apoio de material e/ou dedos para chegar ao resultado.

____

O entrevistador apresenta uma peça (escada) .... e solicita que o aluno realize a soma:

( ) O aluno diz rapidamente o resultado.

( ) O aluno soma .... e depois diz ....

( ) O aluno precisa do apoio de material e/ou dedos para chegar ao resultado.

O entrevistador apresenta uma peça (escada) .... e solicita que o aluno realize a soma:

( ) O aluno diz rapidamente o resultado.

( ) O aluno soma .... e depois diz ....

( ) O aluno precisa do apoio de material e/ou dedos para chegar ao resultado.

4ª Situação-problema

Como jogo de regras. O entrevistador e os alunos jogam o Habical 0.1

Protocolo do jogo matemático Athurma - Habical 0.1 – Colégio: .... Data:..........

Aluno	1ª jogada	2ª jogada	3ª jogada

O mesmo protocolo foi utilizado para as outras versões do jogo matemático.

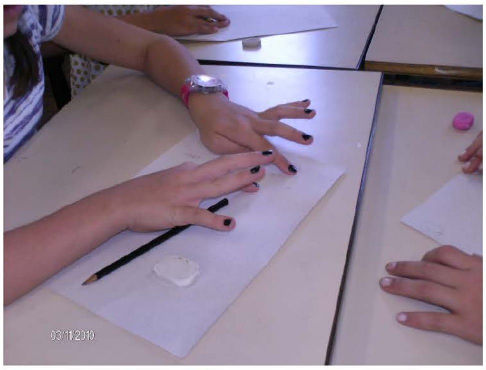
PROTOCOLO - JOGO HABICAL 0.1 (1ª versão nº de 0 a 5 – somas com resultados entre 9 a 11)

PROTOCOLO - JOGO HABICAL 0.1 (2ª versão nº de 0 a 7 – somas com resultados entre 14 e 16)

APÊNDICE E

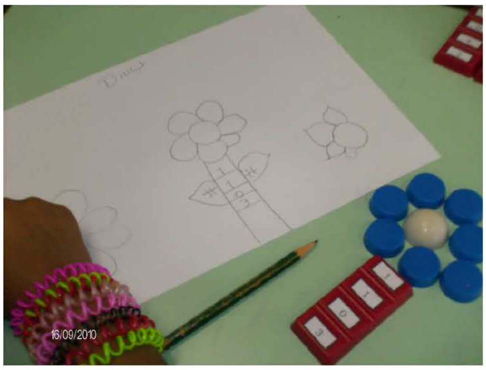
Imagens dos alunos com graves e moderadas dificuldades durante a realização das atividades de intervenção

1) Contagem nos dedos para resolução dos fatos aditivos

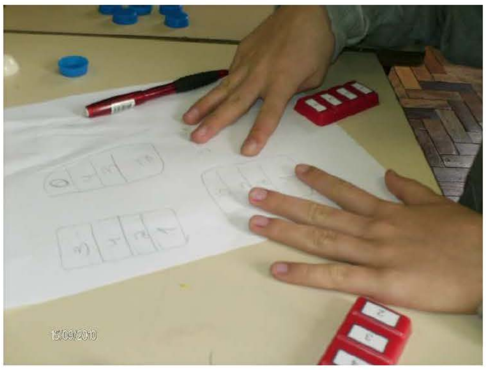


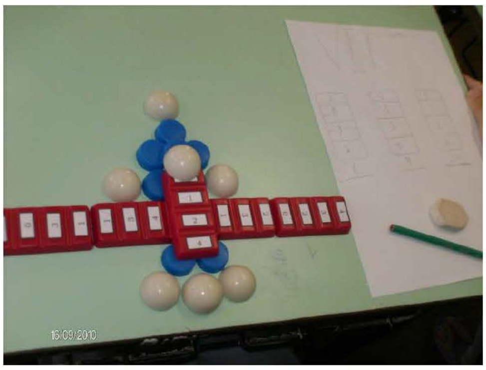
2) Resolução oral e escrita dos fatos aditivos utilizando dedos e fichas

3) Construção de formas com as peças dos jogos na mesa e representação no papel



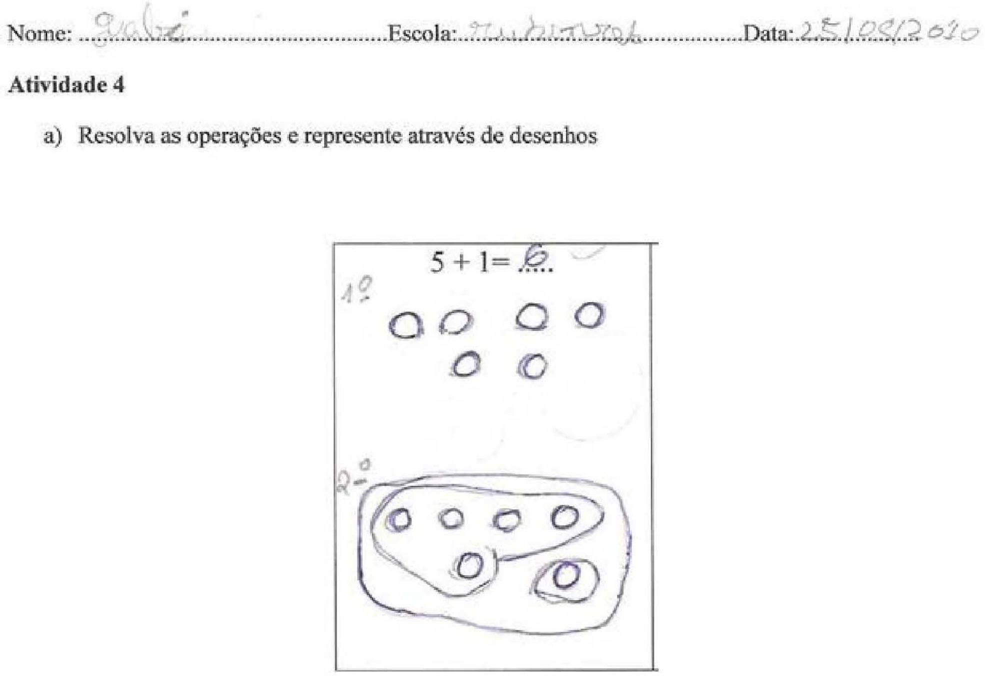
4) Adições com os valores das peças do jogo e representação no papel



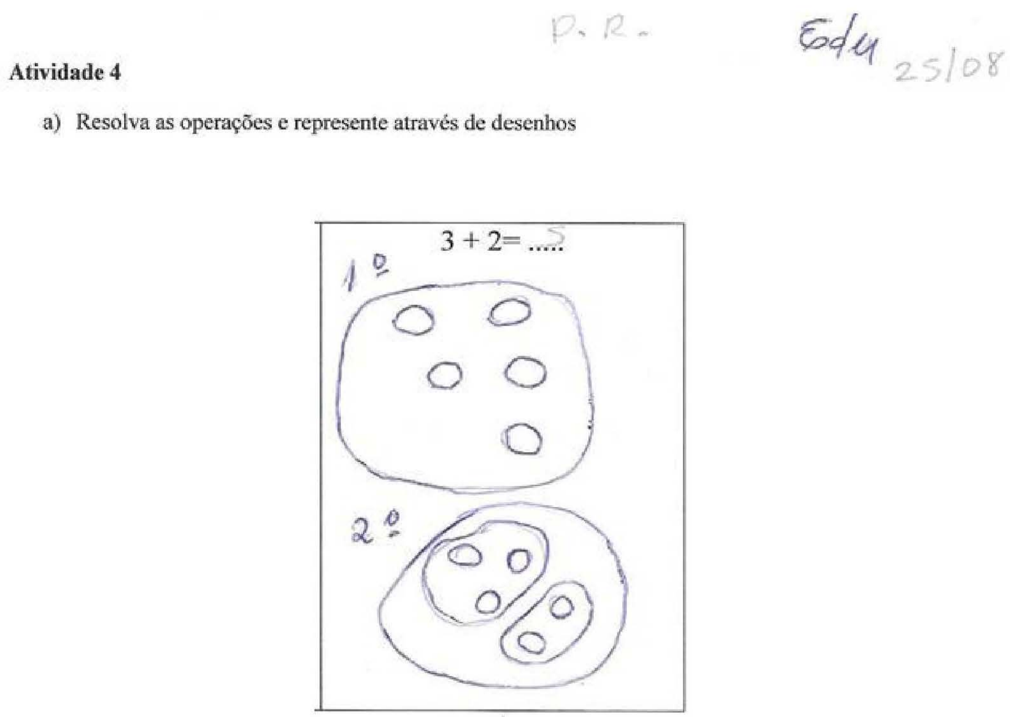


Exemplos de representação de fatos aditivos através de desenhos (Gabi, Edu e Thai)

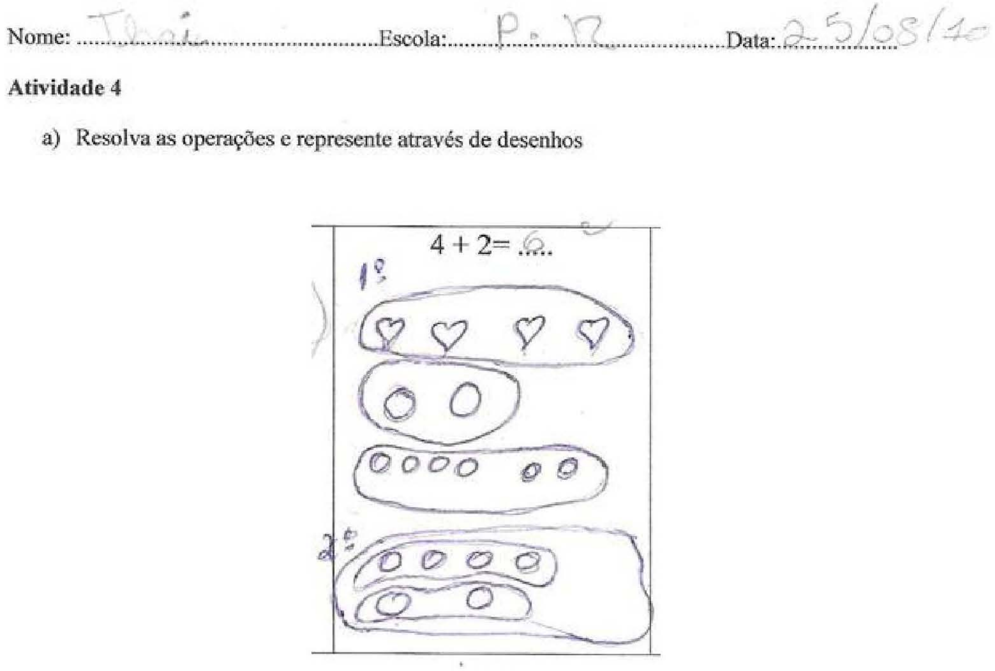
Gabi (dificuldade grave) 5 + 1 =



Edu (dificuldade moderada) 3 + 2 =

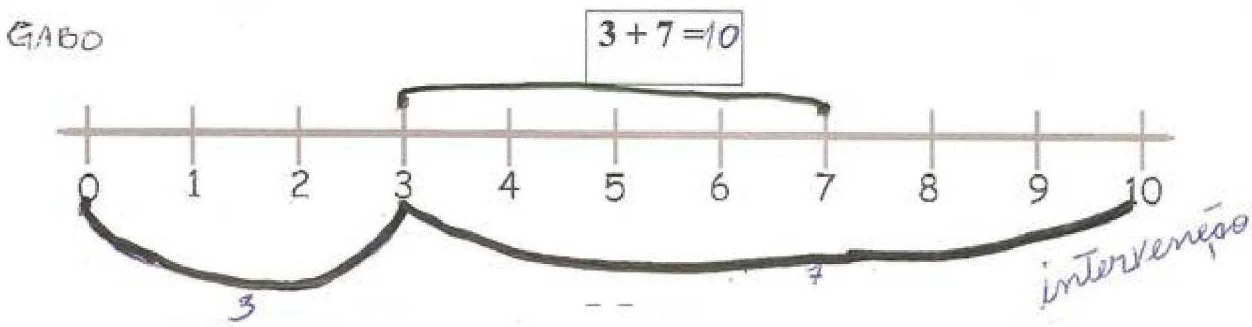


Thai (dificuldade grave) 4 + 2 =

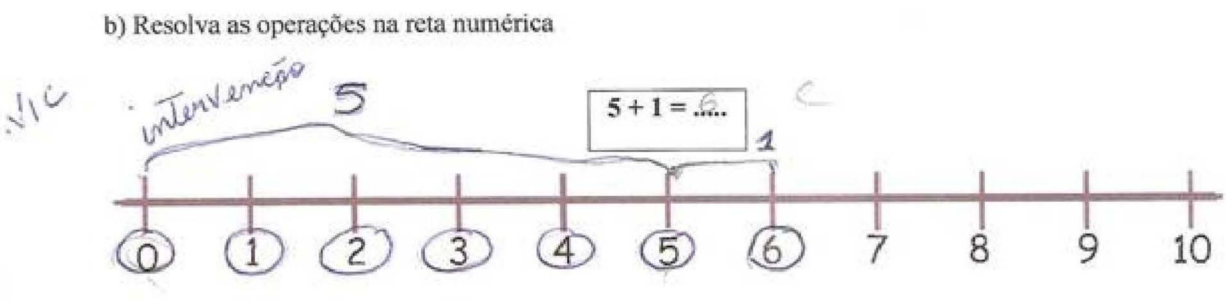


Exemplos de adições na reta numérica (Gabo e Nic)

Gabo (dificuldade grave) 3 + 7 =



Nic (dificuldade moderada) 5 + 1 =



ANEXO A

Prova de Aritmética
Folha do Aluno

Alessandra Gotuzo Seabra Capovilla
José M. Montiel
Fernando C. Capovilla

Nome: ______________________________ Série: ________

1a) Você verá alguns números. Escreva os nomes deles.

8 ______________________________
37 ______________________________
60 ______________________________
152 ______________________________
7.048 ______________________________

1b) Escreva os números que você vai ouvir:

______ ______ ______ ______ ______

2a) Escreva os números, a partir do número 50, em ordem crescente, de dois em dois números. A seqüência já está começada, você deve continuar:

50 52 ______________________________

2b) Escreva os números, a partir do 30, em ordem decrescente, de três em três números. A seqüência já está começada, você deve continuar:

30 27 ______________________________

3) Observe os números abaixo e circule, em cada par, qual é o *maior*.

8 ______ 2
69 ______ 97
731 ______ 602
136 ______ 100

4) Nesta página há algumas contas. Você deve resolver as que você souber.

$\begin{array}{r} 3 \\ +5 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 7 \\ +4 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 28 \\ +60 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 39 \\ +46 \\ \hline \end{array}$
$\begin{array}{r} 9 \\ -4 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 12 \\ -5 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 36 \\ -25 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 58 \\ -29 \\ \hline \end{array}$
$\begin{array}{r} 4 \\ \times 2 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 30 \\ \times 3 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 46 \\ \times 2 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 26 \\ \times 14 \\ \hline \end{array}$
$9 \,\lfloor\, 3$	$48 \,\lfloor\, 4$	$42 \,\lfloor\, 3$	$90 \,\lfloor\, 15$

5) Você vai ouvir algumas contas. Eu vou falar e você deverá resolver, escrevendo a conta neste papel.

1) 2) 3) 4)

5) 6) 7) 8)

9) 10) 11) 12)

13) 14) 15) 16)

6) Agora você lerá quatro problemas por escrito e deverá solucioná-los, escrevendo a resposta correta.

1) João tinha quatro maçãs e ganhou mais oito. Com quantas maçãs João ficou?

2) Maria tinha treze livros mas perdeu dois. Com quantos livros Maria ficou?

3) Na classe existem trinta alunos. Cada aluno tem dois cadernos. Quantos cadernos existem na classe?

4) A professora tinha vinte lápis. Ela dividiu os lápis entre os cinco alunos da sala. Quantos lápis cada aluno ganhou?

ANEXO B

TAREFA 1

Estratégias e procedimentos de contagem e de recuperação dos fatos aditivos da memória

Tarefa retirada da pesquisa de Geary, Hamson e Hoard (2000) protocolo adaptado por Corso (2008) - autorizada a utilização pela autora.

Nome: ____

Idade: ___________ Data:__________________________ Turno:____________

Escola: ___________________________________ Prof.: ___________________

Problema	Contagem verbal usando os dedos			Contagem interna			Decomposição	Recuperação
	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								

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

ANEXO C

SUBTAREFA 1.1

Estratégias e procedimentos de contagem e de recuperação dos fatos aditivos da memória

Tarefa retirada da pesquisa de Geary, Hamson e Hoard (2000) protocolo adaptado por Corso (2008) - autorizada a utilização pela autora.

Nome: ____

Idade: __________ Data:_____________________ Turno:__________

Escola: _____________________________ Prof.: ________________

Problemas	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		

ANEXO D

Jogo Matemático Athurma Habical 0.1

Versão original: somas até 12 (GOLBERT, 2002, p. 119-120)

Materiais: O jogo é composto dos seguintes materiais:

- 20 "botões" (número 1 da figura);
- 30 fichas para contagem (número 2 da figura);
- 32 "escadas" com números de 0 a 5 (número 3 da figura).

Procedimento: Inicialmente, o material é colocado na mesa para que as crianças observem e o manipulem. O educador explica que o jogo se desenvolve em torno das adições dos números que constam nas "escadas". As peças são viradas com os números para baixo. A cada jogada, os participantes viram uma "escada", cada um. Somam os números que nela constam, fazendo o uso das fichas para contagem, se necessário, (exemplo: 2 + 3 + 0 + 4). O jogador que fizer a soma mais alta na jogada ganha um "botão" e, em caso de empate, ambos recebem um "botão". As jogadas se sucedem, até que todas as "escadas" tenham sido desviradas. Vence o participante que tiver acumulado o maior número de "botões".

O mesmo procedimento foi utilizado nas outras versões do jogo matemático.

Segunda versão: resultados com somas entre 9 e 11.

Terceira versão: resultados com somas entre 14 e 16.