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

Eliane Kiss de Souza

FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES NA ÁREA DA MATEMÁTICA INICIAL

Porto Alegre
2014

Eliane Kiss de Souza

FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES NA ÁREA DA MATEMÁTICA INICIAL

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

Orientadora:
Prof.ª Dr.ª Beatriz Vargas Dorneles

Linha de pesquisa: Psicopedagogia, Sistemas de Ensino/Aprendizagem e Educação em Saúde

Porto Alegre
2014

CIP - Catalogação na Publicação

Souza, Eliane Kiss de
Formação Continuada de Professores na Área da Matemática Inicial / Eliane Kiss de Souza. -- 2014.
173 f.

Orientadora: Beatriz Vargas Dorneles.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação, Porto Alegre, BR-RS, 2014.

1. Conceitos Iniciais da Matemática. 2. Anos Iniciais do Ensino Fundamental. 3. Estratégias. 4. Avaliação em Larga Escala. 5. Formação Continuada de Professores. I. Dorneles, Beatriz Vargas, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Eliane Kiss de Souza

FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES NA ÁREA DA MATEMÁTICA INICIAL

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

Orientadora:
Prof.ª Dr.ª Beatriz Vargas Dorneles

Aprovada em 21 de fevereiro de 2014.

Prof.ª Dr.ª Beatriz Vargas Dorneles - Orientadora

Prof. Dr. Sergio Roberto Kieling Franco - UFRGS

Prof.ª Dr.ª Rosane da Conceição Vargas - PUC-RS

Prof.ª Dr.ª Maria Cecília Bueno Fischer - UNISINOS

Dedico esta tese aos meus filhos, Glauber, Claiton e Higor, e ao meu esposo, Dilson, por apoiarem o meu empenho no sentido do aperfeiçoamento profissional, por compreenderem "o tempo" destinado à pesquisa e pelo auxílio importante para a superação dos obstáculos encontrados no decorrer desta produção.

AGRADECIMENTOS

À professora orientadora, Dr.ª Beatriz Vargas Dorneles, pela paciência e pelas orientações, que me levaram a repensar concepções teóricas referentes à atuação docente, à formação de professores, aos conceitos iniciais no ensino da Matemática e a produção escrita, aprimorando minha prática.

Às direções das seguintes instituições de ensino: Escola Estadual de Ensino Fundamental General João Borges Fortes e Colégio Estadual 25 de Julho, pelo apoio na busca de aperfeiçoamento profissional.

Ao esposo e filhos, pelas orientações técnicas quanto ao uso de tecnologias da informação e da comunicação, indispensáveis nesta pesquisa.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGEDU), pelo apoio, pela amizade e pela compreensão no processo de compartilhar os seus saberes. Agradeço também pelas críticas construtivas e pela possibilidade de vivenciar um universo de experiências, ativando a construção do conhecimento, a criatividade e a produção textual.

Aos colegas, em especial, aos do grupo de pesquisa, pela amizade e pelas trocas comuns, na busca de um mesmo ideal, ainda que por caminhos diferentes; pelo carinho e pelos estímulos, que amenizaram ansiedades, e pelas sugestões para melhorar a qualidade do trabalho realizado.

Aos componentes da banca de qualificação, pela disponibilidade, confiança no trabalho desenvolvido, críticas construtivas e sugestões, que ajudaram em meu crescimento pessoal e profissional.

Às supervisoras da Secretaria de Educação da Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo, por consentirem o desenvolvimento da pesquisa na rede de ensino, em especial à Assessora Mirela Stefânia Pacheco (SMED/NH), pelo apoio recebido na coleta de dados.

Às professoras que participaram do programa de formação continuada, enfrentado comigo esse desafio.

Às direções e à equipe pedagógica das escolas que anuíram à coleta de dados em seus estabelecimentos.

Aos alunos que participaram da aplicação dos blocos, sem os quais não seria possível concretizar este trabalho.

Às alunas do Curso Normal-Aproveitamento, que comigo compartilharam as correções dos blocos.

Ao Núcleo de Assessoria Estatística (NAE), pelas orientações recebidas referentes às análises dos dados.

"Ensinar não é transferir
conhecimento, mas criar as
possibilidades para a sua produção
ou a sua construção."

(Paulo Freire)

RESUMO

Essa tese tem como objetivo verificar se um programa de formação continuada de curta duração, para professores, melhora o desempenho dos alunos do 3º ano do Ensino Fundamental, em relações numéricas, quanto à composição aditiva, ao raciocínio aditivo e ao raciocínio multiplicativo, e se esse desempenho é significativo a ponto de se manter por seis meses. A fundamentação teórica revisou o processo de desenvolvimento das habilidades e dos conceitos matemáticos iniciais, e a discussão a respeito dos saberes docentes. O método compreendeu um estudo teórico e correlacional de caráter quali-quantitativo. Foi realizada, também, análise documental da Avaliação em Larga Escala e da legislação relacionada. A parte de campo envolveu dois grupos experimentais A e B, e um grupo controle, constituídos por alunos do 3º ano do Ensino Fundamental, e um programa de formação continuada para os professores regentes dos grupos experimentais. A amostra correspondeu a 248 alunos e 16 professores. No grupo experimental A, foram 93 alunos e seis professores, que participaram da formação por convocação obrigatória. Já no grupo experimental B, o estudo envolveu 121 alunos, com oito professores que buscavam aperfeiçoamento profissional. No grupo controle, foram envolvidos 34 alunos, sendo que os dois professores não participaram da formação. Partimos da coleta de informações sobre o nível conceitual dos alunos e, em função de tal nível, foi planejado o programa de formação continuada. Um bloco com dez questões foi aplicado aos alunos, em três momentos distintos: como pré-teste, antes da formação; como pós-teste 1, logo após o término da formação; e como pós-teste 2, seis meses depois. Para os professores dos grupos experimentais, foram aplicados dois questionários e uma ficha de autoavaliação. No programa de formação continuada, foram realizadas duas palestras e oito oficinas. Os resultados da ANOVA indicam diferença significativa do desempenho dos alunos. O grupo experimental B registrou maior impacto no desempenho dos alunos e maior percentual de utilização das estratégias econômicas, com uso de cálculos numéricos, na resolução das situações-problema. Os alunos do grupo controle utilizaram estratégias iniciais/simples em todos os blocos aplicados. A aprendizagem manteve-se, por seis meses, em ambos os grupos. Nas considerações finais, analisamos a formação continuada como uma oportunidade para os professores construírem saberes sobre os conceitos matemáticos iniciais, mas a eficácia depende diretamente da concepção dos professores sobre a formação continuada, do seu comprometimento com a aprendizagem e do trabalho a partir do nível conceitual dos alunos.

Palavras-chave: Conceitos Iniciais da Matemática. Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Estratégias. Avaliação em Larga Escala. Formação Continuada de Professores.

SOUZA, Eliane Kiss. **Formação Continuada de Professores na Área da Matemática Inicial** - Porto Alegre. 2014. 172f. + Apêndices e Anexos. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação, Porto Alegre, 2014.

ABSTRACT

The primary aim of this thesis is to analyse whether a short-term continued education programme designed to qualify teachers helps to improve third graders' performance regarding number relations: additive composition and reasoning, and multiplicative reasoning and if any such improvement is maintained after six months. The theoretical review includes the development of the early mathematical skills and concepts, the strategies used to solve problems, the concept of early evidence-based teaching, the project "*Ensinar é Construir*" (Teaching is Building – NUNES et al., 2009), the Brazilian legislation concerning the guidelines for continued education and teacher qualification. Based on the concept of evidence-based teaching, information regarding the conceptual level of learners was gathered and, from this starting point, the continued education programme was planned. The method contemplated a correlational study of a quantitative scope for both the experimental groups (A and B) and the control group, which were comprised of third graders, and a continued education programme for the teachers of the experimental groups. Pre- and post-tests were applied to the students. The participating teachers were interviewed and completed a self-assessment form. The test applied to the students comprised ten questions, one per page, as follows: two additive composition questions; six additive reasoning problems, two simple problems regarding the relationship between the parts and the whole, two inverted problems regarding the relationship part-whole, and two problems of comparison; and two multiplicative reasoning questions. The results in the pre-test, applied in the first quarter of 2011, were used as a guideline for the organization of the continued education programme. The same test was reapplied as a post-test 1 after the continued education programme, and as post-test 2 six months later. The 14 teachers who participated in the continued education programme were divided into two groups A and B. Group A was made up of teachers obliged to participate and group B by teachers seeking professional development. The sample consisted of 248 students allocated into three groups according to the status of the teacher, obliged or voluntary participation: 93 students in experimental group A and 121 in experimental group B. The control group consisted of 34 students whose teachers did not participate in the continued education programme. Most of the students improved the process of learning the early Mathematical concepts. During the meetings of the continued education programme, theoretical and practical activities were undertaken. ANOVA showed there was a significant improvement in the results achieved by the students in experimental group B who also showed the highest percentage of economic strategy use in the post-test. The control group used uneconomic strategies, such as counting, to solve both pre- and post-test problems. Learning remained the same in both the control and experimental groups for six months. The study concludes that the continued education programme had a statistically significant influence on the performance and in the progress of the strategies used in problem-solving situations with additive composition, additive and multiplicative reasoning in the experimental group B, whose teachers participated of the continued education programme in search of professional development.

Keywords: Early Mathematical Concepts. First Years of Primary School. Strategies. Continued Education Programme.

SOUZA, Eliane Kiss. *Formação Continuada de Professores na Área da Matemática Inicial* – Porto Alegre. 2014. 172f. + Appendixes. Doctoral Thesis in Education – Federal University of Rio Grande do Sul, School of Education, Graduate Program in Education, Porto Alegre, 2014.

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE QUADROS

LISTA DE GRÁFICOS

LISTA DE SIGLAS

ANA	Avaliação Nacional da Alfabetização
ANEB	Avaliação Nacional da Educação Básica
ANOVA	Análise de Variância (*Analysis of Variance*)
CEB	Câmara de Educação Básica
CEFAM	Centro Específico de Formação e Aperfeiçoamento do Magistério
CNE	Conselho Nacional de Educação
CRE	Coordenadoria Regional de Educação
ENADE	Exame Nacional de Desempenho de Estudantes
ENCCEJA	Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
FAMURS	Federação das Associações dos Municípios do Rio Grande do Sul
IC	Intervalo de Confiança
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
IE	Índice de Eficácia Escolar
INEP	Instituto Nacional de Estudos e de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
MEC	Ministério da Educação
OCDE	Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PDE	Plano de Desenvolvimento da Escola
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Alunos (*Programme for International Student Assessment*)
PNAIC	Pacto Nacional pela Alfabetização da Idade Certa
SAEB	Sistema de Avaliação da Educação Básica
SAERS	Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Rio Grande do Sul
SINAES	Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior
SINEPE	Sindicato dos Estabelecimentos do Ensino Privado do Rio Grande do Sul
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UNDIME	União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação
UNESP	Universidade Estadual Paulista
USP	Universidade São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO

A presente tese tem como objeto de estudo a formação continuada e os conceitos matemáticos iniciais. Pretendemos verificar se uma formação continuada de curta duração para professores melhora o desempenho dos alunos do 3º ano do Ensino Fundamental, com relação aos conhecimentos sobre relações numéricas quanto à composição aditiva, ao raciocínio aditivo e ao raciocínio multiplicativo. Isso significa, nos objetivos específicos: desenvolver um programa de formação continuada, de curta duração, para professores; verificar os saberes dos professores sobre relações numéricas e o desempenho dos alunos do 3º ano do Ensino Fundamental quanto às relações numéricas; e analisar a eficiência do programa de formação continuada no desempenho dos alunos, a ponto de se manter por seis meses.

A proposição dessa tese decorre de uma série de percepções e de um processo de estudos e práticas acadêmicas. A experiência, como professora de Didática da Matemática e Supervisora de Estágio Curricular, em curso de formação de professores em Nível de Ensino Médio-Curso Normal e Aproveitamento de Estudos, levou-nos a uma busca de atualização frente a concepções sobre raciocínio aditivo e multiplicativo, na resolução de situações-problema, com o uso de estratégias e conceitos matemáticos iniciais, a fim de melhorar o "quefazer"[1] docente e, consequentemente, a aprendizagem dos alunos em relação aos saberes docentes.

No atual contexto, para conquistar uma escola de qualidade social na Educação Básica, o foco passa do professor e do ensino para o aluno e a aprendizagem. Essa conquista depende da garantia do acesso, da inclusão e da permanência dos alunos na escola, bem como do sucesso na aprendizagem. Além disso, depende da redução da evasão, da retenção e da distorção série-idade. Em relação ao sucesso na aprendizagem, os resultados da avaliação em larga escala servem como indicadores para elencar necessidades, visando ações pedagógicas para melhorar a qualidade da Educação Básica.

---

[1] A expressão "quefazer" refere-se à ação/reflexão/ação sobre seu próprio fazer, isto é, sobre a prática educativa e a ação cultural, alcançada mediante a problematização da realidade, através da ação dialógica, questionando o puro fazer escolar, o fazer por fazer, o ativismo (FREIRE, 2000).

Portanto, é fundamental ofertar uma formação de qualidade para que os professores possam desempenhar com competência as suas atribuições, atendendo assim, a demanda do trabalho docente, correspondente às exigências educacionais do país. Nesse contexto, há uma exigência no sentido de que os programas de formação inicial e continuada, para professores, estabeleçam mudanças institucionais, acadêmicas e pedagógicas, visando a atender ao perfil docente para atuar na Educação Básica. As necessidades dessas mudanças podem ser elencadas a partir de pesquisas sobre a eficácia dos programas de formação inicial e continuada para professores, no desempenho dos alunos, da Educação Básica, quanto à evolução do nível conceitual. No nível conceitual básico, na atualidade, temos a inclusão da avaliação dos conceitos iniciais matemáticos, para os anos iniciais do Ensino Fundamental, na avaliação em larga escala. A evolução desses conceitos depende da inclusão de orientações didáticas nos programas de formação para professores, para as quais há carência de pesquisas científicas. Nesse sentido, investigar a formação continuada de professores na área dos conceitos matemáticos iniciais trará contribuições essenciais à conquista de uma escola de qualidade.

O uso de conceitos matemáticos está presente no cotidiano dos indivíduos, independentemente do quanto eles tenham consciência disso. Logo, a contextualização dos conteúdos selecionados e organizados para o ensino do componente curricular de Matemática, na atualidade escolar, é uma necessidade inquestionável. O pleno exercício da cidadania exige conhecimentos sobre representações de sistemas de numeração e utilização desses sistemas em operações aritméticas, gráficos, tabelas e sistemas de medidas, bem como em formas geométricas planas e espaciais.

Em relação aos conceitos matemáticos iniciais para o período de escolaridade de até oito anos, da 2ª série/3º ano[2] do Ensino Fundamental, os resultados do Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Rio Grande do Sul (SAERS), de proficiência em Matemática, mostram que em torno de 50% dos alunos apresentam um conhecimento parcial e restrito do

---

[2] A lei n° 11.274, do Congresso Nacional, de 6 de fevereiro de 2006 (BRASIL, 2006), que dispõe sobre a duração de nove anos para o Ensino Fundamental, com matrícula obrigatória a partir dos seis anos de idade, estabeleceu, no artigo 5, prazo até 2010 para Municípios, Estados e o Distrito Federal implementarem a obrigatoriedade. Nem todas as redes de ensino iniciaram a implementação no mesmo período. Dessa forma, neste projeto, ao referirmo-nos à avaliação em larga escala, será usada a expressão série/ano, sendo a "série" usada em referência ao Ensino Fundamental de oito anos e "ano", ao Ensino Fundamental de nove anos. Será adotado exclusivamente o termo "ano", no decorrer do texto, para o que diz respeito aos sujeitos da pesquisa. Isso se deve ao fato de que, na Rede Municipal de Novo Hamburgo, a lei 11.274 já foi implementada nas séries iniciais do Ensino Fundamental.

que está estabelecido no Padrão Básico de Desempenho (RIO GRANDE DO SUL, 2008). Nesse padrão, o conhecimento apresentado não está condizente com o desenvolvimento das habilidades e competências matemáticas esperadas para esse período de escolarização, especificamente quanto às noções de composição aditiva, de raciocínio aditivo e multiplicativo, os quais são a base do sistema numérico.

Nos últimos anos, com a resolução do problema de acesso à escola, os resultados do Índice do Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) no Brasil apontam para duas realidades: o ensino no país não apresenta resultados conforme as metas esperadas e há urgência de uma escola de qualidade. A partir dos resultados da avaliação em larga escala, as entidades governamentais buscam aprimorar a qualidade do ensino com a implementação de políticas públicas. De acordo com o artigo 9 da Resolução CNE/CP nº 4/2010 (BRASIL, 2010), a qualidade social da educação adota, como centralidade, o aluno e a aprendizagem. Por isso, dentre os requisitos para a conquista de uma escola de qualidade social, consta a formação de professores, especialmente através da formação continuada. No artigo 10, da mesma lei, é destacado que, além do reconhecimento dos princípios e das finalidades da educação, a análise e a interpretação dos resultados da avaliação em larga escala, são fundamentais para repensar ações pedagógicas que elevem os níveis de aprendizagem dos alunos. Na Educação Básica, são realizados testes de conhecimentos padronizados, de Língua Portuguesa e de Matemática, para diagnosticar o quanto o desempenho dos alunos se distancia ou se aproxima das metas estabelecidas no Projeto Nacional de Educação.

Evidências científicas recentes sobre o ensino da Matemática inicial apontam para um avanço no conhecimento sobre como as crianças constroem os conceitos matemáticos, no início da escolarização (NUNES; BRYANT, 1997; NUNES et al., 2001, 2012; BRIZUELA, 2006; GRIFFIN, 2007; VERGNAUD 2009; VAN DE WALLE, 2009). Ao descrever programas de intervenção instrucional de Matemática, em especial o programa *"Number Worlds",* Griffin (2007) destaca que a busca pela qualidade do ensino envolve comprovação científica com base nas evidências de pesquisas, realizadas a partir de práticas comprovadas e estratégias de ensino estruturadas, com acompanhamento, controle e avaliação.

Em estudos sobre a formação dos professores e a construção dos saberes docentes, Tardif (2000; 2002) refere que os saberes docentes não se constroem somente na formação inicial. É interessante observar que, coerente com essa visão teórica, as diretrizes curriculares para Educação Básica e para formação de professores já preveem outros espaços e tempos, além da formação inicial. As pesquisas como as realizadas por Souza (2006), Morelatti et al. (2006), Canário (2006), Fürkotter et al. (2007) e a legislação[3] pertinente ao tema enfatizam a formação continuada de professores, realizada na instituição escolar, como uma forma de melhorar a qualidade do ensino.

Assim, temos a seguinte indagação como questão de pesquisa: um programa de curta duração, de formação continuada de professores, baseado nas habilidades cognitivas dos alunos e do seu nível conceitual em Matemática, tem efeito significativo no desempenho dos alunos do 3º ano do Ensino Fundamental, a ponto de se manter por seis meses?

Diante desse questionamento, apresentamos a tese "Formação Continuada de Professores na Área da Matemática Inicial", pré-requisito para a conclusão do Curso de Doutorado em Educação na Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS. Esta tese levou em conta: o conhecimento atual sobre como as crianças desenvolvem o processo de numeralização; os resultados da avaliação em larga escala do SAERS, aplicada aos alunos da 2ª série/3° ano do Ensino Fundamental de proficiência em Matemática; a proposta das diretrizes para a formação inicial e continuada de professores; e o programa de formação de professores "Ensinar é Construir", implementado em São Paulo, desenvolvido por Nunes et al. (2001).

Vale salientar que o propósito deste estudo[4] é pesquisar a eficiência de um curso de formação continuada, de curta duração, na área da Matemática inicial, para os professores, no desempenho de alunos de turmas de 3º ano do Ensino Fundamental.

A tese está organizada em sete capítulos. Depois da introdução, o segundo capítulo aborda o referencial teórico sobre numeralização. Apresenta, também, a partir dos Parâmetros Curriculares Nacionais, a seleção e a organização dos conteúdos de Matemática inicial no Brasil; as avaliações do desempenho conceitual em Matemática, com avaliação em larga escala, especialmente, de proficiência em Matemática para o 3º ano do Ensino Fundamental do Estado do Rio Grande do Sul. Os aspectos legais referentes à formação inicial e continuada de professores e à construção dos saberes docentes são apresentados no terceiro capítulo. No

---

[3] O termo legislação refere-se ao Parecer CNE/CP 9/2001 (BRASIL, 2001), a Resolução CNE/CP 1/2002 (BRASIL, 2002), ao Parecer CNE/CEB 7/2010 (BRASIL, 2010a) e a Resolução CNE/CP 4/2010 (BRASIL, 2010b).

[4] Esta tese é parte do projeto "Diferentes grupos de crianças com dificuldades na aprendizagem da Matemática: o que há em comum".

quarto capítulo, abordamos o método da pesquisa, o qual contém o problema, os objetivos, os sujeitos e os procedimentos. No quinto capítulo, são descritos os dados preliminares e os resultados efetivos, obtidos com a pesquisa. A discussão dos resultados é apresentada no sexto capítulo. Por fim, apresentamos as considerações finais, no capítulo sétimo, as referências bibliográficas, os apêndices e os anexos.

2 MATEMÁTICA INICIAL

A Matemática inicial envolve um conjunto de conceitos essenciais. Tais conceitos dizem respeito a princípios e estratégias de contagem, notações e escrita numéricas, composição aditiva, raciocínio aditivo e multiplicativo, construções realizadas pela criança até os nove anos, em média. Fundamentamos a revisão realizada neste capítulo em pesquisas teóricas, tais como Gelman e Gallistel (1978), Geary et al. (1995), Dehaene (1997), Nunes e Bryant (1997), Nunes et al. (2001), Devlin (2000; 2004), Butterworth (2005), Dorneles (2003; 2005), Brizuela (2006) e Griffin (2007), Vergnaud (1996; 2009), entre outros. Abordamos, ainda, a forma como estão organizados e selecionados os conteúdos em torno dos conceitos matemáticos iniciais no Brasil. Sob esse aspecto, analisamos o componente curricular da Matemática[5] para a pré-escola[6] da Educação Infantil e dos anos iniciais[7] do Ensino Fundamental, com base nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) (BRASIL, 1997; 1998). Por fim, descrevemos a maneira como é realizada, no Brasil, a avaliação externa do nível conceitual de proficiência em Matemática, em especial nos anos iniciais na rede estadual do Rio Grande do Sul.

2.1 NUMERALIZAÇÃO

Ser um indivíduo numeralizado significa pensar matematicamente sobre situações-problema (NUNES; BRYANT, 1997). Para tanto, de acordo com os autores, é necessário conhecer os sistemas matemáticos de representação, relacionados às situações em que podem ser usados. Os autores citados apresentam três elementos importantes que precisam ser desenvolvidos, a fim de que seja construído esse pensamento matemático: a criança precisa ser lógica, aprender sistemas convencionais e usar o pensamento em uma situação-problema de forma significativa e apropriada.

O primeiro elemento refere-se às regras embasadas na lógica do número. A criança necessita entender a natureza ordinal e cardinal do número, ou seja, compreender que os

[5] Neste trabalho, a Matemática será considerada a ciência dos padrões. A palavra padrão, por sua vez, é utilizada como um tipo de regularidade que se possa imaginar na mente (DEVLIN, 2004).
[6] De acordo com a Resolução CNE/CEB nº 4/2010, a pré-escola tem duração de 2 (dois) anos e é ofertada após a creche, que se estende até que a criança tenha 3(três) anos e 11(onze) meses.
[7] De acordo com a Resolução CNE/CEB nº 4/2010, os anos iniciais do Ensino Fundamental têm duração de 5 (cinco) anos, com o foco central na alfabetização ao longo dos 3(três) primeiros anos.

números são organizados em uma ordem ascendente de magnitude e não, simplesmente, em uma sequência de nomes. Nesse sentido, devem saber contar um objeto de cada vez e saber que a ordem em que são contados não altera o número de objetos do conjunto, denominado número cardinal. Sem o entendimento da lógica do número, a criança não consegue captar o significado da contagem. Nunes e Bryant (1997) pontuam as pesquisas de Piaget como básicas, para que possamos compreender por que as crianças, para se tornarem numeralizadas, precisam ser lógicas. Os autores destacam, assim, que os princípios lógicos de contagem dependem da lógica da conservação da quantidade dos números e da capacidade de fazer inferências lógicas transitivas. A criança precisa compreender que a constituição da noção de conservação dos conjuntos numéricos independe de arranjos espaciais e da realização da operação de classificação (classe-inclusão). Com a inclusão de classe, ela passa a compreender que o todo é maior do que qualquer parte e que é possível transformá-lo por adição e subtração. Logo, a base do raciocínio aditivo é a lógica das relações parte-todo (NUNES et al., 2001).

A compreensão da lógica da transitividade permite a realização de arranjos de quantidades ordenadas de menor a maior ou vice-versa, com os quais se estabelecem relações entre diferentes números. Com a reversibilidade por reciprocidade, a criança capta uma regra lógica em uma determinada ordem de menor a maior. Segundo essa lógica, se um conjunto A, com 7 elementos, é maior que o conjunto B, com 5 elementos, e este é maior que C, com 3 elementos, então A é maior que C (NUNES; BRYANT, 1997).

O segundo elemento refere-se aos sistemas convencionais, como o sistema de numeração, sistemas de medidas, entre outros. A criança precisa aprender os princípios estabelecidos nesses sistemas, os quais são estabelecidos por padrões convencionais que variam de acordo com a cultura. A variação no sistema de numeração ocorre no uso das bases de contagem, pois, para contar grandes quantidades de elementos, fazem-se necessários agrupamentos com uma base. O sistema de numeração utilizado no Brasil tem como padrão convencional a base dez. Nunes e Bryant (1997) defendem a ideia de que a essência do processo ensino-aprendizagem dos sistemas convencionais é a contextualização, ou seja, as situações cotidianas nas quais é usada a base de contagem.

O terceiro elemento refere-se às situações nas quais a Matemática é utilizada. Assim, para a criança ser numeralizada, é necessário usar técnicas matemáticas como ferramentas de pensamento, isto é, ela precisa saber relacionar os procedimentos ao seu uso, em uma situação-problema. Nesse sentido, o processo de criação de ferramentas de pensamento em torno da representação e de procedimentos de manipulação dos símbolos depende de que as situações-problema estejam relacionadas com o seu uso, a fim de que se possa pensar matematicamente sobre elas (NUNES; BRYANT, 1997).

Vergnaud (1996) destaca que é importante desenvolver um ensino significativo para aprendizagem de conceitos. Para tal, deve-se partir dos conhecimentos prévios dos alunos, isto é, dos seus teoremas em ação, e disponibilizar situações que os levem a construir novas relações e estruturas de pensamento. Ao aprender um conceito, o aluno o relaciona a diversas situações e significados aprendidos, representando-o através de simbolizações. Como podemos perceber esse processo? Para o autor, o conceito é percebido pela combinação de três conjuntos interdependentes, que interagem de forma simultânea: (S) situações que dão sentido ao conceito; (I) significados, ou seja, o conjunto de invariantes associados a um conceito; e (R) significantes, o conjunto de representações simbólicas.

Dessa forma, para resolver situações-problema através de cálculos, Vergnaud (2009) apresenta dois tipos de cálculo, o numérico e o relacional. O cálculo numérico refere-se aos procedimentos a serem realizados em operações como adição, subtração, multiplicação e divisão. O cálculo relacional refere-se às estratégias mentais utilizadas para escolher a operação aritmética correta, a ser utilizada em uma situação-problema, isto é, ao processo de conscientização do raciocínio. Logo, a resolução de situações-problema, com os dois tipos de cálculos, exige o domínio de conceitos e habilidades matemáticas básicas.

Para um aluno do 3º ano do Ensino Fundamental, ser numeralizado significa dominar conceitualmente e desenvolver habilidades que possibilitem usar em situações-problema, os princípios e as estratégias de contagem, a escrita numérica da primeira classe do sistema de numeração decimal, a composição aditiva, o raciocínio aditivo e multiplicativo. A seguir, apresentamos o referencial teórico que descreve tais habilidades.

2.1.1 Contagem

As crianças iniciam a contagem por volta de dois anos e a desenvolvem até os seis anos, aproximadamente, período em que passam a entender como contar e a fazer uso da contagem do modo quase adulto (BUTTERWORTH, 2005). Os princípios da contagem são desenvolvidos progressivamente, sendo que a maioria das crianças já concluiu esse processo aos seis anos de idade (DORNELES, 2005).

Várias pesquisas realizadas com animais, por treinamento ou observações em seus habitats naturais, e com bebês evidenciam uma capacidade inata para a representação de numerosidade. Nestas pesquisas, é considerada a capacidade de quantificar até três ou quatro objetos, pela percepção visual imediata, sem contagem. Dehaene (1997) denominou de senso numérico essa capacidade inata de reconhecer, comparar, somar e subtrair pequenas quantidades, até quatro, sem o uso da contagem. Butterworth (1999; 2005), Devlin (2004), Margolis e Laurence (2008) compartilham da mesma ideia de senso numérico como uma capacidade inata, no sentido de que há uma habilidade biológica para reconhecer pequenas quantidades. Para esses autores, essa habilidade é a base para a construção dos números naturais. A partir dessa capacidade, as crianças desenvolvem a contagem mais avançada, de acordo com a cultura em que estão inseridas, seguida do sistema numérico, álgebra, geometria, entre outros.

Para Geary (1995), a evolução dos conceitos matemáticos depende de habilidades cognitivas humanas, divididas biologicamente em primárias e secundárias. As primárias são herdadas e aprimoradas, dependem da integridade física do cérebro e de estímulos naturais do meio. Já as secundárias são adquiridas culturalmente. São lentas, exigem esforços e ocorrem mediante educação formal, com muita prática a partir de abordagens educacionais específicas.

Nunes e Bryant (1997) referem que aprender a contar e aprender o significado de número são duas coisas diferentes. A contagem é o ponto de partida da construção do conhecimento numérico, por parte da criança. No início da escolaridade, na Educação Infantil, as crianças sabem contar, mas não percebem a contagem como uma estratégia para resolver situações-problema, ou seja, não compreendem o significado da contagem. O desafio na Educação Infantil é transformar a contagem em ferramenta de pensamento, “[...] um meio para resolver problemas que não podem ser resolvidos sem um sistema de numeração.” (NUNES; BRYANT, 1997, p. 29).

Para a contagem apropriada, as crianças aprendem a respeitar uma lógica. Gelman e Gallistel (1978) elencaram os seguintes princípios da contagem: princípio da ordem estável; princípio da correspondência termo-a-termo; princípio da cardinalidade; princípio da irrelevância da ordem; e princípio da abstração. No princípio da ordem estável, a criança entende que a contagem requer uma ordem de palavras, após passa a recitar os nomes dos números (um, dois, três, quatro, cinco, ...). No princípio da correspondência termo-a-termo, as crianças passam a entender que, para contar uma coleção, precisam recitar um nome numérico para cada objeto contado. Já no princípio da cardinalidade, ao realizarem a contagem de um conjunto, compreendem que o último nome recitado corresponde à medida do tamanho do conjunto e não do último elemento contado. No princípio da irrelevância da ordem, as crianças passam a compreender que podem iniciar a contagem por qualquer objeto do conjunto, pois esse procedimento não vai alterar o resultado. Pelo princípio da abstração, ocorre a compreensão, por parte da criança, de que não há formas distintas de contagem para conjuntos diferentes (pessoas, animais, objetos, entre outros) e que elas podem contar qualquer coisa, incluindo conjuntos heterogêneos, da mesma forma.

Em uma pesquisa realizada por Dorneles (2004), com 118 crianças da faixa etária de cinco e seis anos de idade, em escolas públicas do Rio Grande do Sul, foi observado que a maioria das crianças de seis anos de idade já desenvolvera, de forma progressiva, os três primeiros princípios da contagem elencados por Gelman e Gallistel (1978).

Griffin (2007) afirma que a criança consegue construir um esquema inicial de contagem, até os cinco anos de idade, e estabelecer uma relação entre o mundo da contagem e as quantidades reais, até os seis anos de idade. Nessa fase, os números ganham sentido e, quando isso ocorre, a criança passa a compreender os símbolos gráficos. Para a autora, a Matemática inicial é composta por três mundos: o das quantidades reais, o da contagem e o dos símbolos formais.

Nunes e Bryant (1997), ao descreverem pesquisas realizadas com crianças com faixa etária correspondente à Educação Infantil, sobre os princípios da contagem, mostraram que as crianças dominam os princípios da contagem, mas não todas as invariáveis do conjunto, como usar inferências transitivas para determinar o tamanho de um conjunto, ou seja, usar a contagem para comparar conjuntos. Ao realizarem a contagem, nesse nível de ensino, as crianças desenvolvem estratégias para esse processo, cada vez mais econômicas. Essas estratégias são fundamentais para a operacionalização na resolução de problemas nos anos posteriores, em outros níveis de ensino.

Em operações de adição, progressivamente ocorre uma transição das estratégias de contagem, de contar todos (*counting-all*) para contar na sequência (*counting-on*). Ao contar todos, as crianças contam os elementos de um conjunto e depois do outro, em uma sequência numérica. Ao contar na sequência, realizam dois modos de contagem, a partir do primeiro conjunto ou a partir do conjunto com maior número de elementos (NUNES; BRYANT, 1997). Ao contar a partir do primeiro conjunto, a criança conta, na sequência, os elementos a partir do primeiro conjunto em uma adição. No caso de adicionar três elementos de um conjunto a sete elementos de outro conjunto, a criança inicia a contagem do primeiro elemento no segundo conjunto, cotando-o como quatro, seguindo a sequência até contar o último elemento. Ao contar a partir do maior, ao adicionar elementos de dois conjuntos, a criança escolhe o conjunto com maior número de elementos para contar na sequência. Por exemplo, em uma adição de um conjunto com dois elementos e um conjunto com nove elementos, ela conta: “dez”, ao contar o primeiro elemento do menor conjunto, e “onze”, ao contar o último elemento do segundo conjunto.

As estratégias de contagem, desenvolvidas nos anos iniciais, são progressivamente substituídas pela automatização de operações dos fatos aritméticos[8]. As crianças, ao aprenderem aritmética, fazem uso de estratégias de contagem (BUTTERWORTH, 2005). Senna (2010), com base em um estudo sobre a dinâmica do processo de desenvolvimento de conceitos numéricos iniciais, na interação entre as crianças e o adulto, na Educação Infantil, refere que as explorações de forma intencional dos conceitos numéricos iniciais, relacionados à contagem e às habilidades numéricas, servem de base para a aprendizagem formal da área no Ensino Fundamental.

A contagem simples por correspondência termo-a-termo, embora fundamental, não é suficiente para as crianças compreenderem os princípios embutidos em um sistema de numeração com base. O conceito fundamental para a compreensão desses princípios é a composição aditiva do número, por unidades de valores diferentes (NUNES; BRYANT, 1997).

2.1.2 Composição Aditiva: Estrutura do Sistema de Numeração Decimal

Por composição aditiva, neste trabalho, adotamos a definição de compreensão de como os números maiores são criados, a partir da combinação de números menores, “[...] qualquer número n pode ser decomposto em dois outros que vêm antes dele na lista ordinal dos números, de tal modo que estes dois somam exatamente n” (NUNES; BRYANT, 1997, p. 57). Por exemplo, o número 7 é composto de 6+1, 5+2 ou 4+3.

Com um sistema de numeração, é possível ampliar a capacidade de registrar, lembrar e manipular quantidades e realizar cálculos (NUNES et al., 2001). O sistema com estrutura de base permite que o aprendiz gere outros nomes de números, de tal modo que não seja necessário memorizá-los.

No Brasil, é utilizado o sistema de numeração decimal, o indo-arábico. Neste sistema, o princípio da ordem, estabelecido para a organização, é o agrupamento de dez. Esse sistema prevaleceu e é usado por diversos países, “[...] porque foi o único que permitiu o

[8] Capacidade de realizar operações de um dígito, como 3+5, 5-3, 3x5, 6÷3, com recuperação de memória (BUTTERWORTH, 2005).

desenvolvimento de algoritmos para todas as operações aritméticas" (SOARES, 2009, p.41). Ele é composto pelos símbolos 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9, com uma numerosa variedade de combinações, e tem o valor posicional como uma de suas regras. O valor do algarismo é determinado pela posição que ocupa em cada ordem, da unidade à centena. Dez unidades formam uma dezena, dez dezenas formam uma centena, assim em cada classe. Cada três ordens formam uma classe, pois, nesse sistema de numeração, os elementos são agrupados de dez em dez. As ordens e as classes são contadas da direita para a esquerda. As três primeiras ordens formam a classe das unidades simples; as três seguintes formam a classe dos milhares e assim por diante. Na sequência a classe dos milhões, bilhões, trilhões, etc. Cada algarismo ocupa uma ordem e representa dois valores, um valor posicional (relativo) e um valor absoluto. Por exemplo, o valor absoluto do algarismo 7 no número 279 é 7, já o valor relativo é 70. O zero[9] é usado para indicar a ausência de quantidade, isto é, como mantenedor de lugar.

Historiadores acreditam que a escolha e uso em geral da base dez é devido aos dez dedos. Se comparada a outras bases maiores, como a base vinte e a sessenta, ou menores, como a dois e a três, a base dez requer poucas palavras para nomear os números. Para Soares (2009), a regra do valor posicional com base dez pode parecer banal, mas é uma das mais difíceis de aprender, se comparadas à de outros sistemas com base diferente. O autor afirma que a dificuldade ocorre pelo fato de que os algarismos permanecem os mesmos, enquanto o valor relativo muda, de acordo com a ordem e a classe no número. Brizuela (2006) considera a compreensão do valor posicional como aspecto essencial do sistema de numeração, importante para a aprendizagem de várias áreas da Matemática.

Para entender o sistema de numeração decimal, faz-se necessário compreender a lógica do sistema, ou seja, as unidades de tamanhos diferentes (unidades, dezenas e centenas) em classes diferentes. Portanto, essa estrutura de base é convencional e não é universal. Logo, os indícios linguísticos não influenciam diretamente na compreensão do significado do número, bem como a organização multiplicativa. Isso vai depender da cultura em que a criança está inserida (NUNES; BRYANT, 1997).

---

[9] Diante dos nove símbolos, os indianos demoraram cerca de duzentos anos para perceber a necessidade de um signo para ocupar uma casa vazia, denominado *sunya.* Os árabes o adotaram com a denominação de *sifr*, latinizado como *zephirum,* mais tarde chegando ao termo italiano zero (TOLEDO; TOLEDO, 2009). Historiadores, afirmam que os matemáticos e astrônomos da Babilônia, em 300 a. C. usavam o zero como um guardador de lugar. Os matemáticos, em posição medial nos números (como 408), e os astrônomos, em posições finais (como 30) (BRIZUELA, 2006).

Os indícios sobre as unidades de diferentes valores nem sempre são claros, não é possível perceber o valor posicional. No Brasil, a criança expressa, oralmente, o número 12 como “doze” e não como “dez-dois”. No Japão, o “doze” é expresso como *juni* (*ju* representa “dez”, e *ni* representa “dois”), assim como o “vinte e dois” é *nijuni* (*ni,* “dois”; *ju*, “dez”; e *ni,* “dois”) (NUNES; BRYANT, 1997). Se compararmos a forma linguística brasileira com a japonesa, percebemos que a contagem japonesa fornece mais indícios linguísticos do valor posicional do que a contagem brasileira. Outro exemplo: no Brasil, expressamos oralmente “duzentos”. Quando se compara com a forma da Alemanha, enuncia-se o número - *zweihundert* (*zwei* significa “dois”, e *hundert* significa “cem”) - percebemos que, no Brasil, não fica explícita a relação da posição do número com seu valor, como no “*zweihundert*”, na língua alemã.

Na representação por algarismos não é diferente. Por exemplo, no número 22 (vinte e dois), é necessário que a criança compreenda que não se representa em algarismos como “202”, e que o número 22 não pode ser lido como “dois e dois”, pois o algarismo “dois” da segunda ordem tem valor posicional de “vinte”, porque representa duas dezenas, cada uma composta de dez unidades. Nunes e Bryant (1997) apontam evidências de que a escrita numérica depende da compreensão da composição aditiva, no sistema de numeração com base dez. Toledo e Toledo (2009) afirmam que uma das principais causas das dificuldades que as crianças apresentam, ao realizar cálculos, está no aprendizado do sistema de numeração decimal.

Carraher (1982) realizou estudos com crianças da primeira e da segunda série do Ensino Fundamental, através de situações-problema com tarefas de compra, para investigar se a compreensão da composição aditiva do número capacitaria as crianças a escreverem e interpretarem números com dois ou mais algarismos. Os resultados evidenciaram que, embora não sabendo ler e escrever números, as crianças compreendiam a lógica do sistema de numeração, ou seja, entendiam a composição aditiva do número, assim como as crianças que sabiam ler e escrever números.

Para Nunes e Bryant (1997), a compreensão da estrutura decimal do sistema de numeração com base dez está relacionada à habilidade da composição aditiva. A compreensão da composição aditiva pode ser avaliada através de tarefas de contagem de dinheiro com o uso de moedas com diferentes valores, coordenando-as numa quantia única. Starepravo (2009) também refere que, em atividades de composição com cédulas e moedas, as crianças estabelecem relações entre os números, conforme o significado que os números têm na situação.

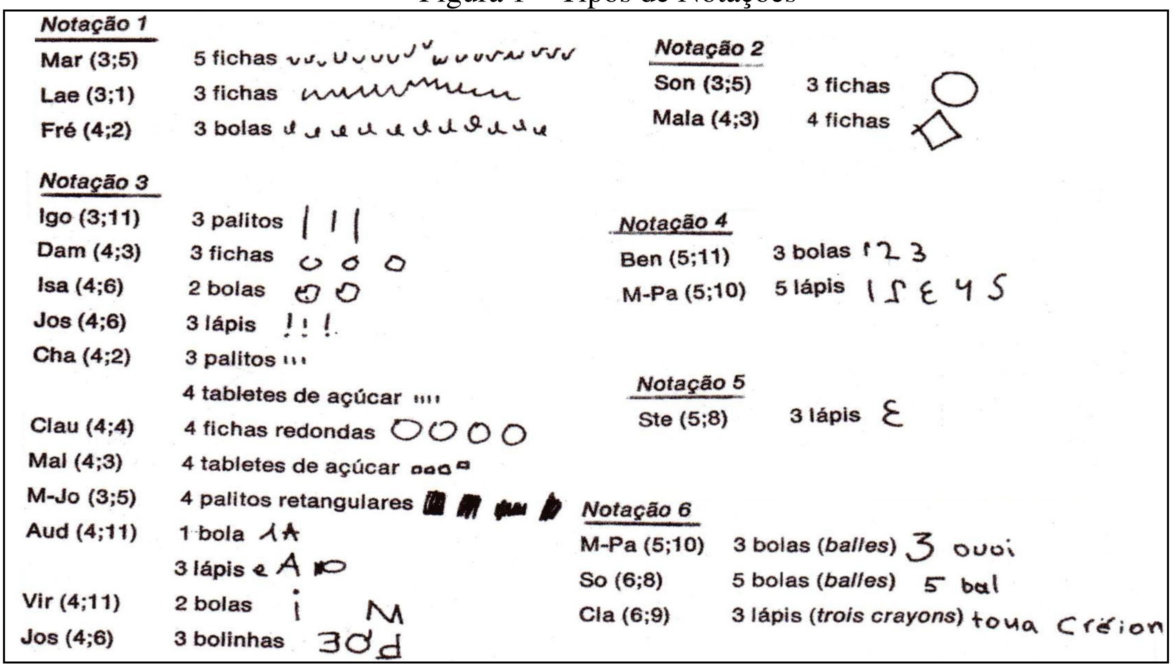
Com a compreensão da composição aditiva, a criança expande o entendimento de número em sistemas de medidas, como comprimento, capacidade, massa, tempo e o sistema monetário, em que se faz necessária a conversão de unidades. Para que ocorra essa expansão, o ensino do bloco de conteúdos, composto por grandezas e medidas, deve ser contextualizado. Dentre as justificativas para a contextualização, concordamos com a afirmação de que a aprendizagem dos números tem sentido, quando ocorre em contextos significativos, de situações-problema, aplicados no dia a dia (DORNELES, 2003).

2.1.3 Notações e Escrita Numérica

A compreensão da composição aditiva é a base para a ampliação da escrita numérica. Se a compreensão do sistema de numeração emerge em contextos diferentes e exige abordagens educacionais específicas, de acordo com a cultura em que o indivíduo está inserido, questionamos como ocorre a evolução da representação das notações, até chegar à escrita numérica?

Em um estudo sobre notações numéricas, elaboradas por crianças de três a seis anos, Sinclair (1990) categorizou seis notações: a primeira, como representação global da quantidade; a segunda, como uma só figura; a terceira, como correspondência termo a termo (grafismos icônicos e abstratos); a quarta, como aparecimento dos algarismos; a quinta, como o cardinal sozinho; e a sexta, como cardinal acompanhado do nome dos objetos (Figura 1).

Figura 1 – Tipos de Notações



Fonte: adaptado de Sinclair (1990)

As crianças fazem, inicialmente, na primeira notação, grafias isoladas com barras e ganchos. Na segunda notação, elas fazem uma figura. Na terceira notação, com grafia termo a termo, as crianças produzem linhas da esquerda para a direita, da direita para a esquerda, e de cima para baixo, de acordo com as normas da escrita. Essa é a notação mais frequente em crianças de menor idade, cujo princípio é a correspondência entre o número de objetos e de grafias. Na quarta notação, ao começar a fazer uso dos algarismos, as crianças representam uma quantidade, de modo que cada grafia represente um objeto. Na quinta notação, passam a usar o cardinal sozinho. Às vezes usam palavras como “três”. Na sexta notação, representam o cardinal acompanhado do nome do objeto, como “2 balas”, para representar duas balas. Embora Sinclair (1990) não tenha estabelecido uma sequência clara de desenvolvimento por estágios ou etapas, seus estudos trouxeram uma contribuição significativa relacionada às notações. Essa contribuição refere-se ao fato de que a criança, ao aprender notações matemáticas, faz esforços ativos e complexos, construindo as suas notações iniciais com interpretações próprias.

As notações numéricas são um grupo de representações externas (BRIZUELA, 2006). As relações e regras estabelecidas pelos criadores, entre as marcas gráficas e as suas representações, fazem com que as notações sejam convencionais e arbitrárias. Vale ressaltar que a pesquisadora realizou entrevistas clínicas, com crianças de cinco e seis anos de idade, para compreender como as crianças criam maneiras de representar quantidades e se apropriam gradualmente do sistema convencional de notações, caracterizado pela base dez e pelo valor posicional. Dentre seus temas de estudo, destacamos, no nosso estudo, o valor posicional e o uso de sinais de pontuação.

Para pesquisar o valor posicional e, em especial, como as crianças inventam e examinam símbolos para fazer e compreender Matemática, Brizuela (2006) entrevistou crianças com cinco anos de idade, alunos da Pré-Escola. Em um de seus estudos, a autora destaca que, quando elas não sabem parte do número, cuja representação é solicitada - como o “19”, ao saberem representar “9” -, elas usam números coringas[10]. Nesse estudo, em uma entrevista realizada, uma criança usou o zero como carta coringa. A autora ainda pontua que

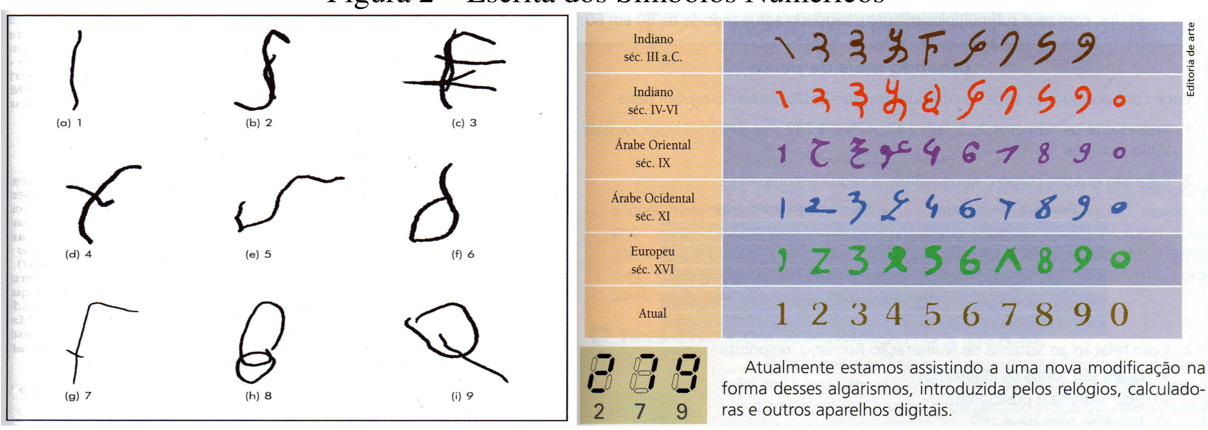
[10] “Números coringas são aqueles que as crianças escrevem quando estão cientes de que um elemento adicional deveria estar incluído em sua escrita, mas não têm certeza de qual algarismo incluir.” (BRIZUELA, 2006, p. 34).

as crianças começam a criar explicações, no momento em que a posição do algarismo passa a ter relevância. Assim, em outro estudo descrito por Brizuela (2006), a criança explicou que o algarismo 3 do número 34, era chamado de trinta por ser um número "maiúsculo", conforme palavras da criança. Essa relevância é acentuada em situações em que elas precisam comparar números, como números com três algarismos. Em um estudo de caso, especificamente em uma sessão sobre o uso de sinais de pontuação na escrita numérica, uma criança com seis anos de idade demonstrou a noção de que o uso de pontos e vírgulas serve para organizar os números graficamente.

Diante disso, a autora afirma que as crianças inventam representações próprias, durante o processo de compreensão de uma regra convencional; elas fazem suas invenções, a partir das estruturas que já possuem. Dessa forma, por meio da interação entre invenções e convenções, as convenções passam a ter significação pessoal para o aluno e transformam-se em ferramentas para compreender a Matemática. Concordamos com Brizuela (2006), quando ela refere que tanto as invenções como as convenções são fundamentais na construção do conhecimento matemático.

Constatamos, na Figura 2a, pela representação escrita dos algarismos de 1 a 9, realizada por uma criança, em estudo coordenado por Brizuela (2006), que a criança desenvolve uma compreensão lógica a respeito do sistema de escrita. Para a autora, a apropriação desse sistema não é automática. Trata-se de um vai e vem construtivo e complexo. A criança aperfeiçoa a notação e a escrita numérica mediante o desenvolvimento de estruturas mentais. Em alguns aspectos, isso ocorre de forma semelhante à descrição histórica da evolução da escrita dos símbolos numéricos pela humanidade (Figura 2b).

Figura 2 – Escrita dos Símbolos Numéricos



(a) (b)

Fonte: a) Brizuela (2006) e b) Toledo e Toledo (2009)

Referindo-se aos ancestrais, Toledo e Toledo (2009) descrevem as civilizações antigas, como egípcios, babilônios, romanos, indianos e árabes, para mostrar como se desenvolveram vários sistemas de numeração, na tentativa de representar quantidades por símbolos e usá-los para realizar cálculos. Os mesopotâmios foram os precursores do sistema posicional. Os hindus aperfeiçoaram-no, acrescentaram um signo para a casa vazia. Os árabes adotaram a numeração indiana e a divulgaram, na Europa, como sistema decimal posicional, no século X. Essa evolução permite, na atualidade, representar os números com o uso de poucos algarismos e, de modo prático, utilizá-los para somar, subtrair, multiplicar e dividir, tanto números naturais como racionais. A estrutura do sistema de numeração decimal permaneceu a mesma nos últimos vinte séculos. Modificou-se somente a forma de escrever os algarismos, com o passar das épocas, pois isso dependia de cada escriba[11]. Essa forma continua a modificar-se, como se pode observar, na atualidade, em aparelhos digitais (TOLEDO; TOLEDO, 2009).

2.1.4 Raciocínio Aditivo

Para discutirmos o raciocínio aditivo, partimos da seguinte questão: para o desenvolvimento do raciocínio aditivo, basta simplesmente que a criança saiba somar e diminuir?

As crianças desenvolvem o raciocínio aditivo à medida que passam a entender que a concepção de adição e subtração não se resume a aumento e a redução de quantidades de um conjunto. Com a ação de juntar, a criança compreende o conceito de que o todo é a soma das partes, enquanto que, com a ação de retirar, entende que, se retirar uma parte do conjunto, sobra a outra. As crianças, na pré-escola, já conseguem compreender uma medida de tamanho de um conjunto e suas transformações, por conceber a adição e a subtração como aumento e redução de quantidades. (NUNES; BRYANT, 1997).

O raciocínio aditivo é desenvolvido mediante três esquemas de ação: “[...] juntar, retirar e colocar em correspondência um-a-um.” (NUNES et al., 2009, p. 55). Esses esquemas exigem coordenação do sistema numérico, a fim de que se possa responder aos problemas com uma resposta numérica. Assim, o desenvolvimento do raciocínio aditivo ocorre à medida que as crianças percebem a conexão da concepção da adição/subtração como

[11] Vale lembrar, aqui, que até meados do século XV, os documentos eram manuscritos.

aumento/redução de quantidades e da relação inversa entre a adição e a subtração, em situações novas, com montantes ausentes e comparações. Quando o conhecimento sobre a adição se expande, a criança passa a desenvolver um conceito operatório de adição e subtração. Esse progresso permite à criança resolver situações-problema, tais como: problemas simples de relações entre o todo e suas partes; problemas inversos de relação parte-todo; e problemas comparativos (NUNES; BRYANT, 1997; VERGNAUD, 2009). Dentre as habilidades desenvolvidas no campo conceitual aditivo, para Vergnaud (1996), compreender que a adição e a subtração se anulam (inversão) permite trabalhá-las como operações relacionadas na mesma estrutura de raciocínio.

Nunes e Bryant (1997) consideram que todos os sentidos de número, em situações aditivas, estão relacionados ao tamanho do conjunto e às ações de unir/separar elementos em conjuntos. Em medida de transformação, o número relaciona-se à quantidade de elementos que fica no conjunto, após a ação de união ou de separação. Em medida de comparação, medida de uma relação estática, o número relaciona-se à quantidade de elementos que são unidos ou separados, de modo que ambos fiquem com a mesma quantia de elementos.

Os conjuntos aos quais são acrescentadas ou retiradas quantidades de elementos sofrem uma transformação simples de relação entre o todo e suas partes. Com a compreensão da transformação, a criança é capaz de resolver situações-problema pela contagem, a qual tem origem nos esquemas de ação de juntar e de retirar. Logo, esses esquemas permitem à criança resolver situações-problema, como nos exemplos seguintes:

a) Pedro tinha 4 balas. Depois, sua mãe lhe deu outras 3. Com quantas balas Pedro ficou?

b) Rita tem 7 balas. Deu 3 para seu irmão. Com quantas balas Rita ficou?

c) Num pacote tem 4 bolachas de morango e 8 de chocolate. Quantas bolachas têm no pacote?

O desenvolvimento do raciocínio aditivo envolve o uso de esquemas que permitem compreender a relação entre as quantidades, ou seja, as relações aditivas para resolução de problemas inversos e de comparação. Em problemas inversos de relação parte-todo, a criança é capaz de resolver situações com montante ausente, tais como:

a) Maria tinha balas, deu 3 para sua irmã. Ficou com 5. Maria tinha quantas balas?

b) Paula tinha balas, ganhou duas de sua avó. Ficou com 8 balas. Quantas balas ela tinha antes?

Para Nunes et al. (2009), as dificuldades que as crianças apresentam na resolução de problemas inversos estão relacionadas ao desenvolvimento de esquemas de ação de juntar e retirar, por não relacionarem um esquema com o outro e por não compreenderem a relação existente entre ambos os esquemas. Nunes e colaboradores (2009) concluíram que em torno da metade das crianças do 1º ano e 2º ano do Ensino Fundamental não compreende a relação inversa entre adição e subtração, enquanto que mais de 80% de alunos de 4ª série/5º ano, do Ensino Fundamental, demonstram compreender tal relação.

A escolha da estratégia para resolver um problema de montante ausente vai depender da capacidade de perceber a adição e a subtração, uma como inversa da outra. Para isso, é necessário que ocorra uma operação mental, para efetuar uma situação subtrativa com uma solução aditiva (NUNES; BRYANT, 1997). Em problemas com início desconhecido, independentemente de ser de adição ou subtração, as dificuldades são as mesmas. Diante desses problemas, as crianças apresentam maior êxito ao fazerem uso de recursos manipulativos (dedos, desenhos, blocos) do que com cálculo escrito. “É importante não forçar os alunos prematuramente a abandonar as abordagens manipulativas” (VAN DE WALLE, 2009, p. 246), porque, ao utilizá-las, elas cometem menos erros. Para o autor, essas abordagens são a base para o cálculo mental e o cálculo por estimativa. Em relação a cálculos numéricos e a cálculos relacionais, Nunes et al. (2012) constataram que, embora independentes, esses dois tipos de cálculos possuem uma ligação, porque, para uma decisão sobre qual computação (cálculo) escolher ao resolver uma situação-problema, é necessária a compreensão da relação entre as quantidades envolvidas.

Nos problemas comparativos, que envolvem números como medidas de relação estática entre conjuntos, os alunos não conseguem raciocinar de imediato sobre as relações quantitativas envolvidas no problema, conforme Nunes e Bryant (1997). Os autores referem que isso ocorre devido ao fato de os alunos compreenderem a adição e a subtração como mudanças nas quantidades. Consequentemente, eles encontram dificuldades de quantificar a comparação.

Nunes et al. (2009) ressaltam que a pergunta realizada no final do problema pode mudar significativamente os resultados. As crianças apresentam mais dificuldade quando a pergunta envolve “quantos há a mais”, pelo fato de a indagação exigir a compreensão da operação inversa. É o que verificamos no exemplo a seguir: numa sala de aula, há 9 alunos e 6 cadeiras. Quantos alunos há a mais do que cadeiras?

Os autores afirmam que, se nesse problema a pergunta fosse realizada de outra forma – como, por exemplo: “quantas cadeiras faltam para que todos os alunos possam sentar-se?” –, as crianças resolveriam o problema por adição complementar, porque a questão estática estaria transformada em uma questão dinâmica[12] (NUNES et al., 2009).

Mesmo que, na atualidade, os cálculos sejam realizados por calculadoras, após os dois primeiros anos do Ensino Fundamental, os alunos fazem cálculos de adição e subtração com três ou mais algarismos, com uso de procedimentos tradicionais. Esses cálculos começam a ser sistematizados a partir do 3º ano do Ensino Fundamental. Por isso, como afirma Van De Walle, (2009), o uso de algoritmos tradicionais é uma estratégia que deve fazer parte do “baú de ferramentas”, a partir dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Para o autor, os alunos, ao fazerem uso de estratégias para realizar cálculos com três ou mais algarismos, realizam, ainda, cálculos mentais por composição e decomposição, aos quais adicionam ou dos quais subtraem as partes mais fáceis separadamente. Em cálculos de subtração, também usam a estratégia do contar para frente (VAN DE WALLE, 2009), pois é mais difícil fazer mentalmente a retirada de uma quantidade, uma vez que depende da quantidade a ser operacionalizada. O autor afirma que as crianças usam a estratégia do contar para frente, fazendo uso do pensamento aditivo, quando compreendem que, em uma subtração, além de fazer retirados do minuendo, pode-se adicionar elementos ao subtraendo, até chegar ao minuendo. As estratégias inventadas tornam mais fáceis o ensino de cálculos por algoritmos tradicionais, que exigem a compreensão do reagrupamento. Dessa forma, é fundamental a compreensão dos procedimentos do cálculo escrito com dois ou mais algoritmos, com agrupamentos, mediante ações com recursos manipulativos (SOUZA, 2010).

2.1.5 Raciocínio Multiplicativo

O raciocínio multiplicativo envolve situações de multiplicação, divisão, proporcionalidade e frações. Para Vergnaud (1983; 1988; 1993; 1994), o campo das estruturas multiplicativas abrange tanto regras operatórias referentes à divisão e à multiplicação, como a

---

[12] A relação estática passa a ser dinâmica, porque o problema passa a ser resolvido por equalização. A criança passa a descobrir quanto deve adicionar ao conjunto das cadeiras, para que se torne igual ao conjunto dos alunos. Na relação dinâmica, a criança consegue perceber o que fazer. Em relações estáticas, para a criança não fica claro o que fazer, porque nada é somado ou retirado (NUNES; BRYANT, 1997).

combinação de ambas, as quais são desenvolvidas pela criança de forma gradual, associadas aos esquemas de ação, às situações de uso e aos suportes de representação.

Estudos realizados por Nunes e Bryant (1997) mostram que o raciocínio multiplicativo exige operações complexas, porque há uma série de sentidos de números novos a serem aprendidos, como proporções, fatores escalares e fatores funcionais. Isso significa que, nesse raciocínio, estão envolvidos diferentes sentidos de números, em três tipos de situações, como: correspondência um-para-muitos; relações entre variáveis e distribuição, divisão e divisão ao meio.

Para Nunes e Bryant (1997), no primeiro tipo de situação de correspondência 'um-para-muitos', em conjuntos descontínuos, para manter a diferença entre dois conjuntos, soma-se o mesmo número de objetos a cada conjunto. Nessa correspondência, a base conceitual é a proporção. Por exemplo, em uma situação-problema com as variáveis "uma moto" e "duas rodas", cada vez que se acrescenta uma moto ao conjunto "motos" também se acrescentam duas rodas ao conjunto "rodas". Assim, na situação de relações entre os conjuntos ocorre a replicação mediante a adição da unidade correspondente, mas é possível, também, a remoção dessa unidade ao manter-se a proporção. Como a proporção permanece constante, no caso da moto e rodas (1:2), temos um fator escalar que não se relaciona ao conjunto motos e rodas, nem ao número de objetos nesses dois conjuntos, mas ao número de replicações.

Na segunda situação descrita pelos autores sobre relações entre variáveis contínuas, podemos ter, como exemplo, a quantidade de açúcar e o preço, pois uma terceira variável pode ser conectada, o preço por quilo. Esse preço por quilo é um sentido novo de número, refere-se a frações de unidades de medidas. Assim, os sentidos de número em situações de covariação são chamados de quantidades intensivas, pois há um fator escalar e um fator funcional (NUNES e BRYANT, 1997).

A terceira situação descrita pelos autores envolve distribuição, divisão e divisões ao meio. A distribuição e a divisão constituem-se em relações parte-todo, com três elementos (o todo, as partes e o tamanho das partes ou da *quota*) com uma distribuição equitativa. Por exemplo, se há 15 balas (o todo) e três crianças para partilhá-los (3 partes), há cinco balas por crianças (o tamanho da parte ou *quota*). Já na divisão ao meio ocorre uma relação inversa entre número de receptores e o tamanho da quota por meio de uma série de divisões ou cortes sucessivos, partição que resulta em frações. Se houver três laranjas e duas crianças, cada criança receberá uma laranja e meia (1,5). As frações, além de um sentido novo de número, são um tipo novo de número. No exemplo da divisão das laranjas, o tamanho da parte ou *quota* pode ser representada por uma fração imprópria (3/2) ou por uma fração mista (1 ½) (NUNES; BRYANT, 1997).

Quanto às relações numéricas descritas, Nunes e colaboradores (2009) mostram que as crianças são capazes de criar estratégias para resolver problemas com raciocínio multiplicativo muito antes de serem formalmente ensinadas na escola. As crianças entre 5 e 7 anos de idade sabem resolver problemas de multiplicação e divisão de modo prático, pois elas utilizam esquemas de ação por correspondência um-para-muitos e por distribuição equitativa para resolver situações-problema com duas varáveis numa relação constante. Acreditamos, assim como Nunes e colaboradores (2009), que situações-problema, de forma prática, deveriam integrar os conteúdos desde o 1º ano do Ensino Fundamental.

Quanto às melhores práticas no ensino da multiplicação, Park e Nunes (2001) contrastam duas hipóteses. A primeira afirma que o conceito de multiplicação é fundamentado no entendimento de adição repetida. A segunda declara que a adição repetida é apenas um procedimento de cálculo e que a compreensão da multiplicação tem as suas raízes no esquema de correspondência um-para-muitos. Diante de estudos revisados, os autores referem que a adição repetida não deve ser a base para o ensino do conceito de multiplicação e afirmam que a origem do entendimento das crianças sobre as relações multiplicativas está no esquema de correspondência um-para-muitos. Portanto, embora a multiplicação seja compreendida como uma adição sucessiva de parcelas iguais, ela envolve uma relação fixa entre os valores de duas variáveis (duas grandezas ou duas quantidades). Por exemplo, em uma situação-problema em que moram três cachorros em uma casa e se deseja saber quantos moram em quatro casas, temos a variável “número de casas” e a variável “número de cachorros”.

As crianças criam, inicialmente, estratégias simples para a resolução de situações-problema que exigem raciocínio aditivo e multiplicativo. Essas estratégias vão evoluindo, até chegar às mais econômicas, com representações instituídas por sistemas convencionais da cultura em que está inserida. Mas como ocorre essa evolução?

2.1.6 Estratégias para Resolução de Situações-Problema

A palavra “estratégia”, de origem grega, atualmente é utilizada em diversas áreas, dentre elas, na educacional. Não há consenso quanto ao verdadeiro sentido da palavra, porque em cada área, o termo refere-se a situações muito diversas. Na língua grega antiga, *stratègós* (de *stratos*, "exército", e *ago*, "liderança" ou "comando") significava "a arte do general" e designava o comandante militar.

Neste trabalho, optamos pela definição da palavra estratégia como o “conjunto de técnicas a serem dominadas pelo solucionador e que o ajudam a 'atacar' o problema ou a progredir no sentido de obter a sua solução” (PALHARES, 2004, p. 24). Já a palavra “técnica”, também de origem grega *techné*, cuja tradução é arte e possui diversas definições, é considerada como o conjunto de procedimentos que têm como objetivo obter um determinado resultado.

Portanto, neste trabalho, consideraremos como estratégias: os registros que os alunos utilizam para anotar quantidades, na resolução de uma situação-problema apresentada, bem como o modo como se realizou o procedimento empregado.

Vários estudos sobre estratégias usadas em resolução de situações-problema, tanto com crianças quanto com adultos, mostram-se relevantes para compreender os processos cognitivos referentes às habilidades e aos conceitos matemáticos. Entre eles destacam-se os trabalhos Reed e Lave (1981), Carpenter e Moser (1984), Carraher e Schiemann (1983), Carraher, Carraher e Schiemann (1985; 1988), Schliemann (1986), Siegler e Jenkins (1989), Correa e Maura (1997), Vergnoud (1983; 1985), Nunes e Bryant (1997) Nunes et al. (2009) e Souza (2012). Portanto, apresentaremos a seguir as estratégias, as quais são relevantes para este estudo.

Em estudos realizados com adultos com e sem escolaridade, Reed e Lave (1981) e Schliemann (1986) analisaram a contribuição da escola na resolução de problemas e compararam com a experiência prática, a partir das estratégias utilizadas. Reed e Lave (1981) realizaram estudos com alfaiates liberianos com e sem escolarização, em tarefas de aritmética para resoluções de problemas típicos da escola e da prática de trabalho. Os sem escolarização utilizaram manipulação de quantidades e os com escolaridade, manipulação simbólica com algoritmos. Schliemann (1986) realizou estudos com marceneiros, os quais usaram cálculo mental, algoritmos escolares e estratégias mistas[13]. Em tal pesquisa, as estratégias consideradas mais econômicas - como o uso de algoritmos com operações de multiplicação ao invés da adição - foram empregadas com mais frequência por profissionais escolarizados. Em ambos os estudos, os escolarizados demonstraram ter mais facilidade em usar operações, mas cometeram mais erros do que os que usaram estratégias informais, com base na experiência

[13] Schliemann (1986) considerou, como estratégia mista, o cálculo mental para números menores e operações para números maiores.

prática. Os escolarizados apresentaram dificuldades em transpor os conhecimentos matemáticos que aprenderam na escola para resolver situações-problema em contexto prático.

Os resultados dos estudos realizados com crianças corroboram os resultados encontrados em adultos, pois, antes do ensino escolar, as crianças inventam estratégias próprias com base em experiências cotidianas. Em estudos realizados por Carraher, Carraher e Schiemann (1985), com crianças brasileiras do Recife, com grau de escolaridade entre os anos iniciais e os anos finais do Ensino Fundamental, foi verificado que a grande maioria não utilizou os cálculos numéricos e sim agrupamentos com cálculos mentais. Nesse estudo, foram aplicados teste formal e teste informal. O teste informal foi aplicado em contextos naturais, como feiras, barracas de cocos e carrinhos de pipocas. Para o teste formal, os autores exigiram o uso de lápis e papel, para que as crianças e os adolescentes fizessem os registros; porém, os pesquisados não usaram procedimentos ensinados na escola e, quando usaram, cometeram erros.

Com crianças de escolas públicas e particulares da 1ª série (2º ano), ao analisarem procedimentos para adição e subtração, Carraher e Schliemann (1983) observaram estratégias de contagem oral, pouco uso de algoritmos ensinados, com os quais ocorreram mais erros. Já com crianças de escolas públicas da 3ª série (4º ano), Carraher, Carraher e Schliemann (1988) identificaram estratégias de decomposição para adição/subtração e de agrupamento para multiplicação/divisão, com somas sucessivas para a multiplicação e subtrações sucessivas para a divisão.

Carpenter e Moser (1984), em um estudo longitudinal com crianças da 1ª à 3ª série (2º ao 4º ano da nomenclatura atual), encontraram estratégias de modelagem direta, com uso de contagem nos dedos e de objetos, estratégias de contagem mental, com uso de sequência numérica; e estratégias com uso de fatos numéricos. Neste estudo, inicialmente, as crianças usaram a modelagem direta e, com o passar do tempo, foram substituindo-a pelo uso de estratégias de contagem mental e de uso de fatos numéricos.

Siegler e Jenkins (1989), ao investigarem como as crianças adquirem e aplicam estratégias, verificaram que, para o uso de uma estratégia bem-sucedida, há duas fases distintas. Uma é a descoberta da estratégia, que ocorre em contextos distintos, por razões diferentes. A outra é a generalização da estratégia para ser usada em situações diversas, em que seja possível aplicá-la. As crianças passam a usar estratégias mais eficientes através da experimentação de diferentes estratégias, em diferentes situações, descobrindo a precisão de cada uma para uma determinada situação. Assim, as crianças entendem por que elas funcionam e que tipo de problemas elas solucionam. Para problemas de adição e de subtração, foram encontradas estratégias como a contagem nos dedos, contagem a partir da primeira parcela ou por estimativa, soma abreviada, recuperação de fatos memorizados e operações.

Correa e Moura (1997), ao investigarem a resolução de problemas de adição e subtração com uso de cálculo mental, realizada por crianças da 1ª à 4ª série (2º ao 5º ano), de escolas particulares e públicas, verificaram estratégias por contagem, composição, decomposição e variação dos resultados. Observaram a contagem em dois níveis: um simples, com uso de recursos externos, como dedos; e outro sofisticado, com uso da contagem em uma sequência numérica, nem sempre verbalizados.

As estratégias empregadas em resolução de situações-problema nem sempre são as ensinadas na escola, como o uso de algoritmos. Muitas são próprias das crianças e estão relacionadas a um tipo de experiência. No Quadro 1, classificamos, para esta pesquisa, as estratégias em iniciais/simples e econômicas. As econômicas são consideradas avançadas, mais elaboradas, por serem mais eficientes e rápidas, com economia de tempo na resolução de uma situação-problema.

Quadro 1 – Estratégias Empregadas na Resolução de Situações-problema

ESTRATÉGIAS	RACIOCÍNIO ADITIVO	RACIOCÍNIO MULTIPLICATIVO
Iniciais/Simples	• Contagem dos dedos ou material manipulativo. • Desenhos com representação de riscos ou dados do problema.	• Contagem dos dedos ou material manipulativo; • Contagem de desenhos com representação de riscos ou ilustrações da situação- problema; • Distribuição um a um (com ações de ligar, enumerar e classificar os elementos) e por agrupamentos.
Econômicas	• Composição e decomposição; • Uso de algoritmos com cálculos de adição ou subtração.	• Uso de algoritmos com adição repetida; • Uso de algoritmos com cálculo de multiplicação; • Uso de algoritmos com cálculos de divisão.

Fonte: adaptado de Reed e Lave (1981), Carraher, Carraher e Schliemann (1983; 1988)

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais, as crianças conquistam maior autonomia e desenvolvem estratégias mais elaboradas à medida que crescem. A evolução das estratégias, a partir do processo de ensino-aprendizagem na escola, é possibilitada pela reflexão sobre procedimentos e argumentações, a respeito da melhor forma de organização, e também pelo estabelecimento de novas relações e confronto dos registros. O professor é o mediador desse processo, proporcionando situações para que os alunos possam conhecer diferentes estratégias e optar pelas econômicas (BRASIL, 1998).

Na evolução das estratégias, os erros ou equívocos cometidos pelos alunos permitem discutir a coerência da estratégia adotada e definir se ocorreu por simples distração ou por dificuldade de raciocinar. Nesse sentido, há duas décadas que as estratégias têm sido vistas como reveladoras dos processos de raciocínio e das superações necessárias para a construção do conhecimento lógico-matemático. Isso se verifica, pois elas evidenciam a necessidade de retomada dos conceitos das operações fundamentais, regras algorítmicas e, principalmente, a interpretação das situações-problema, entre outras (PIAGET, 1994; La TAILLE, 1997).

O foco em torno do erro na aquisição do conhecimento, visto como um défice da aprendizagem na escola, sofre mudanças desde o início do século XX. Pelo behaviorismo, o foco era a "conduta observável"; na década de 1950, passou para o processamento da informação, numa perspectiva de diagnóstico e reparo (CURI, 2005).

No Brasil, os estudos sobre o erro, na aquisição dos conhecimentos matemáticos, começaram a partir da década de 1990 (PINTO, 2000). Nessa década, os tipos de erros cometidos eram classificados para análise e busca de superação. Sob o enfoque construtivista, Davis e Espósito (1990) classificaram três tipos: erros de procedimento, erros construtivos e erros por limites na estrutura do pensamento. Na época, compreendia-se que os erros de procedimento eram cometidos por distração ou falta de treinamento. Para as autoras, os erros construtivos ocorrem quando a estrutura de pensamento não é suficiente para a resolução da situação-problema, ou seja, as dificuldades de compreensão dos dados não permitem entender a questão posta e selecionar estratégias de ação. Já os erros por limites na estrutura do pensamento, decorrentes da falta de estrutura cognitiva necessária à solução de uma tarefa, impossibilitam compreender o que é solicitado. Logo, não é possível selecionar estratégias para a resolução de uma situação-problema.

Na atualidade, o foco de partes das pesquisas passa do princípio construtivista à estratégia didática, como instrumento didático. Sob esse foco, considera-se o erro como um desvio em relação ao padrão preestabelecido (MIRANDA; SILVA, 2011). Assim, em termos avaliativos, o erro contribui para:

> • Diagnosticar dificuldades de aprendizagem, em termos quantitativos, na relação entre o domínio de conhecimento objetivado pelo professor e o domínio demonstrado pelos alunos, sublinhando em cada erro o que já sabem e o que "falta" em relação ao preestabelecido;
> • Revelar o desenvolvimento cognitivo dos alunos, tendo-se em vista que cada conteúdo e grau de dificuldade a este relacionado possuem ligação com nossas estruturas psicológicas;
> • Evidenciar o desenvolvimento da aprendizagem individual do aluno;
> • Indicar como está ocorrendo o processo de ensino-aprendizagem na turma;
> • Revelar indícios de obstáculos didáticos ao se evidenciar que determinados procedimentos ou resultados são comuns em uma ou mais turmas, embora não seja o esperado, contribuindo para a tomada de decisão sobre a escolha metodológica;
> • Abrir espaço para a reflexão docente quanto aos seus próprios erros e obstáculos (como já evidenciado nos tipos de obstáculos), bem como a influência dos mesmos

> na formação dos erros e obstáculos didáticos dos alunos. (MIRANDA; SILVA, 2011. p. 6 e 7).

Compartilhamos a concepção do erro como manifestação de conhecimento e não como "falta" desse; por isso, é considerado como um indicador de obstáculos no aprendizado, porque faz parte da construção de um conceito, sustentado por hipóteses criativas que se transformam e evoluem. Portanto, os erros revelam os caminhos que o aluno percorre na construção cognitiva. Logo, com base nos estudos de Abrahão (2000), Pinto (2000), Sucla (2006), Cury (2007), Silva (2008), Correia (2009; 2010) e Miranda e Silva (2011), consideraremos que o professor é o mediador desse processo de evolução, por compreender, a partir dos erros dos alunos, como eles constroem um conceito. Assim, ao acompanhar as atividades propostas para os alunos em sala de aula, o erro constitui-se observável para o professor, em especial nas representações simbólicas, realizadas pelos alunos ao sistematizarem o conhecimento. Para o aluno, o erro fica oculto até que alguém o mostre. Isso porque ele age a partir de um conjunto de conhecimentos prévios que o levam a aplicar uma estratégia considerada, no momento da representação da atividade proposta, como a melhor alternativa, embora não seja a resposta esperada. Nesse processo, seja no uso de estratégias iniciais/simples ou de econômicas, o erro é superado mediante a compreensão do mesmo, tanto pelo professor como pelo aluno.

A permanência de um erro revela um obstáculo didático, o que evidencia a necessidade de uma investigação na perspectiva de superação, com o objetivo de evitar uma estagnação do processo de desenvolvimento conceitual por parte do aluno. Em tal perspectiva, Pinto (2000) aborda a formação continuada dos professores, o ensino de Matemática e o processo de avaliação da aprendizagem escolar. O autor considera esses aspectos como pontos de partida para reflexão, por envolverem, simultaneamente, um saber da área e de experiência do professor construído na prática. A inter-relação entre esses três pontos permite direcionar as estratégias a uma dimensão positiva, no sentido de auxiliar a orientação da prática docente, de forma a levar o aluno a uma ressignificação, ou seja, a uma reformulação conceitual. Para Miranda e Silva (2011), os obstáculos didáticos surgem no âmbito do planejamento, ou na falta deste, para o trabalho realizado em sala de aula, e podem dificultar a evolução da aprendizagem do saber escolar. Paias (2011) e Oliveira et al. (2012) defendem que os obstáculos didáticos surgem a partir de uma estratégia de ensino escolhida pelo professor, a qual, ao ser empregada de forma incompleta, configura-se como um obstáculo para o desenvolvimento dos conceitos por parte do aluno. As argumentações sobre o erro e os obstáculos didáticos têm como base a Teoria das Situações Didáticas, desenvolvida pelo educador francês Guy Brousseau (1998), considerado o pai da Didática da Matemática, o qual realizou estudos voltados à compreensão das relações entre professor, conhecimento e aluno.

Na Teoria das Situações Didáticas o erro passa a ser considerado um obstáculo fundamental e parte da aquisição do conhecimento. A teoria tem como base o princípio de que o conhecimento pode ser determinado por uma situação. Assim o professor não emite o conhecimento e as correções, mas oportuniza ações, reflexões e discussões, de modo que os alunos tenham papel ativo no processo de aprendizagem. Para que a situação-problema seja solucionada, é necessária a mobilização do conhecimento em quatro etapas: ação, formulação, validação e institucionalização. Na ação, os alunos colocam seus saberes em prática para resolução da situação-problema. Na formulação, os alunos explicitam as estratégias utilizadas, formulando-as de forma verbal, transformando-as em conhecimento. Na validação, os alunos demonstram que o que foi formulado é verdadeiro dentro de um sistema. Na institucionalização, faz-se uma síntese do que realizado no processo a partir do significado que há socialmente estabelecido.

Diante de uma situação-problema, o aluno escolhe uma determinada estratégia, a qual envolve dois aspectos: a compreensão do problema e os procedimentos para resolvê-lo. Portanto, as estratégias utilizadas evidenciam a necessidade ou não, por parte do professor, de refletir sobre os tipos de atividades desenvolvidas com os alunos e sobre os métodos empregados, para verificar se os mesmos contribuem ou não para o desenvolvimento do raciocínio aditivo e multiplicativo. Por isso, o desafio está em como o professor pode ajudar os alunos a evoluírem, do emprego de estratégias iniciais/simples, para as mais econômicas e complexas, mediante intervenções específicas.

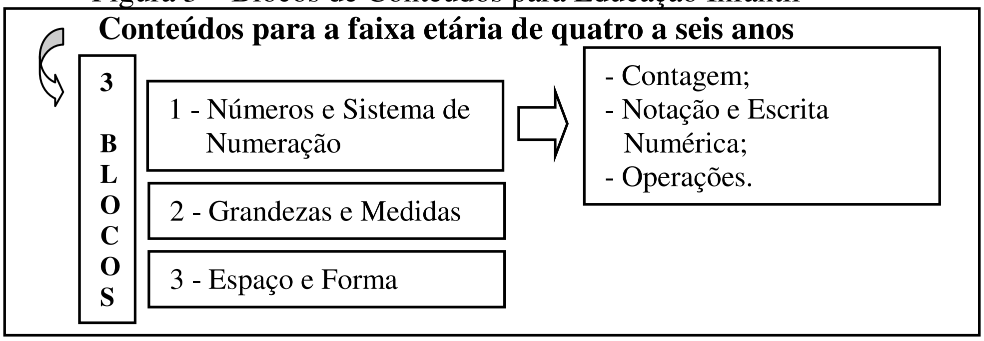
2.2 SELEÇÃO E ORGANIZAÇÃO DOS CONTEÚDOS DA MATEMÁTICA INICIAL NO BRASIL

Em geral, há uma crença de que o ensino dos conceitos iniciais da Matemática se reduz a ensinar os alunos a fazerem “continhas”, o que envolve o domínio de técnicas de cálculos. Por isso, esses procedimentos são ensinados por tópicos isolados, sem levar em conta as estruturas cognitivas matemáticas iniciais.

No Brasil, contudo, as habilidades iniciais, como a composição aditiva, e conceitos iniciais, como o raciocínio aditivo e o raciocínio multiplicativo, estão envolvidos nos conteúdos selecionados e organizados no componente curricular da Matemática para a Educação Infantil e para os anos iniciais do Ensino Fundamental. Esses conteúdos se encontram no Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil e nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs).

No Referencial Curricular Nacional (BRASIL, 1998), em relação à construção dos conceitos e procedimentos matemáticos para a faixa etária até cinco anos e onze meses[14], correspondente à Educação Infantil, os conteúdos estão organizados em três blocos conforme demonstra a Figura 3.

Figura 3 – Blocos de Conteúdos para Educação Infantil



Fonte: elaborada pela autora

No bloco sobre Números e Sistema de Numeração, assunto desta pesquisa, o desenvolvimento da contagem é considerado a base para que se possa estabelecer o valor cardinal de um conjunto de objetos. Assim, nas orientações didáticas, de acordo com o Referencial Curricular Nacional (BRASIL, 1998), é priorizada a proposição de problemas relativos à contagem, de diversas formas, para evitar a mecanização.

Quanto à notação e à escrita numérica, a tarefa fundamental, para o início da compreensão da organização do sistema de numeração, é a pesquisa de diferentes contextos sociais em que se encontram os números. Desse modo, concordamos que compreender o sistema numérico envolve várias questões: “[...] ‘quais os algarismos que o compõem?’, ‘como se chamam?’, ‘como são escritos?’, ‘como podem ser combinados?’, ‘o que muda a cada combinação?’, [...]” (BRASIL, 1998, p. 222). Para essa compreensão, as crianças, desde a tenra idade, precisam trabalhar com o sistema de numeração tal qual ele se apresenta.

Um dos desafios é levar as crianças a investigarem as regras e as regularidades do sistema de numeração. Os PCNs (BRASIL, 1998) sugerem: jogos; calendários; idade de

---

[14] Estabelecido pela Resolução CNE/CP nº 7/2010, que define as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica.

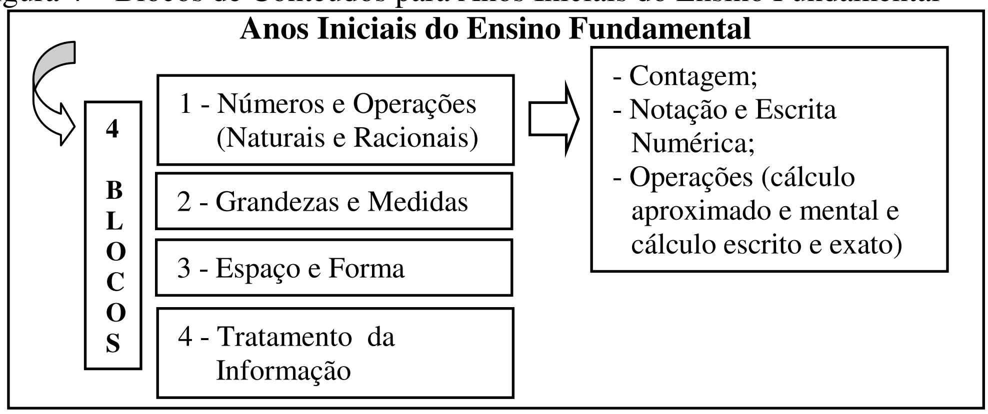
membros do grupo familiar; coleções de álbuns; confecção de livros com organização do índice e numeração de páginas; e, leitura realizada pelos professores de índice e números de páginas, placas, telefones, número de residência, camiseta de jogadores, etc.

Quanto às operações aritméticas, nos PCNs, a orientação é que sejam realizadas ações de acrescentar, agregar, segregar, repartir, comparar, juntar, separar, combinar grandezas e transformar dados numéricos. Sob essa perspectiva, a partir de diferentes sentidos da adição e subtração, far-se-á operações apoiadas na contagem com utilização dos dedos e material manipulativo, com cálculos mentais e com cálculos por estimativas (BRASIL, 1998).

Com base nos estudos realizados por Brizuela (2006), Nunes e Bryant (1997), Nunes et al. (2009) e Vergnaud (1996), concluímos que o currículo oficial para a Educação Infantil, no Brasil, e as orientações didáticas descritas nos PCNs estão condizentes com o que se sabe atualmente sobre como a criança até seis anos de idade processa as habilidades e os conceitos matemáticos iniciais.

Para os anos iniciais do Ensino Fundamental, os conteúdos estão selecionados e organizados em quatro blocos, um a mais do que os estabelecidos para a Educação Infantil, conforme Figura 4. São apresentados subdivididos em dois ciclos. O primeiro ciclo corresponde à 1ª série/2º ano e 2ª série/3º ano e é ofertado às crianças da faixa etária de sete e oito anos; e o segundo ciclo corresponde à 3ª série/4º ano e 4ª série/5º ano, sendo ofertado às crianças da faixa etária de nove e dez anos.

Figura 4 – Blocos de Conteúdos para Anos Iniciais do Ensino Fundamental



Fonte: elaborada pela autora

Com o desenvolvimento dos conceitos numéricos das diversas categorias (naturais, racionais e irracionais) e o estudo reflexivo de cálculos exatos, aproximados, mentais e escritos, nos anos iniciais, propõe-se desenvolver uma pré-álgebra, por ser a base para o estudo da álgebra nos anos finais do Ensino Fundamental (BRASIL, 1997; 1998).

Para o ensino e a aprendizagem da Matemática no primeiro ciclo dos anos iniciais do Ensino Fundamental, em relação ao bloco dos números e operações, destacamos cinco objetivos gerais, relacionados ao tema deste estudo:

> • Construir o significado do número natural, a partir de seus diferentes usos no contexto social, explorando situações-problema que envolvam contagens, medidas e códigos numéricos.
> • Interpretar e produzir escritas numéricas, levantando hipóteses sobre elas, com base na observação de regularidades, utilizando-se a linguagem oral, e registros informais e a linguagem matemática.
> • Resolver situações-problema e construir, a partir delas, os significados das operações fundamentais, buscando reconhecer que uma mesma operação está relacionada a problemas diferentes e um mesmo problema pode ser resolvido pelo uso de diferentes operações.
> • Desenvolver procedimentos de cálculo - mental, escrito, exato, aproximado - pela observação de regularidades e de propriedades das operações e pela antecipação e verificação de resultados.
> • Refletir sobre a grandeza numérica, utilizando a calculadora como instrumento para produzir e analisar escrita (BRASIL, 1997, p.65).

Em relação aos conteúdos conceituais e procedimentais relativos à numeração, espera-se que, após a apresentação dos números no contexto diário, a criança passe a compreender e a analisar a composição e decomposição em ordens e classes (valor posicional), para utilizá-las em situações-problema, por meio de representações numéricas e procedimentos de cálculos. É proposta, pelos PCNs, a utilização de diferentes estratégias, para levar a criança a quantificar um conjunto, sendo elas: contagem, pareamento, estimativas, correspondências de agrupamentos, comparação e ordenação de conjuntos, classificação e seriação (BRASIL, 1997).

Quanto às operações, no primeiro ciclo, a ênfase é para a adição e a subtração, com uso de sinais convencionais, construção e organização dos fatos básicos das operações, decomposição das escritas numéricas para a realização de cálculos mentais, exatos e aproximados. Existe, entretanto, a recomendação da inclusão da multiplicação e da divisão por estratégias próprias (BRASIL, 1997).

A evolução das habilidades matemáticas, por parte dos alunos, pode ser verificada pelo professor, de acordo com orientações didáticas contidas nos PCNs, através de avaliações do processo ensino-aprendizagem. Os critérios para avaliação da Matemática, em relação às competências sobre números e operações que o aluno deve desenvolver nos anos iniciais do Ensino Fundamental, são:

> • Resolver situações-problema que envolvam contagem e medida, significados das operações e seleção de procedimentos de cálculo.
> • Ler e escrever números, utilizando conhecimentos sobre a escrita posicional.

> • Comparar e ordenar quantidades que expressem grandezas familiares aos alunos, interpretar e expressar os resultados da comparação e da ordenação (BRASIL, 1997, p. 76).

A partir dos três critérios de avaliação acima, questionamos: como realizar, na prática, uma avaliação que possa permitir ao professor organizar seu trabalho em sala de aula, como base nos conceitos que os alunos possuem?

2.3 AVALIAÇÕES DO DESENVOLVIMENTO CONCEITUAL EM MATEMÁTICA

Um programa de intervenção precisa levar em consideração o nível conceitual inicial do aluno. Por essa razão, para Nunes et al. (2001) é indispensável a realização de um diagnóstico sobre o raciocínio aditivo dos alunos, no início do ano letivo. Os autores defendem a reaplicação da avaliação em diversos momentos do ano letivo, a fim de avaliar a eficácia do método de ensino utilizado e de conhecer melhor os resultados da ação pedagógica.

Em um ensino baseado em evidências[15], o professor coleta dados sobre o desenvolvimento conceitual de seus alunos e, com base na análise desses dados, elabora projetos para o desenvolvimento dos mesmos. Logo, um professor reflexivo, ao planejar o ensino de conceitos matemáticos iniciais, com base em evidências, precisa avaliar a compreensão que a criança tem a respeito do sistema de numeração. Desse modo, pode propor atividades que desenvolvam essa compreensão em sala de aula, de forma que se possibilite a evolução da criança. Nesse sentido, é crucial a avaliação do desenvolvimento conceitual do aluno (NUNES et al., 2009).

Os autores citados acima afirmam que é possível avaliar os alunos de uma sala, utilizando por dia, de cinco a dez minutos. Para essa avaliação, sugerem entrevistar quatro crianças a cada dia. Assim, em aproximadamente uma semana, tem-se o diagnóstico de todas as crianças da sala. No modelo proposto pelos autores, o primeiro passo é investigar até que número as crianças sabem contar. Depois, deve-se avaliar a composição aditiva com a tarefa de compra. É importante, também, verificar a adição de parcelas escondidas. Para isso, os autores propõem uma tarefa: colocar objetos em uma caixa e solicitar que a criança responda

---

[15] O termo evidências refere-se aos níveis conceituais em que os alunos se encontram (conhecimento prévio), mediante análise das estratégias que utilizam para resolução de situações-problema (MARZANO; PICKERING; POLLOCK, 2008).

a respeito da quantia com que ficará, ao receber mais alguns elementos, considerando-se os elementos da caixa como o montante ausente, oculto.

Além da avaliação com tarefa de compra, Nunes et al. (2009) consideram fundamental avaliar a equivalência entre moedas e dedos; portanto, devemos solicitar que a criança mostre nos dedos, o valor da moeda (cinco centavos). É interessante observar que a criança poderá mostrar um dedo, referente ao número de moedas, e não ao seu valor. Como já referimos, os atos de contar e de compreender a utilidade dos números envolvem situações diferentes.

Outro aspecto a ser considerado, nesta pesquisa, é a avaliação da atuação do aluno nas aulas de Matemática. Para Toledo e Toledo (2009), essa avaliação é compreendida como um processo contínuo pelos professores comprometidos com o desenvolvimento do aluno. Nesse processo contínuo, os autores consideram imprescindível a reflexão sobre a aprendizagem e sobre as condições ofertadas, por parte do professor, ao realizar uma investigação. Os autores explicam que a investigação é necessária para verificar se seus objetivos foram atingidos, se há uma adequação do tempo e do ritmo, o modo como os conteúdos são recebidos pelos alunos, a forma como se dá a aquisição do conhecimento dos alunos, os conhecimentos prévios, as diferenças individuais e as diversas possibilidades de aprendizagem. Também consideram indispensável, ao observar os alunos, registrar os procedimentos que os mesmos adotam, a fim de resolver situações-problema; as diferentes formas de representação ao comunicar o raciocínio usado; os conceitos e situações que são difíceis de entender; e as possibilidades de decodificação de instruções, entre outros.

Como já afirmamos, para o ensino baseado em evidências, faz-se necessária a avaliação do desenvolvimento conceitual dos alunos. Essa avaliação, no Brasil, compreende três dimensões básicas: avaliação da aprendizagem; avaliação institucional interna e externa; e avaliação de redes de Educação Básica (BRASIL, 2010). Os resultados da avaliação externa em larga escala mostram a necessidade de reconstrução da prática pedagógica, como veremos a seguir.

2.3.1 Avaliação em Larga Escala no Brasil

Neste item, apresentaremos uma descrição das avaliações em larga escala, para mostrar que as análises dos dados coletados servem de base à elaboração de políticas públicas, pelas quais se estabelecem objetivos e metas para a melhoria da qualidade de ensino. Já na instituição escolar, a partir dos resultados do desempenho dos alunos diante das competências e das habilidades avaliadas em proficiência em Matemática e em Língua Portuguesa, elaboram-se ações pedagógicas específicas com intervenções focalizadas. Para a organização dessas ações específicas, faz-se necessária a formação continuada de professores, na qual se busca compreender "o que é" avaliado no desempenho, "como é" avaliado e "para que" são realizadas as avaliações. Para esta pesquisa, a compreensão dessas questões sobre a avaliação de proficiência em Matemática, aplicada nos anos iniciais do Ensino Fundamental, traz contribuições significativas sobre como os conceitos iniciais de Matemática são avaliados.

No Brasil, os objetivos e as metas que constam no projeto "Todos pela Educação" são amparados legalmente no artigo 87 da Lei 9394/96 (BRASIL, 1996), que prevê a elaboração de um Plano Nacional de Educação, com diretrizes e metas em sintonia com a Declaração Mundial sobre "Educação para Todos". Com base nesse projeto descreveremos a seguir: objetivos e metas das avaliações em larga escala no Brasil; avaliações em larga escala promovidas no Brasil; o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB); o Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Rio Grande do Sul (SAERS), com apresentação dos resultados de testes padronizados de proficiência em Matemática e dos fatores associados ao desempenho escolar.

2.3.1.1 Objetivos e Metas

Na Lei 9394/96, o artigo 87, referente às disposições transitórias, estabelece que a União é responsável pela elaboração de diretrizes e metas para um Plano Nacional de Educação, de acordo com a Declaração Mundial sobre Educação para Todos. Para a elaboração de um plano, são necessárias informações da realidade do sistema educacional em vigor, coletadas a partir de uma avaliação educacional externa (BRASIL, 1996).

Sobre a organização de um Plano Nacional de Educação, cabe salientar que, com a proposta de avaliações em larga escala, no Brasil, coloca-se em prática o artigo 9º da Lei 9394/96 (BRASIL, 1996), referente aos encargos da União, tratados nos seguintes incisos:

> IV - estabelecer, em colaboração com os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, competências e diretrizes para a Educação Infantil, o Ensino Fundamental e o Ensino Médio, que nortearão os currículos e seus conteúdos mínimos, de modo a assegurar formação básica comum;
> V - coletar, analisar e disseminar informações sobre a educação;
> VI - assegurar processo nacional de avaliação do rendimento escolar no Ensino Fundamental, Médio e Superior, em colaboração com os sistemas de ensino, objetivando a definição de prioridades e a melhoria da qualidade do ensino (BRASIL, 1996).

Com as avaliações em larga escala, cumprem-se os incisos acima descritos. Assim, a União tem acesso a dados e a informações de todos os estabelecimentos, os quais são fundamentais às políticas públicas. Cabe salientar que houve um período de transição para os estabelecimentos escolares se organizarem dentro da nova proposta, em torno de dez anos, de 1996 a 2005. Após 2005, entre os resultados divulgados, destaca-se o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), abordado no item 2.3.1.3.

A avaliação educacional pode ocorrer em duas dimensões: a interna e a externa (RIO GRANDE DO SUL, 2009c). Na interna, é realizada a avaliação do processo de ensino-aprendizagem, desenvolvido como parte do fazer pedagógico da escola. Essa avaliação é realizada pelo professor. Com essa prática, é possível verificar a eficácia das estratégias desenvolvidas e se os objetivos propostos são alcançados. A avaliação interna tem três funções: diagnóstica, formativa e somativa[16]. Já no caso da avaliação externa, é realizada uma avaliação do desempenho escolar de natureza sistêmica, feita por agente externo à escola, em larga escala. Essa avaliação assume diferentes formas, as quais dependem dos objetivos propostos.

Os principais objetivos das avaliações externas em larga escala são: autoavaliação, certificação, credenciamento ou seleção, diagnóstico e rendição de contas (RIO GRANDE DO SUL, [17]2009c). Com a autoavaliação, faz-se uma comparação entre pares que se encontram numa mesma situação, referente às habilidades e às competências construídas, como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Com a certificação, ocorre uma autorização para reconhecimento como detentor de um determinado nível de estudo. É o que ocorre com a certificação de conclusão do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, aos que apresentarem bom desempenho, ao realizarem o Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos (ENCCEJA). Com o credenciamento, os indivíduos são hierarquizados pelo domínio apresentado em determinados conhecimentos, habilidades e competências. Logo, os que estão com as melhores posições ocupam vagas em universidades,

---

[16] A avaliação diagnóstica tem a função de informar o contexto de trabalho e os conhecimentos prévios dos alunos. A avaliação formativa indica avanços e dificuldades, durante o processo, contribuindo para melhorar a aprendizagem. É feita mediante atendimento individual e alternativas de recuperação, em relação às dificuldades apresentadas. A avaliação somativa verifica o que o aluno aprendeu, visa à atribuição de notas e à certificação do período escolar, informa o nível de aprendizado adquirido (RIO GRANDE DO SUL, 2009c).

[17] Apesar de parecer estranho, a autoavaliação, credenciamento e rendição de contas são termos adotados no Guia de Estudos "Avaliação Continuada: apropriação e utilização dos resultados" (RIO GRANDE DO SUL, 2009).

classificação essa realizada pelo ENEM. No caso da atividade de diagnóstico, é possível verificar informações sobre políticas públicas educacionais, sistemas de ensino, programas e desempenho dos alunos. Dessa forma, gestores e professores dos estabelecimentos podem comparar os resultados com os objetivos propostos, aperfeiçoar ações práticas para melhorar a aprendizagem dos alunos. Com a rendição de contas, mostram-se à sociedade os resultados já alcançados, por meio de divulgação da avaliação em larga escala, e promovem-se debates em torno dos programas e objetivos. Essa rendição envolve a sociedade em geral, tanto os profissionais ligados diretamente ao processo educacional escolar como os demais, de forma que todos possam participar, ativamente, na melhoria dos resultados do processo de avaliação, a partir de um ensino de qualidade.

Conforme o resultado do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA)[18], realizado em 2006 e divulgado pela Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), em 2007, o Brasil foi “reprovado” nas provas de Matemática e Leitura, já que ocupa a 53ª posição em Matemática, entre 57 países participantes, e a 48ª, em Leitura, entre 56 países participantes (GOIS; PINHO, 2007). Em 2010, entre 65 países participantes, o Brasil ficou em 53º lugar em Leitura e Ciências, e em 57º lugar em Matemática. Embora o Brasil apresentasse a terceira maior evolução nas médias dentre 65 nações, com superação da barreira dos 400 pontos em Leitura e Ciências, em Matemática ficou abaixo do patamar esperado. Os alunos não conseguiram passar do nível mais básico de compreensão em Matemática: 69% dos alunos chegaram apenas ao nível 1 e apresentaram dificuldades em aplicar conceitos e fórmulas (PARAGUASSÚ, 2010).

A partir dos resultados do PISA, divulgados pela OCDE, com a criação do projeto “Todos pela Educação”, bem como a definição de metas concretas do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), para a melhoria da qualidade da Educação, o governo brasileiro espera que o país avance em seus resultados no PISA e eleve a média de 3,8 do IDEB, de 2005, a 6,0 até 2022 (INEP, 2010).

Com base no objetivo que visa a garantir Educação Básica de qualidade para todos os brasileiros até 2022, no projeto “Todos pela Educação”, cinco metas foram definidas: toda

---

[18] O PISA é um programa internacional de avaliação comparada, que tem por finalidade produzir indicadores sobre a efetividade dos sistemas educacionais. Avalia o desempenho de alunos na faixa dos 15 anos, idade em que se pressupõe o término da escolaridade básica obrigatória na maioria dos países. As avaliações acontecem a cada três anos, com aplicação de provas e questionários.

criança e jovem de 4 a 17 anos na escola; toda criança plenamente alfabetizada até os 8 anos; todo aluno com aprendizado adequado à sua série; todo jovem com o Ensino Médio concluído até os 19 anos; e investimento em Educação ampliado e bem gerido (TODOS PELA EDUCAÇÃO, 2010).

As metas, comunicadas constantemente, servem como direcionamento para que todos os brasileiros acompanhem e cobrem melhorias na educação. O desenvolvimento do projeto inclui o monitoramento da educação por meio da divulgação de pesquisas, dados e informações relacionadas ao tema; maior e melhor inserção da educação na mídia; o fomento ao debate e à mobilização; e o estímulo à formação de agendas locais de acompanhamento, cobrança e apoio.

2.3.1.2 Avaliações em Larga Escala Desenvolvidas no Brasil

As avaliações externas promovidas no Brasil em instituições públicas federais, estaduais e municipais, bem como instituições privadas, cresceram nas últimas três décadas (RIO GRANDE DO SUL, 2009c). Na atualidade, as instâncias governamentais usam uma série de indicadores para conhecer a realidade, fazer a coleta de dados e criar estratégias para alcançar objetivos propostos. Para verificar se os objetivos do Plano Nacional de Educação foram atingidos, analisam o impacto de um determinado programa, como “Todos pela Educação”, a satisfação com o trabalho e a aprendizagem dos alunos. O impacto é analisado ao pesquisarem as condições socioeconômicas dos participantes e não-participantes, os padrões de empregabilidade, renda, condições de saúde, entre outros. A satisfação dos profissionais da área da Educação é verificada, a partir dos dados de questionários e de entrevistas, aplicados ao final de programas, ou com o Plano de Desenvolvimento da Escola (PDE)[19] (RIO GRANDE DO SUL, 2009c). A aprendizagem dos alunos é analisada por meio de testes constituídos com questões sobre conceitos específicos, através dos quais se verifica o desempenho referente às habilidades e às competências relacionadas aos conteúdos selecionados e organizados, que constam nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Essa verificação também pode ocorrer em nível estadual, a partir de seus referenciais

[19]PDE é um dos programas do Ministério da Educação e Cultura (MEC), destinado à melhoria da gestão escolar, baseado na disseminação de uma metodologia de planejamento participativo entre as escolas com Índice de Desenvolvimento da Educação (IDEB) abaixo da média nacional.

curriculares em sintonia com os PCNs. Nesta pesquisa, levaremos em conta a verificação dos objetivos da avaliação externa, em relação à aprendizagem da Matemática, nos anos iniciais do Ensino Fundamental, em especial da rede estadual do RS, aspecto apresentado no item 2.3.1.4.

São realizadas no Brasil, pelo Governo Federal, as seguintes avaliações externas na Educação Básica[20]: Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM); Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos (ENCCEJA); Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB); e a Prova Brasil. No Ensino Superior, realiza-se o Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENADE), que integra o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES), para a verificação do rendimento dos alunos dos cursos de graduação, em relação aos conteúdos programáticos, habilidades e competências.

Quanto à confiabilidade e à fidedignidade dos dados obtidos, esses são verificados mediante procedimentos estatísticos variados, com o propósito não só de relacionar acertos de um item do teste com outros itens, mas também de verificar se testes diferentes podem produzir a mesma medida e, inclusive, de relacionar cadernos de testes diferentes por inclusão de itens comuns. Assim, ao relacionarem os itens e os testes à matriz de referência, esses procedimentos permitem concluir se os testes medem ou não as habilidades desenvolvidas pelos alunos avaliados. Dessa forma, para a avaliação transformar-se numa perspectiva produtiva, ela precisa conter informações dos resultados dos testes padronizados, realizados pelos alunos, e dos dados relacionados aos fatores associados.

Os fatores associados são coletados por questionários, destinados à direção e aos professores regentes dos anos avaliados, com questões sobre: condições socioculturais dos alunos; organização administrativa e pedagógica da escola; o cotidiano dos jovens; localização geográfica; infraestrutura e equipamentos; e dados sobre a equipe diretiva e professores. Portanto, toda avaliação externa é acompanhada de questionários dirigidos aos diversos segmentos da escola (RIO GRANDE DO SUL, 2009c).

A avaliação externa prosperou, em nível mundial, na década de 1960 e, em nível nacional, na década de 1980, quando foi implantado o SAEB no país. Atualmente, no Brasil, os testes para verificação do rendimento escolar são aplicados ao final de cada nível, anos

[20]De acordo com a LDB 9394/96, a Educação Básica é constituída da Educação Infantil, do Ensino Fundamental e do Ensino Médio (BRASIL, 1996); porém, a avaliação externa ainda não é realizada na Educação Infantil.

iniciais e anos finais do Ensino Fundamental, e no final do Médio (RIO GRANDE DO SUL, 2009c).

Frente ao movimento nacional com o projeto “Todos pela Educação”, criado em 2006, cada estado pode realizar suas avaliações em larga escala e criar seus projetos para alcançar as metas estabelecidas no Plano Nacional de Educação. No Rio Grande do Sul, em 2008, foi criado o programa estruturante “Boa Escola para Todos”. Faz parte desse projeto o Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Rio Grande do Sul (SAERS) e o Projeto para Alfabetização. O SAERS será descrito no item 2.3.1.4.

2.3.1.3 Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB)

Em 2005, entidades governamentais obtiveram os primeiros resultados do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), a partir dos quais foram criadas metas de qualidade, com o objetivo de colocar o Brasil no patamar educacional dos países da OCDE. O IDEB é calculado a partir de dados sobre a taxa de aprovação escolar e as médias de desempenho[21]. As médias de desempenho, nas avaliações em larga escala, são obtidas pelo Instituto Nacional de Estudos e de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), pelo SAEB e pela Prova Brasil, expressos em níveis de ensino, como anos iniciais do Ensino Fundamental (Figura 5). Logo, se houver, numa escola, retenção dos alunos para obtenção de bons resultados na avaliação em larga escala (SAEB ou Prova Brasil), o fluxo[22] apresentará problemas e apontará necessidade de melhoria. Da mesma forma se, numa escola, for verificada aprovação sem qualidade, os resultados da avaliação em larga escala apresentarão a necessidade de melhora do sistema quanto ao desempenho. Os resultados do IDEB expressam dois itens importantes da educação: desempenho e fluxo. Cabe a cada escola realizar uma análise de seus resultados e buscar alternativas para prosperar e alcançar as metas propostas.

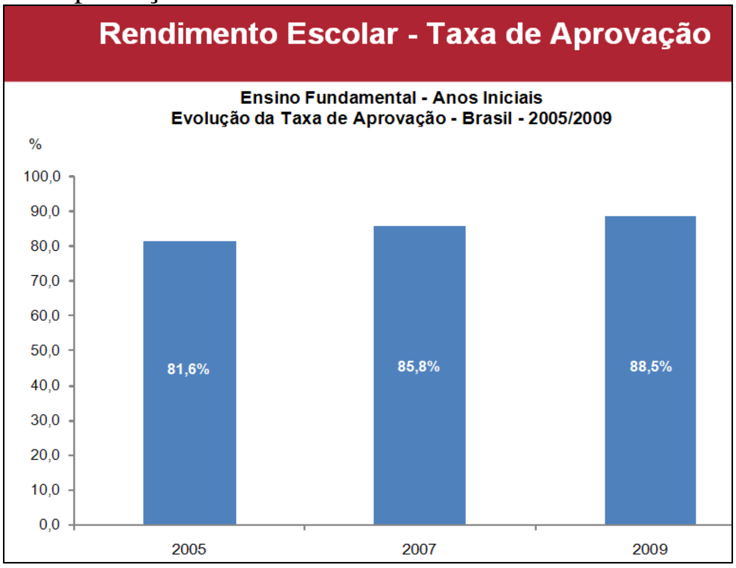
Os dados de aprovação são obtidos no Censo Escolar e são expressos por níveis, conforme Figura 5.

---

[21] O desempenho refere-se ao rendimento, à pontuação em exames padronizados (RIO GRANDE DO SUL, 2009c).

[22] O fluxo refere-se à taxa média de aprovação, ao tempo gasto para ensinar, às competências adequadas, à idade dos alunos e à série que frequentam (RIO GRANDE DO SUL, 2009c).

Figura 5 – Taxa de Aprovação dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental no Brasil

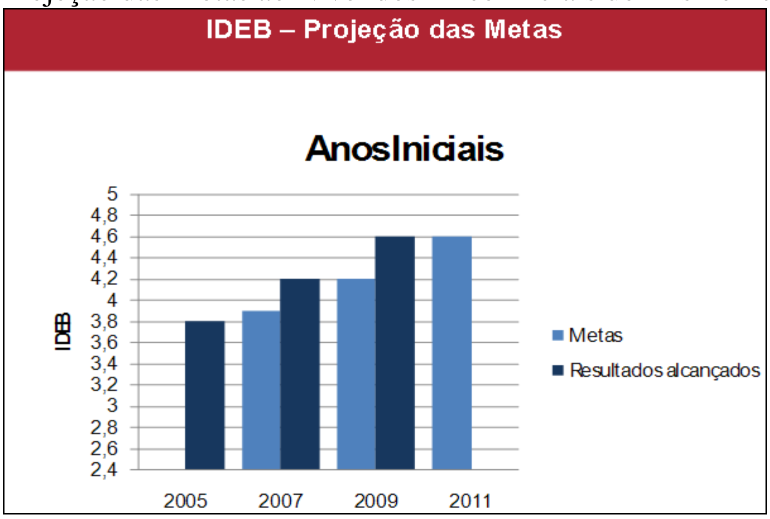


Fonte: MEC/Inep (2010)

O IDEB é considerado mais que um indicador estatístico, por ser um condutor de política pública em prol da qualidade de educação, nos âmbitos nacional, estadual, municipal e escolar, e também por ser uma ferramenta para acompanhamento das metas de qualidade do PDE - Escola da Educação Básica. O índice serve como diagnóstico da situação educacional e, a partir desse, são projetadas metas individuais intermediárias, rumo ao incremento da qualidade do ensino.

Em 2009, na esfera nacional, conforme podemos observar na Figura 6, o IDEB passou de 4,2 para 4,6, a meta esperada para os anos iniciais, primeira fase do Ensino Fundamental, projetada para 2011.

Figura 6 – Projeção das Metas ao Nível dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental



Fonte: MEC/Inep (2010)

Em 2011, na esfera nacional, conforme a Figura 7, o IDEB observado passou a meta esperada para os anos iniciais, primeira fase do Ensino Fundamental, indo além do projetado para 2013.

Figura 7 – Resultados do IDEB, referentes aos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, de 2005 a 2011

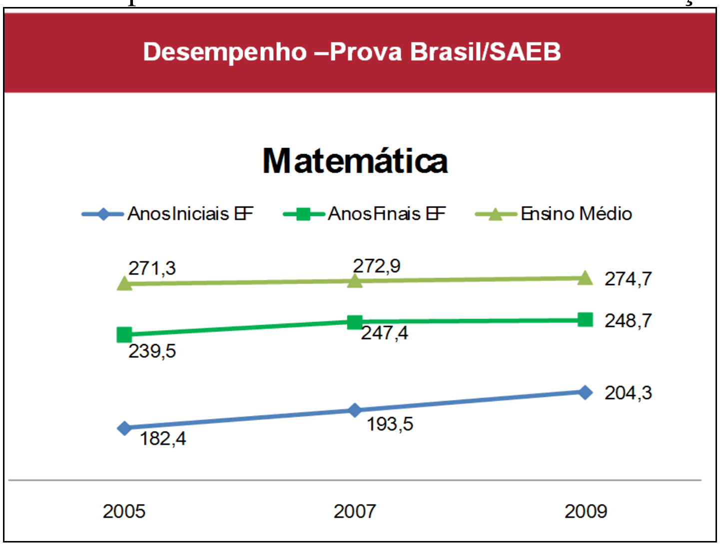
Anos Iniciais do Ensino Fundamental

	IDEB Observado				Metas				
	2005	2007	2009	2011	2007	2009	2011	2013	2021
Total	3.8	4.2	4.6	5.0	3.9	4.2	4.6	4.9	6.0

Fonte: MEC/Inep (2012)

O IDEB utiliza uma escala de zero a dez, resultante do índice de aprovação e média de desempenho dos estudantes em Língua Portuguesa e em Matemática, para expressar conceitos importantes para a qualidade da educação. Na Figura 8, constam os resultados referentes à Matemática, de 2005 a 2009. Podemos observar que houve um crescimento significativo em Matemática, nos anos iniciais do Ensino Fundamental, cuja série avaliada foi a 4ª série/5º ano[23] do Ensino Fundamental.

Figura 8 – Desempenho em Matemática nos Níveis da Educação Básica



Fonte: MEC/Inep (2010)

[23] Em alguns estabelecimentos de ensino, a série avaliada foi a 4ª série do Ensino Fundamental de oito anos; em outros, foi o 5º ano do Ensino Fundamental de nove anos.

Os resultados (Figura 7 e Figura 8) indicam que ocorreu uma mobilização para melhorar o ensino nos anos iniciais. Nessa mobilização, encontramos as metas bienais de qualidade estabelecidas, a serem atingidas. Essas metas não são apenas divulgadas na esfera nacional, mas também na estadual (Quadro 2), na municipal e na escolar. Por isso, estados, municípios e escolas deverão melhorar seus índices, até chegar à meta 6,0, em 2022.

Os resultados do IDEB (Quadro 2) referem-se aos resultados da 4ª série/5º ano.

Quadro 2 – IDEB Observado e Metas Projetadas para os Estados do Brasil

	IDEB Observado			Metas Projetadas							
Estado	**2005**	**2007**	**2009**	**2007**	**2009**	**2011**	**2013**	**2015**	**2017**	**2019**	**2021**
Acre	3.3	3.8	4.5	3.4	3.7	4.2	4.4	4.7	5.0	5.3	5.6
Alagoas	2.9	3.3	3.3	2.9	3.3	3.7	4.0	4.3	4.6	4.9	5.2
Amapá	3.1	3.0	3.6	3.1	3.5	3.9	4.2	4.4	4.7	5.0	5.3
Amazonas	3.3	3.9	4.5	3.3	3.7	4.1	4.4	4.7	5.0	5.2	5.5
Bahia	2.6	2.6	3.2	2.7	3.0	3.4	3.7	4.0	4.3	4.6	4.9
Ceará	3.2	3.5	4.2	3.2	3.6	4.0	4.3	4.6	4.9	5.2	5.5
Distrito Federal	4.4	4.8	5.4	4.5	4.8	5.2	5.5	5.8	6.0	6.3	6.5
Espírito Santo	3.7	4.1	5.0	3.8	4.1	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	5.9
Goiás	3.9	4.3	4.9	4.0	4.3	4.7	5.0	5.3	5.6	5.8	6.1
Maranhão	3.2	3.3	4.0	3.3	3.6	4.0	4.3	4.6	4.9	5.2	5.5
Mato Grosso	3.6	4.4	4.9	3.6	4.0	4.4	4.7	4.9	5.2	5.5	5.8
Mato Grosso do Sul	3.2	4.0	4.4	3.3	3.6	4.0	4.3	4.6	4.9	5.2	5.5
Minas Gerais	4.9	4.9	5.8	5.0	5.3	5.7	5.9	6.2	6.4	6.6	6.8
Pará	2.8	2.8	3.7	2.8	3.2	3.6	3.8	4.1	4.4	4.7	5.1
Paraíba	3.0	3.5	3.7	3.1	3.4	3.8	4.1	4.4	4.7	5.0	5.3
Paraná	5.0	5.2	5.2	5.0	5.4	5.7	6.0	6.2	6.5	6.7	6.9
Pernambuco	3.1	3.5	3.9	3.2	3.5	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4
Piauí	2.6	3.2	3.8	2.6	2.9	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8
Rio de Janeiro	3.7	3.8	4.0	3.8	4.1	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	5.9
Rio Grande do Norte	2.6	3.0	3.5	2.6	2.9	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8
Rio Grande do Sul	4.2	4.5	4.8	4.2	4.6	5.0	5.3	5.5	5.8	6.1	6.3
Rondônia	3.6	4.0	4.4	3.6	4.0	4.4	4.7	5.0	5.2	5.5	5.8
Roraima	3.5	3.5	4.2	3.6	3.9	4.3	4.6	4.9	5.2	5.5	5.7
Santa Catarina	4.3	4.7	5.0	4.4	4.7	5.1	5.4	5.6	5.9	6.2	6.4
São Paulo	4.5	4.7	5.4	4.6	4.9	5.3	5.5	5.8	6.1	6.3	6.6
Sergipe	3.0	3.4	3.7	3.1	3.4	3.8	4.1	4.4	4.7	5.0	5.3
Tocantins	3.6	4.2	4.5	3.7	4.0	4.5	4.7	5.0	5.3	5.6	5.9

Fonte: adaptado de Inep (2010)

As metas são diferenciadas, para cada rede e escola, e apresentadas de forma bienal, de 2005 até 2021. Os estados que atingem as metas são destacados em verde, mas devem continuar a evoluir. Vale ressaltar que o Ministério da Educação prevê apoio específico para reduzir a desigualdade das redes e escolas com maior dificuldade, de forma que melhorem rapidamente. Ampliam-se, assim, as possibilidades de mobilizar a sociedade, em favor de uma educação de qualidade. Nesse apoio específico, estão incluídas verbas destinadas à formação continuada de professores.

2.3.1.4 Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Rio Grande do Sul (SAERS)

No Rio Grande do Sul, a avaliação externa em larga escala é realizada pelo Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Rio Grande do Sul (SAERS). A realização de avaliações sistemáticas do sistema de ensino do Estado do Rio Grande do Sul teve amparo legal na lei 10.576/95 (RIO GRANDE DO SUL, 1995), que versa sobre a Gestão Democrática do Ensino Público.

Em 1996, foram avaliados alunos da 2ª, 5ª e 7ª séries do Ensino Fundamental e 2ª série do Ensino Médio. Da mesma forma, em 1997 e 1998, em parceria com a Federação das Associações dos Municípios do Rio Grande do Sul (FAMURS), aplicaram-se testes de Língua Portuguesa, Redação e Matemática, para os alunos de 4ª e 8ª séries do Ensino Fundamental e 3ª série do Ensino Médio.

O Estado deixou de realizar avaliações, no período de 1999 e 2004 (RIO GRANDE DO SUL, 2009c). No governo Olívio Dutra (período entre 1999 a 2002), foi desencadeado a "Constituinte Escolar", em abril de 1999, um instrumento para a construção da democracia participativa do governo do Estado do Rio Grande do Sul para a área de educação. Com essa proposta, foi iniciada a participação efetiva da comunidade escolar na construção de políticas educacionais (AMARAL, 2008).

Em 2005, foi retomada a avaliação externa. Assim, com o SAERS/2005, foram realizados testes de Língua Portuguesa e Matemática, aplicados a alunos da 2ª série/3º ano e 5ª série/6º ano do Ensino Fundamental e 1º ano do Ensino Médio. Participaram desse processo de avaliação 4.531 alunos, das 223 escolas da rede estadual, da 25ª e 32ª Coordenadoria Regional da Educação, e 41.894 alunos, de 1.243 escolas, de 77 redes municipais de ensino (RIO GRANDE DO SUL, 2009c).

Pelo decreto estadual nº. 45.300, de 30 de outubro de 2007, foi instituído o Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Rio Grande do Sul (SAERS), por uma iniciativa da Secretaria da Educação, em parceria com a União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação (UNDIME/RS) e com o Sindicato dos Estabelecimentos do Ensino Privado do Rio

Grande do Sul (SINEPE/RS). O sistema tem por objetivo "[...] avaliar, de forma objetiva e sistemática, a qualidade da Educação Básica oferecida nas escolas gaúchas para formular, com base nos seus resultados, políticas públicas, estratégias e ações, com vista ao estabelecimento de padrões de qualidade para a educação no Estado" (RIO GRANDE DO SUL, 2008, p.15). A referência à qualidade da Educação Básica das escolas gaúchas não se limita à rede pública estadual, mas a todas as redes.

O SAERS, embora coordenado e executado pela Secretaria da Educação do Estado, não é restrito à participação de escolas da rede pública estadual, conta com a participação de escolas municipais e particulares. Os testes são aplicados em alunos da 2ª série/3º ano, 5ª série/6º ano do Ensino Fundamental e do 1º ano do Ensino Médio, nas áreas de Língua Portuguesa e Matemática. Nessas duas áreas, são avaliadas as habilidades cognitivas dos alunos e, juntamente, são aplicados questionários aos professores, diretores e supervisores das escolas, com o objetivo de coletar dados referentes a fatores externos e internos, que possam influenciar os resultados.

Em 2007, o SAERS avaliou 288.734 alunos. Para tal foram aplicados testes de Língua Portuguesa e de Matemática, em alunos da 2ª série/ 3º ano e 5ª série/6º ano do Ensino Fundamental e 1º ano do Ensino Médio de todas as escolas da rede estadual, de escolas municipais de 56 municípios, de 18 escolas da rede particular e uma federal. Junto a essa avaliação, foram aplicados questionários sobre as condições de infraestrutura de cada escola. No SAERS/2008, foram avaliados 243.584 alunos, entre escolas da rede estadual, escolas municipais de cinco municípios, 15 escolas privadas e uma federal. Com base nos resultados da avaliação de 2008, elaborou-se um Boletim Pedagógico para cada escola, com o objetivo de que, houvesse uma reflexão sobre o desempenho dos alunos e sobre as habilidades avaliadas. Na escola, com o boletim busca-se promover discussões em torno dos resultados, relacionando-os às práticas pedagógicas, aos níveis de aprendizagem dos alunos, com práticas pedagógicas e políticas públicas voltadas a uma educação de qualidade e à redução de desigualdades educacionais (RIO GRANDE DO SUL, 2008).

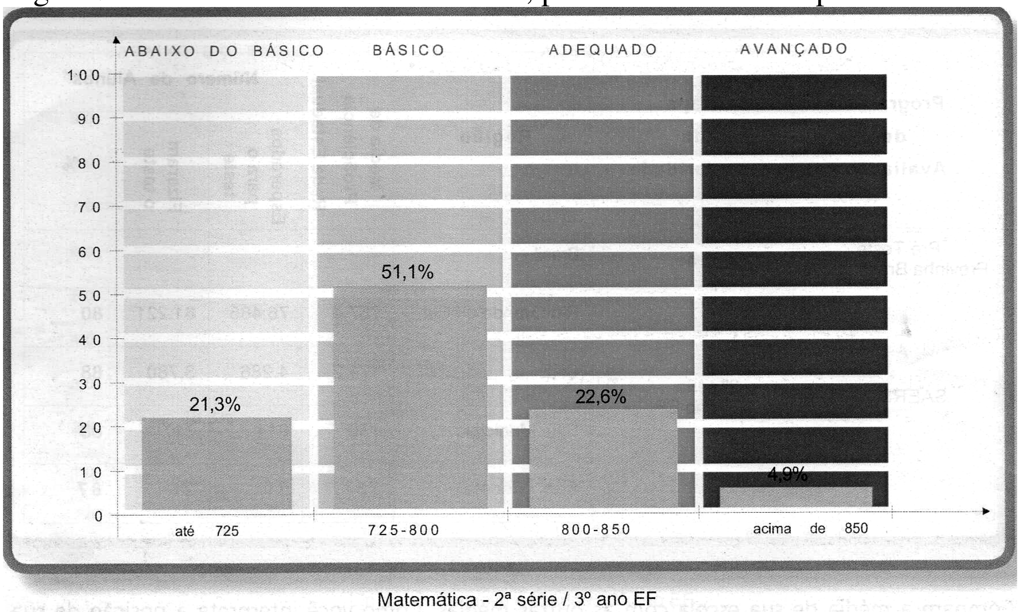
Como a qualidade da educação é o maior desafio do sistema educacional, com os resultados das avaliações em larga escala é possível conhecer o funcionamento do sistema educacional avaliado e implementar políticas públicas. Com os resultados do SAERS, é possível criar estratégias para melhorar a qualidade do ensino no estado e elevar, consequentemente, os índices do IDEB.

Os padrões do desempenho estudantil do SAERS estão estruturados em quatro categorias de desempenho: Abaixo do Básico, Básico, Adequado e Avançado. No padrão

Abaixo do Básico, o nível de conhecimento apresentado pelos alunos é rudimentar e superficial. No Padrão Básico, o nível de conhecimento apresentado pelos alunos é parcial e restrito. Por sua vez, no Padrão Adequado, o nível de conhecimento apresentado pelos alunos é sólido e o desenvolvimento das habilidades é o esperado para o período de escolarização avaliado, isto é, o ano. Já no Padrão Avançado, o nível de conhecimento apresentado pelos alunos ultrapassa o aprendizado esperado para o período de escolarização (RIO GRANDE DO SUL, 2008).

As provas de proficiência em Matemática, em 2008, foram aplicadas em alunos da 2ª série/3º ano do Ensino Fundamental. Os eixos avaliados foram: números e operações; grandezas e medidas; espaço e forma; e tratamento da informação. O resultado da prova de proficiência em Matemática, em 2008 (Figura 9), mostra o percentual da média do Estado, em cada padrão de desempenho.

Figura 9 – Gráfico Percentual de Alunos, por Padrão de Desempenho em 2008



Fonte: Rio Grande do Sul (2008)

Os padrões Abaixo do Básico e Básico, de 2008, formam um índice de 72,4% de alunos que não desenvolveram as habilidades consideradas adequadas para o período de escolaridade avaliado. Com o resultado, verificamos que somente 22,6% desenvolveram habilidades consideradas essenciais à série/ano avaliada. Em 2009, o resultado foi semelhante, pois 22,4 % apresentaram desenvolvimento de habilidades esperadas para a série/ano. Dos 71,6 % que apresentaram resultados abaixo do esperado, 22,8 % apresentaram Padrão Abaixo do Básico e 51,1 %, Padrão Básico. Esse resultado nos leva a um questionamento: as competências e as habilidades esperadas no Padrão Adequado são condizentes com a literatura e a seleção e organização dos conteúdos, currículo oficial do Brasil, para o ano avaliado?

2.3.2 Resultados de Testes Padronizados de Proficiência em Matemática no RS

O eixo base das matrizes de referências para a avaliação de Matemática é a habilidade de resolver problemas, organizado em quatro domínios: espaço e forma; grandezas e medidas; números e operações/álgebra e funções; e tratamento da informação. Para cada domínio, são expressas as competências avaliadas, para as quais existem descritores, conforme Quadro 3.

Quadro 3 – Domínio e Competências Avaliadas no Desempenho de Proficiência em Matemática

DOMÍNIO	COMPETÊNCIAS	DESCRITORES
ESPAÇO E FORMA	Localizar objetos em representações do espaço.	D1
	Identificar figuras geométricas e suas propriedades.	D3
GRANDEZAS E MEDIDAS	Utilizar sistemas de medidas.	D7, D8, D10 e D30
NÚMEROS, OPERAÇÕES e ÁLGEBRA	Conhecer e utilizar números.	D13, D14, D15, D31, D32, D33, D34 e D35
	Realizar e aplicar operações.	D17, D18, D19, D20, D23, D25, D36 e D37
TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO	Extrair informações de dados em tabelas e gráficos.	D27 e D28

Fonte: adaptado de Rio Grande do Sul (2009b)

Os descritores para o terceiro domínio, que serão objeto de estudo nesta pesquisa, em relação à competência "conhecer e utilizar números" e à competência de "realizar e aplicar operações", estão apresentados no quadro abaixo (Quadro 4).

Quadro 4 – Matriz de Referência para Avaliação em Matemática (SAERS) com Descritores

III. Números e Operações/Álgebra e Funções	
D31	Complementar uma sequência de números naturais ordenados.
D32	Associar quantidades de um grupo de objetos à sua representação numérica.
D33	Comparar e/ou ordenar números naturais.
D34	Comparar e/ou ordenar valores do sistema monetário brasileiro.
D13	Reconhecer e utilizar características do sistema de numeração decimal, tais como agrupamentos e trocas na base 10 e princípio do valor posicional.
D14	Identificar a localização de números naturais na reta numérica.

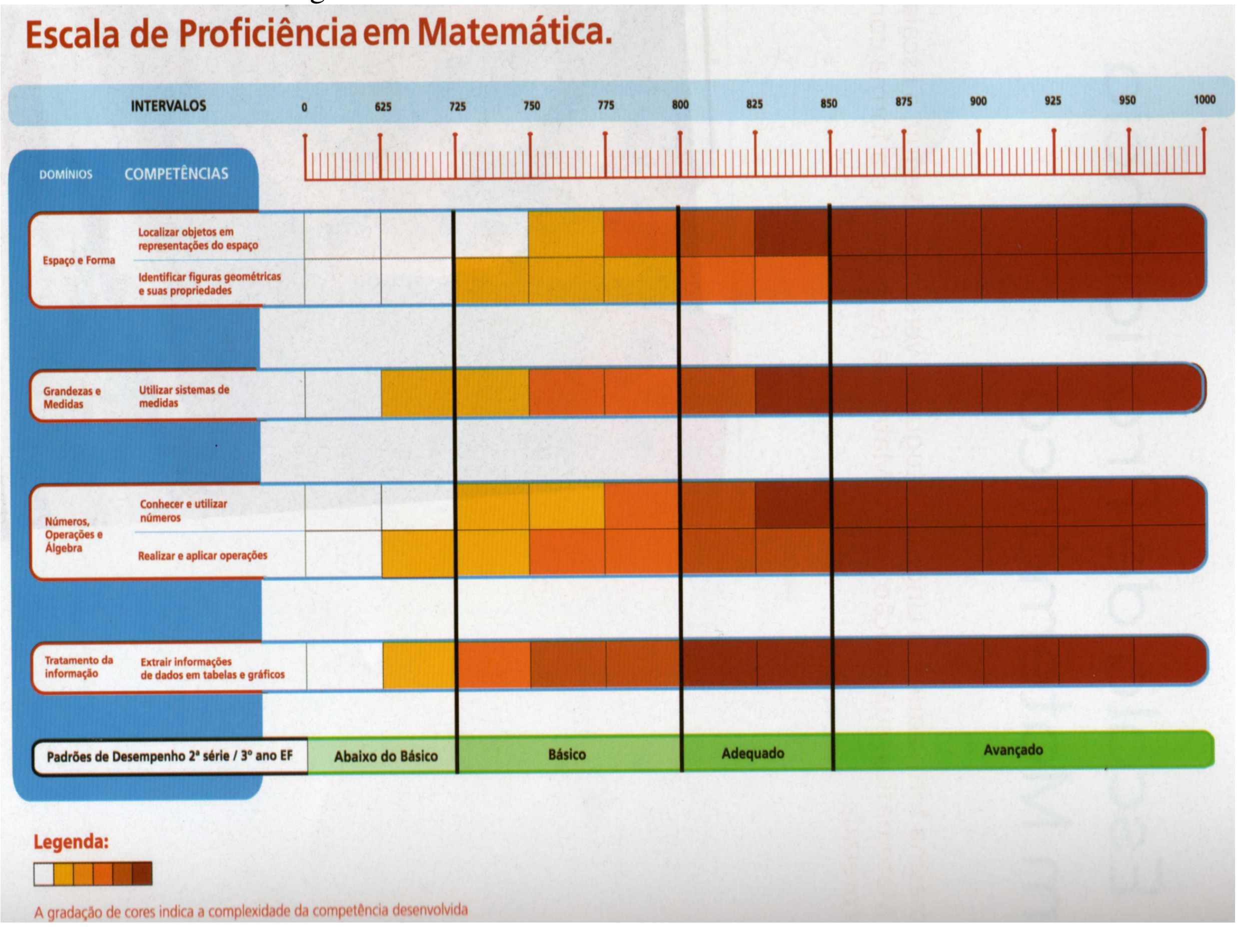
D15	Reconhecer a decomposição de números naturais, nas suas diversas ordens.
D35	Relacionar números a diferentes representações escritas.
D36	Identificar a operação da adição ou subtração, como solução de uma situação dada.
D37	Identificar a operação da multiplicação ou divisão, como solução de uma situação dada.
Dl 7	Calcular o resultado de uma adição ou subtração de números naturais.
D18	Calcular o resultado de uma multiplicação ou divisão de números naturais.
D19	Resolver problemas com números naturais, envolvendo diferentes significados da adição ou subtração: juntar, alteração de um estado inicial (positiva ou negativa), comparação e mais de uma transformação (positiva ou negativa).
D20	Resolver problemas com números naturais, envolvendo diferentes significados da multiplicação ou divisão: multiplicação comparativa, ideia de proporcionalidade, configuração retangular e combinatória.
D23	Resolver problemas utilizando a escrita decimal de cédulas e moedas do sistema monetário brasileiro.
D25	Resolver problemas com números racionais expressos na forma decimal envolvendo diferentes significados da adição ou subtração.

Fonte: adaptado de Rio Grande do Sul (2009b)

As competências citadas no Quadro 3 e os descritores, no Quadro 4 condizem com as capacidades das crianças para a realização de situações-problema nesta faixa etária, conforme referencial teórico descrito nesta pesquisa.

Para avaliar os conceitos iniciais matemáticos, foi elaborada uma escala de proficiência em Matemática com intervalos de zero a 1000 (Figura 10), que apresenta quatro domínios, em consonância com a matriz de referência e com as competências para cada uma. Em 2009, para o Padrão Adequado, foi estabelecida a pontuação entre 800 e 850, para a qual se espera que o aluno demonstre compreensão da composição aditiva e uso do raciocínio aditivo e multiplicativo, de acordo com os exemplos das questões da prova (ANEXO A).

Figura 10 – Escala de Proficiência em Matemática



Fonte: Rio Grande do Sul (2009b)

Para cada nível de desenvolvimento de competências e habilidades, apresentadas em cada padrão de desempenho, de acordo com o intervalo de pontos, há uma interpretação para cada padrão estabelecido (Quadro 5). A partir do nível em que os alunos se encontram, espera-se que sejam estabelecidas intervenções focalizadas.

Quadro 5 – Nível de Proficiência e Padrões de Desempenho

Padrão de desempenho	**Nível de proficiência**	**Interpretação**
Abaixo do Básico	**Até 725 pontos**	Os alunos que apresentam esse padrão de desempenho revelam ter desenvolvido competências e habilidades muito aquém do que seria esperado, para o período de escolarização em que se encontram. Portanto, necessitam de uma intervenção focalizada, de modo a progredir, com sucesso, em seu processo de escolarização. Esses alunos são capazes, ao final da 2ª série/3º ano do Ensino Fundamental, apenas de associar quantidades de um grupo de objetos a sua representação numérica e extrair as informações de gráficos de coluna, por meio de contagem.
Básico	**De 725 a 800 pontos**	Os alunos que apresentam esse padrão de desempenho demonstram já terem começado um processo de sistematização e domínio das habilidades consideradas básicas e essenciais, para o período de

		escolarização em que se encontram. Também para esse grupo, contudo, é importante o investimento de esforços, no sentido de que possam desenvolver habilidades que envolvam a resolução de problemas com um grau de complexidade um pouco maior. No final da 2ª série/3° ano do Ensino Fundamental, além das habilidades apresentadas no padrão de desempenho anterior, esses alunos revelam ser capazes de: identificar e nomear formas geométricas planas; localizar números de até dois algarismos, na reta numérica; efetuar e resolver problemas de adição e subtração de números naturais, sem reagrupamento, e multiplicação de números naturais, com apenas números de um algarismo no segundo fator; identificar quantias do Sistema Monetário Brasileiro, extrair e interpretar informação apresentada em quadros e tabelas.
Adequado	**De 800 a 850 pontos**	Os alunos que apresentam esse padrão de desempenho demonstram ter ampliado o leque de habilidades, tanto no que diz respeito à quantidade, quanto no que se refere à complexidade dessas habilidades, as quais exigem um maior refinamento dos processos cognitivos nelas envolvidos. Esses alunos, ao final da 2ª série/3º ano do Ensino Fundamental, além das habilidades apresentadas no padrão de desempenho anterior, podem, por exemplo, identificar figuras planas, resolver problemas envolvendo troca de cédulas e moedas; resolver problemas simples, envolvendo a subtração com ideia comparativa; identificar a decomposição de números naturais, em suas diversas ordens.
Avançado	**Acima de 850 pontos**	Os alunos que apresentam esse padrão de desempenho revelam ser capazes de realizar tarefas que exigem um raciocínio algébrico e geométrico mais avançado para a resolução de problemas, além de desenvolverem habilidades que superam aquelas esperadas para o período de escolaridade em que se encontram. No final da 2ª série/3º ano do Ensino Fundamental, além das habilidades apresentadas no padrão de desempenho anterior, esses alunos podem reconhecer figuras planas, através de planificação; reconhecer a regularidade de uma sequência; identificar a multiplicação, por meio de situação combinatória, e divisão, através da distribuição; resolver problema envolvendo adição, subtração e troca de cédulas e moedas.

Fonte: adaptado de Rio Grande do Sul (2009b)

Que habilidades devem ser desenvolvidas pelos alunos da 2a série/3° ano do Ensino Fundamental, para alcançar a pontuação esperada em cada padrão de desempenho? A resposta encontra-se no Quadro 6, considerado a base de referência à elaboração de atividades e acompanhamento do desenvolvimento conceitual e de habilidades matemáticas do aluno, por parte do professor.

Quadro 6 – Habilidades Desenvolvidas em cada Padrão de Desempenho

Padrão Abaixo do Básico, com pontuação até 725	• Ler horas em relógio digital, em situações cotidianas; • Associar quantidades de um grupo de objetos à sua representação numérica; • Extrair as informações de gráficos de coluna, por meio de contagem.
Padrão Básico, com a pontuação de 725 até 800	• Identificar triângulos; • Localizar objetos em representação plana do espaço (perto/longe) e representação gráfica, envolvendo a noção de lateralidade

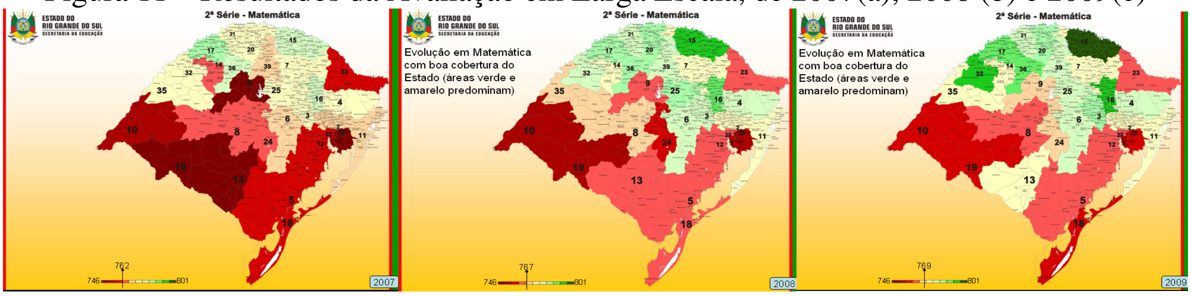
	(esquerda/direita); • Identificar quantias do sistema monetário brasileiro; • Identificar a escrita numérica e de quantias em um número escrito por extenso; • Comparar números naturais apresentados em tabela; • Identificar a operação de multiplicação, como solução de uma situação dada; • Calcular o resultado de adição, subtração e de números naturais; • Extrair informação apresentada em quadros e tabelas, com um algarismo multiplicador; • Complementar a sequência de números naturais, alternando-os de 3 em 3; • Reconhecer o valor posicional de um algarismo; • Identificar a composição e decomposição de números naturais; • Localizar e identificar número natural na reta numérica; • Resolver problemas, envolvendo a comparação de números naturais no processo de contagem; • Resolver problemas de adição e de subtração de números naturais, sem reagrupamento; • Resolver problemas, envolvendo a multiplicação de números naturais; • Efetuar a multiplicação de números naturais, com apenas um número no segundo fator; • Fazer leitura de calendário e horas, comparando relógios digitais com o de ponteiros; • Identificar a unidade de medida adequada para medir uma determinada grandeza. Interpretar dados apresentados em tabelas simples; • Distinguir, entre várias figuras, aquelas de forma quadrada; • Identificar quantos objetos formam uma dúzia.
Padrão Adequado, com a pontuação de 800 até 850	• Relacionar medidas de tempo (dias e semanas); • Resolver problemas, envolvendo a subtração com ideia comparativa; • Identificar a decomposição, apresentada pela soma dos valores relativos de seus algarismos, dos números com diversas ordens; • Extrair informação de dados apresentados em gráficos de coluna; • Resolver problemas, envolvendo troca de cédulas e moedas; • Resolver problemas, envolvendo a comparação de unidade de medida de capacidade; • Reconhecer a decomposição de números naturais, em suas diversas ordens; • Identificar uma figura plana, entre outras, por seus lados e formas.
Padrão Avançado, com a pontuação acima de 850	• Reconhecer figuras planas, através de planificação; • Calcular área de quadriláteros, por meio de contagem na malha quadriculada; • Identificar a multiplicação, por meio de situação combinatória; • Reconhecer o processo de divisão, através da distribuição; • Resolver situação-problema, com ideia de comparação, envolvendo adição, subtração e troca de cédulas e moedas do sistema monetário brasileiro; • Reconhecer regularidade em sequências numéricas; • Resolver situação-problema, envolvendo adição como operação inversa de subtração; • Resolver situação-problema, utilizando cálculo de conversão de medidas de massa (kg/g); • Resolver situação-problema, envolvendo o conceito de divisão por

	meio de estratégias pessoais; • Identificar o retângulo em figuras planas; • Reconhecer, em uma lista de objetos, aqueles que têm a forma esférica.

Fonte: adaptado de Rio Grande do Sul (2009b)

Em três anos consecutivos de avaliações de proficiência em Matemática, observamos (Figura 11a, Figura 11b e Figura 11c) que houve melhora no desempenho dos alunos da 2a série/3º ano do Ensino Fundamental, por Coordenadoria de Ensino. Os resultados possibilitam que cada coordenadoria faça uma reflexão sobre os problemas enfrentados pela rede de ensino estadual do Rio Grande do Sul, reconhecendo-se imersa numa rede comum, a qual define padrões gerais de funcionamento. Em tons de verde estão expressos os resultados do desempenho dos alunos com pontuação em torno do Padrão Adequado e Avançado, enquanto que em tons de vermelho estão expressos os resultados Abaixo do Básico e Básico. Essa representação de cores pode, a princípio, dificultar a compreensão, pois, na escala de Proficiência em Matemática, a graduação de cores que indica o melhor nível de competência desenvolvida não apresenta tons de verde.

Figura 11 – Resultados da Avaliação em Larga Escala, de 2007(a), 2008 (b) e 2009(c)



(a) (b) (c)

Fonte: adaptada de Rio Grande do Sul (2009d)

Outro aspecto a ressaltar é que os melhores resultados, por Coordenadorias de Ensino, ocorreram nas regiões de imigração européia (alemã e italiana), pois nessas regiões foram mantidas, desde o início da colonização, ações pedagógicas de acordo com as realizadas na Europa.

Reflexões sobre a Educação do Imigrante Italiano, realizadas por Debona e Marini (2011), ajudam-nos a compreender a educação escolar das regiões de colonização italiana. Os autores relatam que, na Província de São Pedro do Rio Grande do Sul, de 1822 a 1888, durante o Período Imperial, mesmo sem incentivo à educação e sem escolas nas colônias[24], os colonos não criavam seus filhos analfabetos. Aqueles que haviam frequentado escola na Itália, mesmo sem formação docente, ensinavam os outros a ler, a escrever e a efetuar operações.

Nas décadas de 1880 a 1890 foram criadas 15 aulas, espalhadas nos lugares onde havia a maior concentração de famílias. O nome "aulas" era dado às escolas italianas que funcionaram até 1894, quando foram suspensos os subsídios pelas autoridades consulares. Após, foram fundados Grupos Escolares e Colégios, de cunho religioso, administrados por Irmãs da Congregação do Puríssimo Coração de Maria. Até 1914, era permitido ensinar o idioma italiano nas escolas. Nesses educandários, os alunos no 1º ano aprendiam copiar letras e números, sendo que no 2º ano, eram alfabetizados com o uso de cartilhas distribuídas aos alunos. Do 2º ao 4º ano, a grade curricular era composta pelos seguintes componentes curriculares: Português, Matemática, História Pátria, Geografia, Ciências Sociais, Ciências Naturais, Educação Física, Música, Trabalhos Manuais e Desenho.

Com abordagens realizadas por Gens (2011), sobre as escolas de imigração alemã no Rio Grande do Sul, entendemos o quanto a educação escolar era valorizada nessas comunidades. A imigração ocorreu em etapas, de 1824 a 1847, de 1848 a 1874, de 1874 a 1889 e de 1890 a 1914. Os colonos erguiam os templos e as escolas, que eram atendidos por professores e pastores leigos, com maior nível de escolarização. As escolas eram constituídas por classes únicas. Em dois anos de escolarização se ensinava a ler e escrever alemão e rudimentos da Matemática. Assim perdurou, em situação precária, a escola até meados de 1850. Após, as igrejas da Alemanha e da Suíça enviaram recursos para a manutenção das escolas, com o objetivo de articular um projeto de sociedade/comunidade para a formação da identidade do Imigrante. Houve produção de material didático e suporte ao professor.

Em 1886, foi fundado o Sínodo Rio-Grandense, em São Leopoldo-RS, embora de cunho confessional, constituíram-se centros de formação de professores, com edições de jornais e revistas pedagógicas, com espaço para discussão sobre metodologias de ensino. A escola básica, nessa época, passou de quatro anos obrigatórios para cinco.

Nas décadas de 1920/30, nas comunidades italianas e alemãs, chegava-se a quase 100% de alfabetização, com 570 escolas evangélicas, 429 católicas e 42 mistas (GENS, 2011). Na

---

[24] Foram criadas três colônias na região da serra, terras selecionadas para a colonização italiana, Com D'Eu, Dona Isabel e Campo dos Bugres, na atualidade cidades de Garibaldi, Bento Gonçalves e Caxias do Sul (DEBONA; MARINI, 2011).

década de 1930, a Campanha de Nacionalização do Ensino, proposta por Getúlio Vargas, provocou uma ruptura das práticas educacionais nas escolas de imigração, o ensino passou a ser somente na língua oficial do país, Língua Portuguesa.

Mayer e Bredemeier (2011) realizaram um estudo sobre os periódicos produzidos para Associação de Professores Alemães Evangélicos do Sul, em especial do ano de 1934, sobre a educação matemática, e nos trazem contribuições importantes, descritas a seguir.

O cálculo mental era considerado mais importante do que o escrito, em torno de dez minutos iniciais da aula deveriam ser destinados ao cálculo mental, com perguntas orais. As operações deveriam abranger situações a serem aplicadas no dia a dia (*Produktenrechnungen* e *Geldrechnungen*)[25]. As orientações sugeriam materiais manipulativos para introduzir números e as primeiras operações. O uso da unidade de medida do metro deveria ser utilizado para frações decimais. Quanto aos conteúdos para os dois primeiros anos de escolarização, no 1º ano, os números deveriam ser estudados de 1 a 20 para *schwache Kinder,* e do 1 a 100 para *fähige Kinder*[26]. No 2º ano, era proposto o ensino dos números de 1 a 1000, tabuada, regra de três, as quatro operações, peso e demais medidas, também frações e cálculo com preço e troco. O objetivo era ensinar o essencial para a vida, nos primeiros anos de escolarização, devido à evasão escolar. Para o 3º ano e 4º ano, ainda, adotava-se o estudo de: frações, fração decimal, cálculo com superfície, juros, porcentagem e desconto. As turmas eram multisseriadas[27] com oferta das séries iniciais.

A partir dos estudos realizados por Gens (2011), Mayer e Bredemeier (2011) e Debona e Marini (2011), percebemos que, embora houvesse reformas educacionais voltadas a um projeto nacional, a partir de 1930, com ruptura na proposta de trabalho desenvolvido nessas comunidades, mesmo passando-se oito décadas de 1930, a proposta de ensino na Matemática

---

[25] A expressão '*Produktenrechnungen*' refere-se ao uso de produtos do dia a dia em situações-problema, e '*Geldrechnungen'*, a cálculos com preço e troco, ou seja, em tarefas de compra.

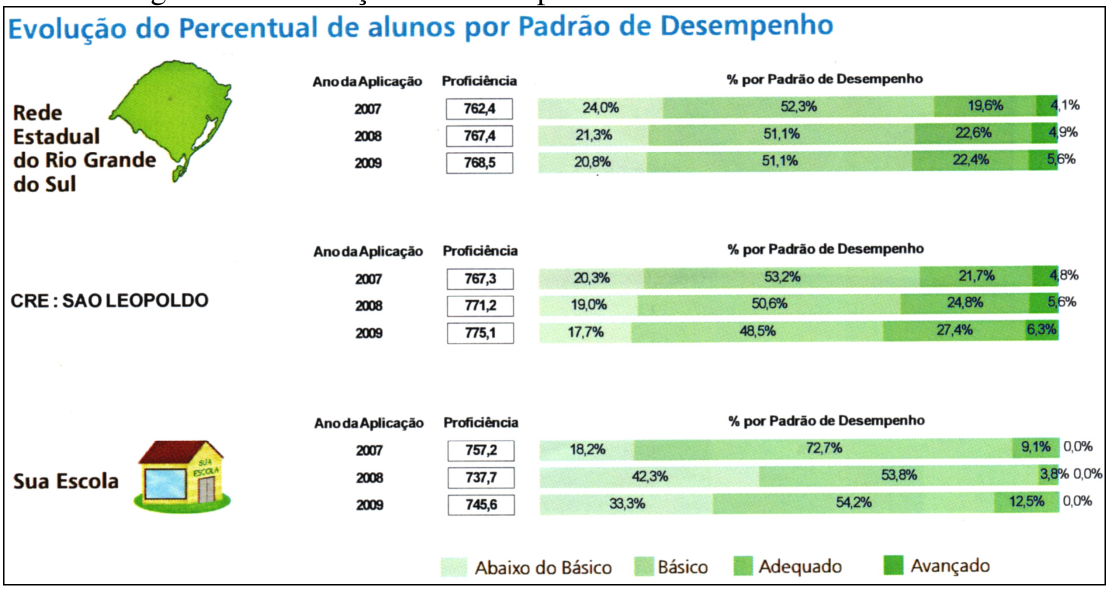
[26] '*Schwache Kinder*' é a denominação dada às crianças com dificuldades de aprendizagem matemática e 'fähigeKinder', às crianças com facilidade na aprendizagem.

[27] Classes multisseriadas caracterizam um fenômeno recorrente no sistema educacional brasileiro. Nessas classes, alunos de idades e níveis educacionais diversos são instruídos por um mesmo professor. As classes multisseriadas ocorrem, em geral, em regiões rurais, onde a escassez de professores, de alunos ou de recursos inviabiliza a existência de uma escola moderna típica, com alunos distribuídos por classes conforme a idade e atendidos por um ou mais professores específicos (http://pt.wikipedia.org/wiki/Classe_multisseriada).

manteve-se[28]. Desde o início da colonização, já havia um ensino contextualizado dos conteúdos de Matemática, na forma como são propostos pelos PCNs, cujos conceitos são avaliados na atualidade em proficiência em Matemática em Avaliação em Larga Escala, o que nos mostra o porquê de os melhores resultados nessa avaliação serem encontrados nessas regiões.

É possível, então, realizar uma formação continuada de professores, em torno das necessidades específicas de cada coordenadoria da rede estadual (CRE). Para tal, a escola recebe informações sobre o desenvolvimento conceitual dos alunos, como os relacionados à Matemática inicial (Figura 12).

Figura 12 – Evolução do Desempenho em Proficiência Matemática



Fonte: Rio Grande do Sul (2009b)

Com base na descrição referente ao SAERS, podemos inferir que as competências e as habilidades esperadas para o ano avaliado (2ª série/3º ano), do Ensino Fundamental da rede pública estadual do Rio Grande do Sul, estão fundamentadas no aporte teórico relativo à composição aditiva, raciocínio aditivo e multiplicativo, também nos PCNs.

Não é possível, no momento, fazer uma comparação em nível nacional, pois a escala para avaliação de proficiência em Matemática, para alunos que frequentam a 2ª série/3º ano

[28] A pesquisadora deste trabalho estudou em escola de localidade de imigração alemã (Colônia Alemã de Santo Ângelo-RS, hoje município Senador Salgado Filho-RS), vivenciou essa realidade nas séries iniciais na década de 1970. Algumas escolas, da localidade, ainda apresentam estas características na atualidade.

do Ensino Fundamental que vai de zero a 1000 pontos, elaborada no Rio Grande do Sul, é pioneira. Em nível nacional, os alunos são avaliados na 4ª série/5º ano e na 8ª série/9º ano do Ensino Fundamental e no 3º ano do Ensino Médio. Nos próximos anos, será possível, a partir da Provinha Brasil de Matemática[29], aplicada no 2º ano do Ensino Fundamental, uma avaliação diagnóstica do nível de alfabetização numérica. No ANEXO B, apresentamos a Matriz de Referências para Avaliação da Alfabetização Matemática Inicial da Provinha Brasil, aplicada no segundo ano em 2013, após o mês de outubro.

A escola, ao receber o boletim com os resultados da avaliação em larga escala, pode promover momentos de formação continuada de professores, para interpretação tanto dos domínios como das competências avaliadas, bem como dos padrões de desempenho. Isso permite reelaborar o projeto pedagógico, em prol de um planejamento didático voltado a intervenções em sala de aula, com foco em conceitos e habilidades matemáticas ainda não desenvolvidas.

2.3.3 Fatores Associados ao Desempenho Escolar

As informações coletadas nos questionários contextuais são fundamentais tanto para análise do papel da escola quanto para o planejamento de ações práticas voltadas à aprendizagem, com equidade de oportunidades educacionais, em prol da qualidade da educação. Dois fatores são alvo das pesquisas: o nível socioeconômico dos alunos e a defasagem idade/série (RIO GRANDE DO SUL, 2009a).

Em relação às médias de índice socioeconômico e de desempenho acadêmico do Estado do Rio Grande do Sul, foi elaborado um gráfico de dispersão do Índice de Eficácia da Escola (IE), cuja coordenada X indica o índice socioeconômico e a coordenada Y, o índice de desempenho (Figura 13a). Nesse gráfico, há quatro quadrantes delimitados pelas médias em ambos os índices, que correspondem ao índice de eficácia igual a 100 para o estado como um todo. Os resultados mostram que em torno de 95% das escolas apresentaram IE entre 60 e

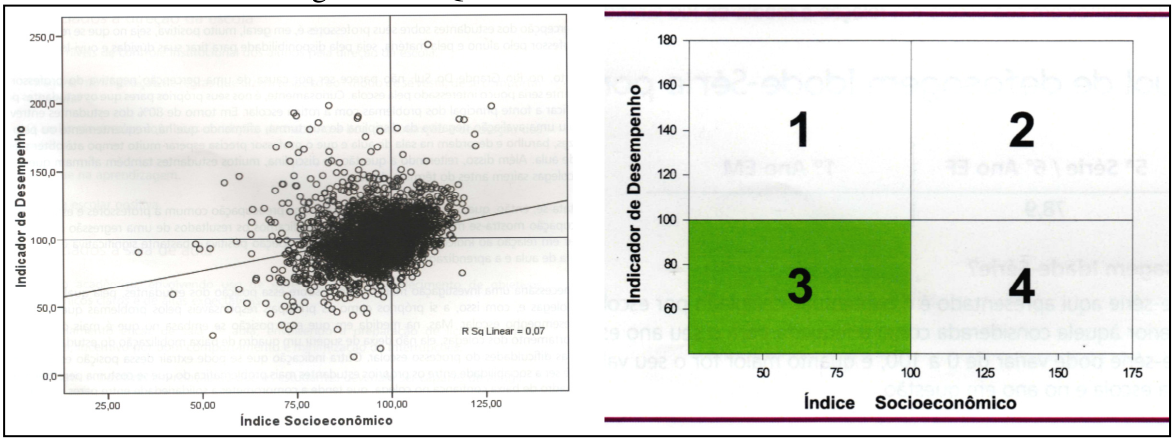
---

[29] A Provinha Brasil é aplicada em dois períodos, uma no início e outra ao final do ano. Assim, possibilita um diagnóstico da aprendizagem dos alunos, no início do ano letivo, e depois a verificação da evolução do desempenho e o que foi agregado à aprendizagem dos alunos. A partir de 2012 começou a ser aplicada a provinha Brasil de Matemática no 2º ano; em 2011, já tinha ocorrido uma aplicação no segundo semestre, com a qual professores e gestores educacionais obtiveram dados para pensar a formações continuadas com foco no ensino de conceitos iniciais em matemática.

140, com um desvio-padrão de 20 pontos, dois desvios-padrão abaixo e acima da média (RIO GRANDE DO SUL, 2009a).

Em relação ao Índice de Eficácia (Figura 13b), no quadrante 1, encontramos as escolas com proficiência média e menor índice socioeconômico médio. Nessas escolas, apesar das desvantagens socioeconômicas dos alunos, foi proporcionado um ensino acima da média do Estado. No quadrante 2, estão as escolas com maior proficiência média e maior índice socioeconômico médio. Os resultados são acima da média do estado. No quadrante 3, encontramos as escolas com menor proficiência média e menor índice socioeconômico médio. Nessas, o desafio é elevar os resultados, com base no princípio de equidade. No quadrante 4, as escolas apresentam menor proficiência média e maior índice socioeconômico médio, considerado um agravante, pois o desempenho está abaixo da média do estado, e o esperado era um desempenho melhor.

Figura 13 – Quadrantes de Eficácia das Escolas

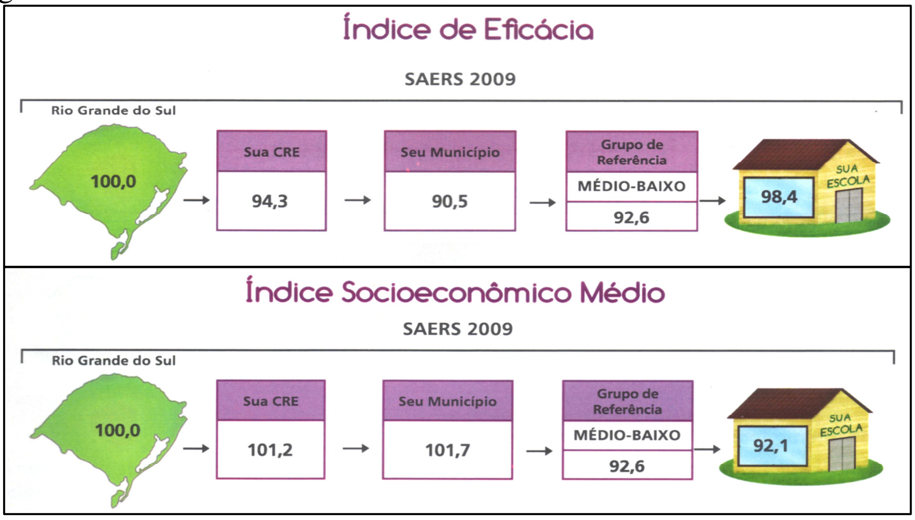


(a) (b)

Fonte: adaptada de Rio Grande do Sul (2009a)

Escolas situadas à direita do gráfico possuem condição socioeconômica acima da média da rede em questão (quadrante 2 e 4). Escolas na parte de cima do gráfico (quadrante 1 e 2) apresentam uma proficiência geral média superior à média da rede. Aproximadamente, 68% das escolas obtiveram um índice de eficácia escolar entre os valores de 80 a 120. Valores acima de 100 indicam melhores condições socioeconômicas e abaixo, as piores em relação à média do Estado (RIO GRANDE DO SUL, 2009a). Cada escola recebe o seu boletim contextual, com o resultado do índice socioeconômico médio e da eficácia (Figura 14). Esses resultados servem de referência para autoanálise em relação aos resultados da sua Coordenadoria Regional de Educação (CRE). Também recebem o percentual de defasagem idade-série por ano, cujo índice varia de 0 a 100. Quanto menor for o valor, menor é a presença de alunos com defasagem idade/série por ano, na escola, no ano em questão. A distorção idade-série, para cada ano, é de dois anos. Assim, para os alunos do terceiro ano, idade de oito anos, será considerada defasagem, se apresentarem idade superior a dez anos.

Figura 14 – Índice de Eficácia e Índice Socioeconômico Médio da Escola X



Fonte: Rio Grande do Sul (2009a)

O estudo dos fatores contextuais e a sua relação com o desempenho dos estudantes é considerado uma ferramenta para duas dimensões do universo escolar: a dimensão da gestão e a dimensão pedagógica (RIO GRANDE DO SUL, 2009a). A análise dos fatores contextuais, na dimensão gestão, proporciona reflexão em torno de busca de soluções para o sistema de ensino escolar. Também aponta os elementos básicos para subsidiar políticas de intervenção, com o objetivo de superar problemas do contexto no qual a escola está inserida. Já na dimensão pedagógica, a partir do entendimento dos resultados alcançados quanto ao desempenho e das informações da análise dos fatores contextuais, é possível estabelecer intervenções com ações pedagógicas em sala de aula.

Pelo SAERS, constatamos que, quanto maior o nível socioeconômico dos alunos, melhores são os resultados de proficiência; o mesmo ocorre com o inverso. Cabe salientar que as escolas do quadrante 1 conseguiram proporcionar um ensino de qualidade superior à média do estado e compensaram as desvantagens socioeconômicas dos alunos (RIO GRANDE DO SUL, 2009a).

Para Soares e Andrade (2006), não se deve estudar a realidade educacional no Brasil sem considerar o nível socioeconômico e como os estabelecimentos tratam a diferença. Na década de 1950 e 1960, do século XX, acreditava-se que a escola não fazia a diferença no desempenho dos alunos de nível socioeconômico baixo. Na atualidade, pesquisas mostram que um dos fatores é o “efeito escolar”[30]. As pesquisas realizadas na área da Educação têm mostrado que há uma forte correlação entre o desempenho dos alunos e o nível socioeconômico, mas indicam também que este aspecto não é determinante (SOARES; ANDRADE, 2006). Esse “efeito escolar” é confirmado pelos estudos contextuais das escolas do Rio Grande do Sul que participaram do SAERS, conforme quadrante 1 de eficácia (Figura 12).

Em um estudo realizado em 461 escolas de Belo Horizonte - MG, os autores apontam escolas que, pelas suas ações e práticas pedagógicas, fazem a diferença no desempenho de seus alunos de nível socioeconômico desfavorecido. O estudo mostrou que se garante o acesso, mas não a qualidade de forma equitativa. As escolas produzem qualidade, mas verifica-se uma exclusão durante o processo. Há uma prática que favorece alunos de maior Nível Socioeconômico (NSE), em relação aos desfavorecidos. Para Soares e Andrade (2006), a equidade[31] deve ser considerada, ao analisar a qualidade do ensino, em especial, a forma de como a escola trabalha com as diferenças socioeconômicas de seus alunos. Isso é necessário, pois, embora o acesso esteja garantido, um baixo percentual de alunos conclui a Educação Básica, com desempenho nos níveis adequados.

Para Nunes et al. (2001), devemos levar em consideração o nível conceitual dos alunos, para realizar intervenções. Concordamos que, com a avaliação em larga escala, podemos ter informações sobre o nível conceitual dos alunos. O SAERS, de proficiência em Matemática, revela o nível conceitual dos alunos sobre a composição aditiva e o uso do raciocínio aditivo e multiplicativo em resolução de situações-problema, ao concluírem o 3º ano do Ensino Fundamental. Da mesma forma, podemos verificar o nível conceitual dos alunos no 2º ano do Ensino Fundamental com a aplicação bianual da Provinha Brasil, de proficiência em Matemática, a qual tem como objetivo diagnosticar o nível de alfabetização. Além das

[30] A escola, por sua política e suas práticas internas, aumenta o desempenho cognitivo de seus alunos (SOARES; ANDRADE, 2006).

31 “Medida de como a escola acirra ou modera as diferenças socioeconômicas de seus alunos.” (SOARES; ANDRADE, 2006, p.118).

avaliações citadas, ainda podemos obter indicadores com os resultados dos níveis de alfabetização e letramento dos alunos do 3º ano do Ensino Fundamental, avaliados com testes de Língua Portuguesa e de Matemática, com a Avaliação Nacional da Alfabetização (ANA), incorporada ao SAEB, pela portaria nº 482, de 7 de junho de 2013 (BRASIL 2013), que será aplicada anualmente.

Para mostrar o quão importante é o conhecimento sobre a avaliação em larga escala, para o professor da Educação Básica, salientamos que esse consta na avaliação dos membros do Magistério Público Estadual-RS. Com base no decreto nº 48743/2011, que regulamenta os procedimentos para as promoções dos membros do Magistério Público Estadual do Rio Grande do Sul, previstos na Lei nº6672/74, a partir de 2013, os professores e especialistas em Educação, dessa rede pública, serão avaliados quanto ao mérito individual na prática pedagógica e à valorização docente, conforme vinte indicadores. Dentre os vinte indicadores, um está relacionado ao uso dos resultados da avaliação em larga escala com a seguinte redação: "usa os indicadores oficiais (SAEB e IDEB) e os resultados das avaliações dos alunos no planejamento das práticas pedagógicas" (RIO GRANDE DO SUL, 2013, p.18).

Assim, com base no projeto "Ensinar é Construir", de Nunes et al. (2009), no qual esta pesquisa se fundamenta, questionamos: é possível melhorar o desempenho dos alunos, a partir de um programa de formação continuada de professores, sobre os conceitos matemáticos iniciais, que considere como ponto de partida o nível conceitual dos alunos?

3 FORMAÇÃO INICIAL E CONTINUADA DE PROFESSORES

A avaliação em larga escala, descrita no segundo capítulo, é entendida não apenas como uma forma de avaliar o desempenho dos alunos, mas como um instrumento que possibilita diagnosticar a eficiência do ensino na escola e, a partir desse diagnóstico, melhorar a qualidade da educação. O diagnóstico ocorre mediante avaliação do desempenho dos alunos, em relação às competências e às habilidades consideradas básicas para o período de escolaridade do ano avaliado. Bem como dos “fatores associados”, sendo remetido à formulação de políticas públicas mais produtivas, eficazes e com equidade, de modo a transformar a educação em prioridade. Na luta por uma escola de qualidade, com uma política que articule valorização e qualificação profissional à qualidade do ensino, a formação dos profissionais da educação é um dos elementos-chave. Portanto, os resultados da avaliação em larga escala servem de base à definição de indicadores de qualidade da educação escolar. Estes, por sua vez, orientam programas de formação inicial e continuada para profissionais da área educacional. Neste capítulo, apresentaremos a fundamentação legal que rege cursos de formação inicial e programas de formação continuada, bem como pesquisas sobre a construção de saberes dos profissionais da educação.

3.1 ASPECTOS LEGAIS SOBRE FORMAÇÃO INICIAL E CONTINUADA DOS PROFISSIONAIS DA EDUCAÇÃO

No que concerne à legislação vigente, no texto da LDB 9394/96, a formação inicial e continuada é norteada pelos artigos 61 a 65 e 67. De um lado, definem quem são os profissionais da educação: os professores formados em nível médio e superior, para a docência na Educação Básica; os trabalhadores em Educação, com formação em Pedagogia, formação em nível de mestrado e doutorado, com habilitação em administração, supervisão, inspeção e orientação educacional; também os formados em curso técnico ou superior em área pedagógica ou afim. De outro lado, definem a formação inicial e continuada para esses profissionais, ao abordarem fundamentos, modalidades de cursos, programas de formação e práticas de ensino. Dentre as orientações, é destacada a formação inicial, de preferência presencial, com a possibilidade de uso de recursos e tecnologias de educação à distância (BRASIL, 1996).

Em 2000, ao publicar o artigo "Formação Inicial de Professores para a Educação Básica: uma (re)visão radical", Mello[32] discutiu a qualidade do ensino na Educação Básica, vinculando-a à mediação de professores com boa cultura geral, domínio dos conhecimentos que devem ensinar e das formas para realizá-lo com eficiência. Nessa discussão, a autora referiu os seguintes pontos: a necessidade de uma proposta de diretrizes institucionais para a formação de professores; a importância de que os cursos de formação inicial ofereçam condições para o domínio sobre os objetos de ensino dos componentes curriculares das etapas da Educação Básica; o fechamento dos cursos de péssima qualidade, por serem procurados pela certificação fácil; programas de crédito educativo; critérios de autorização de cursos de formação; e a avaliação dos professores em exercício. Nesse artigo, ainda, é abordada a inadequação dos cursos de formação inicial, frente à proposta curricular do sistema de educação no Brasil, proposto pela LDB 9394/96.

Críticas como as de Mello (2000) justificam o propósito do Parecer CNE/CP 9/2001[33] (BRASIL, 2001), no sentido de diminuir o distanciamento entre a formação dos profissionais da educação e os sistemas de ensino da Educação Básica. Esse parecer trata das Diretrizes Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena, em sintonia com os princípios prescritos pela LDB 9394/96, com as recomendações dos PCNs e com as normas instituídas nas Diretrizes Nacionais para Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio. O parecer justifica-se em função de que, em geral, os egressos dos cursos de formação desconhecem ou conhecem apenas superficialmente os documentos que tratam do ensino da Educação Básica, o que os impede de inserir-se no projeto nacional, estadual e municipal de educação.

Neste trabalho, destacamos cinco aspectos do Parecer CNE/CP 9/2001 (BRASIL, 2001). O primeiro aspecto refere-se aos conhecimentos prévios dos aprendizes de professores, que não são considerados no planejamento e no desenvolvimento das ações, em seu processo de formação inicial. Isso ocorre em torno de saberes construídos tanto na prática dos que já atuam como docente quanto na dos que se construíram na trajetória de aluno.

---

[32] Guiomar Namo de Mello, membro do Conselho Nacional de Educação e diretora executiva da Fundação Victor Civita, foi integrante da comissão Bicameral, responsável pela análise da proposta de diretrizes para a formação de professores para a Educação Básica, em curso de nível superior.

[33] Aqui vale destacar que parecer apresentam argumentações, enquanto resolução tem força de lei.

O segundo aspecto refere-se à defasagem dos saberes que os alunos apresentam nos cursos de licenciatura. Essa discrepância é decorrente da baixa qualidade da Educação Básica, não considerada como ponto de partida na formação inicial. No parecer, como alternativa ao problema, é proposto que esse quadro seja revertido. De acordo com o documento, isso deve ser feito, de modo que "[...] os cursos de preparação de futuros professores tomem para si a responsabilidade de suprir as eventuais deficiências de escolarização básica que os futuros professores receberam, tanto no Ensino Fundamental como no Ensino Médio" (BRASIL, 2001, p. 20). O parecer ressalta , entretanto, a necessidade de que os componentes curriculares dos cursos de licenciatura não se transformem em programas de compensação de conteúdos da Educação Básica.

O terceiro aspecto refere-se aos conteúdos das áreas de conhecimento, que serão objeto de atuação do professor, no desempenho de sua tarefa de planejamento, realização, direção e avaliação, com competência, de modo eficaz à aprendizagem dos alunos. No parecer, é proposto que dois níveis de apropriação devem estar presentes na formação do professor. Um nível é a relação entre o que ele aprende e o currículo que desenvolverá. O outro nível é o vínculo desses conteúdos com o mundo real, com sua aplicação em outras disciplinas e sua inserção histórica. Essas duas formas de apropriação, pelo parecer, devem ocorrer em ambientes reais e virtuais, justificados pelo fato de que as tecnologias ampliam e diversificam as formas de interagir e compartilhar os tempos e os espaços.

O quarto aspecto diz respeito à busca de uma solução à visão aplicacionista[34] das teorias, no estágio curricular, com teorias prescritivas. Assim, todos da equipe de formadores são responsáveis, e não apenas o supervisor de estágio (BRASIL, 2001).

Por fim, um último aspecto a ressaltar é relativo à necessidade de formação continuada com olhar voltado à interdisciplinaridade, à transversalidade e à transdisciplinaridade. Essa formação deve possibilitar que os professores desenvolvam competências, durante o processo de aprendizagem, ao atuarem num determinado contexto. Não basta o profissional ter conhecimento sobre o trabalho docente; ele precisa ser capaz de mobilizar os conhecimentos, transformando-os em ação.

[34] A expressão corresponde à visão que se reduz à aplicação dos conhecimentos teóricos aprendidos na formação.

Essa necessidade de formação continuada, na atualidade, justifica-se porque, com as transformações científicas e tecnológicas, a concepção de professor como profissional do ensino, envolve, como principal tarefa, prezar pela aprendizagem dos alunos, respeitando a sua diversidade pessoal, social e cultural.

A capacidade de mobilização dos conhecimentos docentes requer ação teórico-prática, ou seja, uma aprendizagem por competências, com coerência entre o que se faz na formação e o que se espera, profissionalmente, na prática. Nesse sentido, é fundamental vivenciar, durante o processo de formação, atitudes, modelos didáticos e modos de organização que possam ser transformados em ações práticas. Para isso, é fundamental a construção de concepções sobre aprendizagem, conteúdos, avaliação e procedimentos de pesquisa. Enfim, "[...] o curso de formação de professores deve, assim, ser fundamentalmente um espaço de construção coletiva de conhecimento sobre o ensino e a aprendizagem" (BRASIL, 2001, p. 36), de forma contextualizada, interdisciplinar e transversal.

A partir dos aspectos destacados sobre formação dos professores do Parecer CNE/CP 9/2001 (BRASIL, 2001), entre outros, a Resolução CNE/CP 1/2002 (BRASIL, 2002) instituiu Diretrizes Curriculares Nacionais para Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura de graduação plena. As características consideradas como indispensáveis à docência, nessas diretrizes, são: orientar e mediar o ensino para a aprendizagem dos alunos; comprometer-se com o sucesso da aprendizagem dos alunos; assumir e saber lidar com a diversidade existente entre os alunos; incentivar atividades de enriquecimento cultural; desenvolver práticas investigativas; elaborar e executar projetos para desenvolver conteúdos curriculares; utilizar novas metodologias, estratégias e materiais de apoio; e desenvolver hábitos de colaboração e trabalho em equipe. Sob melhoria da qualidade do aprendizado nos cursos de formação de professores, Krasilchik (2009), ao referir-se à preparação docente para atuação no Ensino Superior, enfoca a necessidade de um trabalho para mudar hábitos arraigados e concepções da qualidade de ensino, para colocar o aluno no centro desse universo.

A Resolução CNE/CP 1/2002(BRASIL, 2002) pontua demandas, tais como: a organização curricular de cada instituição; os princípios norteadores à formação de professores, para atuarem na formação básica; o projeto pedagógico de cada curso; a construção do projeto pedagógico dos cursos; a organização institucional; a organização, funcionamento e o reconhecimento dos cursos; a seleção e a organização dos conteúdos; os critérios de organização da matriz curricular; a carga horária; e os tempos e os espaços curriculares. Sob essas demandas pautadas pela legislação, com o desafio de superar a fragmentação na formação de professores para a Educação Básica, citamos exemplos como: o Programa de Formação de Professores da USP, apresentado por Pimenta (2009); e a proposta para um curso de formação de professores de Educação Infantil, no curso de Pedagogia, apresentada por Kishimoto (2009).

O projeto pedagógico de cada curso deve envolver competências objetivadas, seleção de conteúdos a serem ensinados na escolaridade básica e avaliação. Tudo isso deve ser proposto, a partir de uma concepção de aprendizagem orientada pelo princípio metodológico traduzido pela ação-reflexão-ação, em resolução de situações-problema como estratégia didática.

Sob o mesmo ponto de vista do Parecer CNE/CP 9/2001 (BRASIL, 2001) e da Resolução CNE/CP 1/2002 (BRASIL, 2002), as orientações contidas no Parecer CNE/CEB 7/2010 (BRASIL, 2010), têm como objetivo minimizar a distância existente entre as diretrizes e a sala de aula. As orientações do parecer CNE/CP 9/2001 (BRASIL, 2001) fundamentam a Resolução CNE/CP 4/2010 (BRASIL, 2010b), da qual se destaca, aqui, um dos objetivos propostos: "[...] orientar os cursos de formação inicial e continuada de docentes e demais profissionais da Educação Básica, os sistemas educativos dos diferentes entes federados e as escolas que os integram, indistintamente da rede a que pertençam" (BRASIL, 2010b, p. 1). No que diz respeito a esse objetivo, na mesma Resolução, no capítulo IV, sobre "O Professor e a Formação Inicial e Continuada", são apresentadas orientações quanto à necessidade de eleger um método de aprendizagem, com o qual será definido o perfil docente para Educação Básica, que atenda às dimensões teóricas, políticas, éticas e estéticas.

A partir dessa resolução, em cursos e programas de formação inicial e continuada para profissionais da educação, deve-se incluir:

> "[...] o conhecimento da escola, como organização complexa que tem a função de promover a educação para e na cidadania; a pesquisa, a análise e a aplicação dos resultados de investigações de interesse da área educacional; a participação na gestão de processos educativos e na organização e funcionamento de sistemas e instituições de ensino; a temática da gestão democrática, dando ênfase à construção do projeto político pedagógico, mediante trabalho coletivo de que todos os que compõem a comunidade escolar são responsáveis" (BRASIL, 2010, art. 56, § 1º).

Os cursos e programas devem preparar os profissionais da educação para desempenhar suas atribuições, para as quais se faz necessário:

> "[...] além de um conjunto de habilidades cognitivas, saber pesquisar, orientar, avaliar e elaborar propostas, isto é, interpretar e reconstruir o conhecimento coletivamente; trabalhar cooperativamente em equipe; compreender, interpretar e aplicar a linguagem e os instrumentos produzidos ao longo da evolução tecnológica,

> econômica e organizativa; desenvolver competências para integração com a comunidade e para relacionamento com as famílias” (BRASIL, 2010, art. 57, § 2º).

Cabe ainda destacar que o artigo 58, da Resolução CNE/CP 4/2010 (BRASIL, 2010), propõe que o Projeto Político Pedagógico das instituições educativas deve contemplar a formação continuada de professores, devido ao fato de a formação inicial não esgotar o desenvolvimento dos conhecimentos, saberes e habilidades referidas nos parágrafos anteriores. Nesse sentido, é necessário prever:

> “[...] a consolidação da identidade dos profissionais da educação, nas suas relações com a escola e com o estudante; a criação de incentivos para o resgate da imagem social do professor, assim como da autonomia docente, tanto individual como coletiva; a definição de indicadores de qualidade social da educação escolar, a fim de que as agências formadoras de profissionais da educação revejam os projetos dos cursos de formação inicial e continuada de docentes, de modo que correspondam às exigências de um projeto de Nação” (BRASIL, 2010, art. 59).

Portanto, nos artigos 56, 57 e 58, institui-se que o método de aprendizagem da formação inicial e continuada determina o perfil do professor para a Educação Básica.

Em relação à formação de professores, Mello (2009) ressalta que essa, de todos os investimentos para a Educação Básica, representa a melhor relação custo-benefício. Para a autora, trata-se de investimento que pode dar, às políticas de melhoria da Educação Básica, maior sustentabilidade em longo prazo. Para justificar sua afirmativa, Mello pontua que um bom professor vai beneficiar, durante 25 anos, entre 25 a 30 alunos por ano. O contrário também é verdadeiro, conforme a autora, porque um professor mal formado vai atender à mesma demanda. Por isso, ela defende que a formação busque perfis em sintonia com políticas públicas para a Educação Básica, com metas de aprendizagem estabelecidas, sejam nacionais ou regionais.

Nacarato, Mengali e Passos (2009), ao refletirem sobre a formação continuada dos professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental, no que diz respeito aos conceitos matemáticos, reconhecem que, mesmo em condições adversas de trabalho e com lacunas da formação inicial, os professores se revelam comprometidos com a aprendizagem dos alunos e aceitam novas aprendizagens. O que falta é oportunidade de vivenciar projetos de formação que os levem a investigar suas próprias práticas, quanto às suas crenças e saberes.

A formação continuada é instituída na legislação brasileira, aos profissionais da Educação Básica, para complementar as lacunas deixadas pela formação inicial. Isso é proposto, sobretudo, no sentido de possibilitar a construção de saberes necessários aos professores, para que, em suas práticas, seja concretizada a reforma curricular estabelecida nas últimas duas décadas. Quais seriam esses saberes? A formação continuada, como uma forma de aprofundar conceitos não desenvolvidos na formação inicial e necessária aos desafios enfrentados no exercício da docência, promoveria o desenvolvimento desses saberes?

3.2 SABERES DOS PROFESSORES

A escola possui a função de socializar os saberes produzidos pela humanidade. Os saberes, porém, não são apresentados, pelos professores, em seu estado original. É necessária uma adequação ao nível de compreensão dos alunos. Com efeito, indagamos: como os saberes são adquiridos pelos professores, ao longo da formação inicial e continuada, para a realização dessa adequação?

A relação entre os saberes dos professores e o que ensinam mudou de foco. Nas décadas de 1950 e 1960, a eficiência do ensino era associada às características da personalidade do professor, como interesse e entusiasmo, com valorização da vocação, do talento, da experiência e do domínio de conteúdo. Já na década de 1970, as pesquisas voltaram o foco em torno do desempenho do professor, com identificação da eficiência do profissional e do ensino, por considerá-lo um técnico que transmitia seus saberes. A partir da década de 1970, o foco das pesquisas passou de "o que os professores fazem" para "o que os professores sabem". Assim, começou-se a investigar os saberes necessários aos professores para desempenhar a docência num determinado contexto de ensino, vinculando-os à profissionalização e à construção destes em sua formação. Sob o ponto de vista desse foco, sobre os saberes dos professores, neste trabalho, consideraremos as abordagens oriundas de estudos realizados por Shulman (1986; 1987), Tardif (2000 e 2002), Freire (2000), Perrenoud (2000), Morin (2001) e Tardif e Lessard (2008).

Em relação às operações realizadas pelos professores, no processo de ensino, Shulman (1986; 1987) investigou a mobilização dos saberes a serem ensinados. Assim, no que tange aos conhecimentos e às ações dos professores, ele estabeleceu três categorias: conhecimentos dos conteúdos da matéria ensinada, dos conteúdos pedagogizados e dos conteúdos curriculares. Na primeira categoria, ele afirma que o professor precisa compreender a matéria a ser ensinada e criar formas para ensiná-la. Convém salientar que essa compreensão vai além de fatos e de conceitos. Concretiza-se mediante a compreensão dos processos de sua produção, representação e validação, ou seja, por um domínio de natureza epistemológica.

Na segunda categoria, o autor define os conhecimentos sobre os modos de representar e de formular para tornar o processo compreensível aos alunos. Nesse conhecimento, estão incluídas as explicações, os exemplos, as demonstrações, as ilustrações, as analogias e as formas de representação, frente a uma situação de processo ensino-aprendizagem, pois podem tornar o processo fácil ou difícil. Shulman (1986; 1987) afirma que, para o processo ter êxito, o professor passa por distintos momentos: a compreensão sobre como as ideias se relacionam na matéria a ensinar, com as outras matérias e com os objetivos envolvidos; transformação dos conhecimentos que possui em formas pedagógicas, diante das diversas habilidades e conhecimentos prévios dos alunos; a instrução, o momento da ação; a avaliação; a reflexão e a nova compreensão.

Por sua vez, de acordo com Shulman (1986; 1987), a terceira categoria refere-se ao conhecimento curricular, ao conjunto dos programas elaborados para os níveis de ensino, à seleção e à organização dos conteúdos, em um nível dado, e das matérias instrucionais desse nível e sua relação com outros níveis de ensino.

Nos últimos 20 anos, pesquisas sobre a profissionalização do ensino e a formação de professores são realizadas por Tardif (2000; 2002). Os saberes docentes são definidos, por ele, como: “[...] conjunto de representações a partir das quais os professores interpretam, compreendem e orientam sua profissão e sua prática cotidiana em todas as suas dimensões” (TARDIF, 2002, p. 48-49). Esse conjunto é constituído por quatro saberes: os saberes da formação profissional, provenientes das Ciências da Educação e da ideologia pedagógica; os saberes disciplinares, oriundos dos conhecimentos abordados nos componentes curriculares, ou seja, nas disciplinas ofertadas em cursos de formação; os saberes curriculares, relativos aos discursos, objetivos e conteúdos, bem como aos programas, pelos quais as instituições escolares apresentam os saberes sociais, de acordo com a cultura em que estão inseridos; e os saberes experienciais, construídos na e pela prática, no contexto em que atuam.

Para Tardif (2000), os saberes dos professores são temporais, adquiridos através do tempo em três sentidos. No primeiro sentido, ele afirma que boa parte dos saberes dos professores sobre o ensinar advém de sua história de vida escolar como aluno, pois, na formação inicial, os cursos não conseguem mudar significativamente as concepções que possuem sobre o ensino. No segundo sentido, estão os saberes experienciais, adquiridos nos primeiros anos de prática, quando são estabelecidas rotinas de trabalho. Já no terceiro sentido, o autor diz que os saberes ocorrem durante o processo de vida profissional, em duas dimensões: a identitária e de socialização profissional, pelo convívio na escola. Isso ocorre, porque esse convívio envolve um processo de identificação e de incorporação das práticas e rotinas institucionalizadas.

Ainda sobre a caracterização dos saberes dos professores, Tardif (2000) define os saberes não só como temporais, também como plurais, heterogêneos, personalizados e situados. São plurais, primeiro porque procedem da cultura pessoal, da história de vida e da experiência escolar como aluno. Além disso, em curso de formação inicial, são adquiridos dos conhecimentos disciplinares (didáticos e pedagógicos). Por fim, esses conhecimentos advêm do conhecimento curricular, ou seja, dos programas, guias e manuais escolares. Os saberes são heterogêneos, porque o professor, em sua prática, frente a uma diversidade de situações, usa diferentes teorias, concepções e técnicas. Por essa razão, os saberes docentes não formam um repertório de conhecimento unificado, procedente de uma disciplina ou concepção do ensino. Eles são ecléticos, porque os professores procuram atingir diferentes objetivos, que exigem diferentes conhecimentos, competências ou aptidões. Esses saberes envolvem diversas tarefas, numa relação dinâmica de interação humana durante o ano letivo, no tocante aos objetivos internos e externos, frente ao sistema de regras sociais.

Os saberes são, ainda, personalizados e situados. São personalizados, porque são apropriados, incorporados e subjetivados em suas experiências e situações de trabalho docente, decorrentes das relações humanas com os outros profissionais no local de trabalho e com os alunos, constituindo-se a partir da mediação e da interação. São situados, porque são construídos em função de uma situação particular de trabalho, na qual ganham sentido.

Enfim, os saberes docentes são construídos pelos professores, em função dos contextos de trabalho e não em função de seu potencial de transferência e de generalizações (TARDIF; LESSARD, 2008).

Várias obras abordam os saberes dos professores. Na obra "Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa", Freire (2000) já destacava três ideias-chave, como saberes indispensáveis ao ensino: não há docência sem discência, ensinar não é transferir conhecimento e ensinar é uma especificidade humana. O autor deixa claro que o ofício de ensinar exige, do professor, saberes da área, específicos, ligados à atividade docente, ecológicos, econômicos, sociais e da realidade concreta em que trabalham, porque envolve métodos, técnicas, materiais e conteúdos a serem ensinados e aprendidos.

Na obra "Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro", Morin (2001) apresenta os seguintes saberes: as cegueiras do conhecimento - o erro e a ilusão, os princípios do conhecimento pertinente, ensinar a condição humana, ensinar a identidade terrena, enfrentar as incertezas, ensinar a compreensão e a ética do gênero humano. Nessa obra, são abordados os saberes norteadores para a educação do próximo milênio, com temas fundamentais à educação contemporânea, que busca a superação da fragmentação dos saberes dos programas educativos. São saberes que exigem debate sobre políticas públicas, relacionadas à formação inicial e continuada dos profissionais da Educação, porque dizem respeito a importância da educação na totalidade dos desafios e incertezas dos tempos atuais, no que se refere ao destino planetário do gênero humano. O autor aborda desafios e incertezas que envolvem dois pontos: o trabalho com a unidade da espécie humana, de forma integrada com a ideia de diversidade; e a educação para os obstáculos à compreensão humana e combate ao egocentrismo, etnocentrismo e sociocentrismo.

De outro ponto de vista, na obra "Dez Novas Competências para Ensinar", Perrenoud (2000) aborda as competências emergentes que vêm orientar as formações iniciais e contínuas dos profissionais da educação. Ele apresenta um guia, ou seja, um referencial orientador, com dez competências. Dentre elas, neste trabalho, destacamos duas: organizar e dirigir situações de aprendizagem e administrar a própria formação continuada. Para a organização e a direção de situações de aprendizagem, o autor ressalta que, frente a uma determinada disciplina, é necessário conhecer os conteúdos a serem ensinados e sua tradução em objetivos de aprendizagem. Para isso, deve-se trabalhar a partir das representações dos alunos, dos erros e dos obstáculos à aprendizagem, envolvendo os alunos em atividades de pesquisa e em projetos de conhecimento. Portanto, é necessário construir e planejar dispositivos e sequências didáticas. Já no que concerne à administração da própria formação continuada, essa requer uma reflexão, por parte do professor, sobre a sua própria prática, suas competências e o programa pessoal de formação continuada, com participação ativa (PERRENOUD, 2000).

Os saberes docentes, descritos neste capítulo, fundamentam questões apresentadas nas diretrizes para formação de professores no Parecer CNE/CP 9/2001 (BRASIL, 2001), no que diz respeito: ao campo institucional e curricular; aos princípios norteadores para uma reforma da formação de professores; às concepções, desenvolvimento e abrangência de um curso de formação de professores; às competências a serem desenvolvidas na formação da Educação Básica; aos conhecimentos para o desenvolvimento profissional; à organização institucional da formação de professores; e à avaliação da formação de professores para a Educação Básica. A Resolução CNE/CP 1/2002 (BRASIL, 2002) também contempla, em especial, as diretrizes para a organização da matriz curricular, referentes às competências que se quer que o professor constitua durante o curso. Essas diretrizes são expressas em eixos que articulam dimensões, cuja contemplação é necessária na formação profissional docente.

Diante do exposto, indagamos: se há uma legislação fundamentada em evidências sobre a construção de saberes docentes, com uma proposta de formação continuada para suprir o défice da formação inicial, como organizar uma formação continuada, especificamente para o ensino e aprendizagem de conceitos iniciais em Matemática para alunos do 3º ano do Ensino Fundamental? Nesse sentido, descrevemos, a seguir, exemplos de pesquisas realizadas com o foco na formação continuada de professores e na defasagem de conhecimentos, por parte do professor.

3.3 FORMAÇÃO CONTINUADA SOBRE SABERES DOS PROFESSORES

As pesquisas sobre formação continuada, cada vez mais, ganham espaço e destacam-se, em razão da reforma curricular do sistema educacional do país, a qual exige uma atualização contínua, por parte do professor.

Souza (2006) discute a formação continuada de professores e a baixa qualidade do ensino dos sistemas públicos. A autora também problematiza a incompetência, ao discutir a formação continuada como elemento estratégico para forjar a competência do professor. Assim, a partir da literatura e de programas de formação continuada, na rede estadual de São Paulo - estado com bom resultado no IDEB - juntamente com uma busca na internet com a expressão “formação continuada”, ela afirmou que a baixa qualidade do ensino é atribuída à incompetência do professor, em função de sua má formação inicial. Outro dado considerado por Souza (2006) foi a visão negativa, na atualidade, sobre o professor e sua prática. A partir dessa visão, o professor é considerado tecnicamente incompetente e politicamente descompromissado, o que reforça a atribuição de “culpa” pelo fracasso escolar, para esses profissionais, e não mais aos alunos e à família. O legado da “culpa” de acordo com Souza (2006), é devido ao fato de os professores não saberem como lidar com a diversidade de alunos em sala de aula, em especial, os oriundos da classe popular. Sob essa perspectiva, a melhora da qualidade do ensino vincula-se à competência do professor. Dessa forma, com a formação continuada, procura-se sanar as lacunas, ou seja, as deficiências da formação inicial, sob um caráter compensatório.

Para Souza (2006), necessita-se de políticas educacionais que visem melhorar as condições da escola e não apenas a competência do professor. Frente à formação continuada e ao argumento da incompetência, Souza (2006) salienta a necessidade de interlocução para que os professores possam compartilhar suas preocupações. De modo geral, eles resguardam sua imagem de competência, atribuindo, aos outros, a incompetência. Assim, em torno da discussão sobre a incompetência do professor e a intenção de programas de formação continuada, a autora enfatiza a importância de levar em conta elementos como contexto de trabalho do professor, condições concretas de ensino da escola, bem como o contexto social e institucional.

A autora propõe, ainda, que, numa proposta de formação continuada, o foco deve ser a escola. Para tal, a formação deve estar inserida em um projeto escolar, em torno de um problema e projeto de ação, sob a referência de três pontos: o saber docente, seu reconhecimento e sua valorização; consideração do ciclo de vida e a fase de desenvolvimento profissional dos professores; e a escola como lócus privilegiado para a formação continuada (SOUZA, 2006). Sob essa mesma perspectiva, concordamos com a suposição de Justo (2009) quanto à ideia de que a ações realizadas em formação continuada de professores, em um número pequeno de escolas, proporcionam mudanças em curto prazo. A autora fez tal suposição, a partir de mudanças evidenciadas em uma pesquisa de doutorado, desenvolvida em uma escola municipal e uma escola privada, envolvendo um programa de formação de professores e conceitos matemáticos iniciais do campo aditivo.

Em um estudo realizado com alunos do curso de licenciatura em Matemática, com a articulação entre a formação desse curso e a formação pedagógica prévia (Curso Magistério), Souza e Garnica (2004) destacam que um dos quatro grupos em pesquisa alegou possuir uma defasagem em conteúdos e que a licenciatura deveria supri-la. Vale ressaltar que esse grupo era oriundo do Centro Específico de Formação e Aperfeiçoamento do Magistério (CEFAM). Sobre o argumento de que a defasagem não é característica exclusiva de quem vem do Magistério, Souza e Garnica (2004) expressaram uma preocupação quanto ao cuidado que se deve ter para não transformar o curso de licenciatura em um curso de revisão de conteúdos, e mudar o seu caráter formador. Dessa forma, questionamos: se a formação inicial, nos cursos em nível médio ou em licenciatura, não sana as defasagens dos alunos em conceitos matemáticos, como o professor elabora uma atividade para a construção de um conceito matemático que ele próprio não tem construído? As atividades elaboradas por professores que não dominam um conceito propiciam situações para que os alunos possam construí-lo?

Descrevemos, a seguir, um exemplo de como o nível conceitual dos professores e a sua prática vêm sendo pesquisados. Em 2006 e 2007, foi elaborado um projeto de pesquisa, vinculado ao Núcleo de Ensino de Presidente Prudente, da Universidade Estadual Paulista - (UNESP), por alunos do Curso de Licenciatura em Matemática, com uma proposta de formação continuada para os professores das séries iniciais do Ensino Fundamental de oito anos (1ª à 4ª série) do município de Regente Feijó - SP. Essa formação visava a uma mudança no processo de ensino-aprendizagem de Matemática. Como perspectiva, foi adotado um processo de formação com atividades para os professores experimentarem atitudes, modelos e modos de organização, com a pretensão de serem, posteriormente, utilizadas em suas práticas educativas. Nessa formação, foi proporcionada a realização de uma reflexão sobre a prática, num enfoque de investigação-ação e formação para a compreensão.

Em 2006, foi realizado um projeto-piloto, com 25 professores, com os quais foram desenvolvidas atividades para coletar dados sobre o conhecimento conceitual dos docentes. Ao serem avaliados com questões que os alunos deveriam realizar, na avaliação em larga escala, da rede estadual de São Paulo, sobre tratamento da informação, os professores apresentaram dificuldades em resolvê-las. Os próprios professores constataram que seus conhecimentos eram superficiais e que, por isso, necessitavam de uma formação continuada (MORELATTI et al., 2007). Assim, em 2007, o projeto teve a adesão do município, com a participação de 71 professores, num total de 120 horas, com atividades presenciais e complementares a distância, com nove fascículos, em conformidade com os eixos propostos nos PCNs. As dificuldades elencadas pelos professores, em relação à participação no projeto e à própria prática, foram: a elaboração de estratégias para motivar os alunos; implementação de uma proposta metodológica inovadora, partindo das dificuldades dos alunos; desenvolvimento dos conteúdos, a partir de atividades lúdicas; falta de tempo para confeccionar o material didático; dimensionamento do tempo para desenvolver, com seus alunos, as atividades propostas no processo de formação; assimilação dos conteúdos matemáticos abordados; a realização de um trabalho, a partir dos conhecimentos prévios dos alunos; e realização do relatório das atividades desenvolvidas. Em relação às atividades complementares a distância, a tutora elencou a dificuldade em trabalhar com frações, dificuldade também apresentada pelos professores (FÜRKOTTER et al., 2007). Com efeito, essa pesquisa confirmou a defasagem conceitual do professor e a necessidade de formação continuada em serviço, aspectos já enfatizados neste capítulo, ao apresentarmos aspectos legais referentes à proposta de formação de professores.

Em relação à formação continuada, Canário (2006) faz uma crítica a duas ideias tradicionais: formação para ensinar a pôr em prática "soluções" exportadas e formação como resposta a necessidades reais, a partir de procedimentos técnicos. Com as críticas, o autor assume que não concorda com as "ações de formação" para obtenção de "créditos", por se transformarem em uma corrida às certificações, como forma de adaptação às mudanças. O autor refere que, em geral, nessas "ações de formação", os professores veem a formação continuada como um tempo de atividade extra, que se adiciona à carga horária e sobrecarrega as tarefas cotidianas. Por isso, participam por "obrigação", de "modo penoso".

Para Canário (2006), com as formações tradicionais, ocorrem mudanças de discurso e não de prática. O autor apresenta uma proposta de formar-se agindo, isto é, uma formação centrada na escola. A proposta fundamenta-se na autonomia e no exercício de responsabilidade, nos contextos de trabalho, como a essência da formação centrada na escola. Essa formação consiste “[...] em criar situações que permitem aos professores a pensar e agir de modo diferente” (CANÁRIO, 2006, p. 76). Nessa proposta, “[...] o professor forma-se a partir de um trabalho sobre si mesmo, de ação dos outros e da influência do contexto de trabalho em que está inserido” (CANÁRIO, 2006, p. 81). O professor passa a ser um processador de informações, que analisa situações e decide em torno delas, refletindo sobre sua prática, produzindo seu material didático.

As pesquisas apontam defasagem conceitual dos professores, não sanada na formação inicial. Desse modo, demonstram a necessidade de formação continuada, com base no contexto escolar, nas dificuldades apresentadas pelos professores em conduzir o processo ensino-aprendizagem e nos conhecimentos prévios dos alunos. Há um aporte teórico, com pesquisas bem fundamentadas quanto à capacidade das crianças, no sentido de aprender os conceitos básicos da Matemática, ao iniciar a escolarização. O mesmo se verifica quanto à forma como os professores constroem os saberes docentes, em sua formação, para possibilitar o ensino e a aprendizagem desses conceitos.

Concluímos que a legislação sobre a formação continuada de professores está condizente com o aporte teórico apresentado sobre a temática. Sob essa perspectiva, apresentamos a proposta desta pesquisa sobre a eficiência de um programa de formação continuada de curta duração para professores regentes do 3º ano do Ensino Fundamental, com o foco na reflexão sobre a prática pedagógica e o nível conceitual dos alunos e na análise e compreensão do processo ensino-aprendizagem dos conceitos iniciais de Matemática.

4 MÉTODO DA PESQUISA

Neste capítulo, apresentamos o problema de pesquisa, os objetivos delimitados, a descrição do método, a contextualização e a seleção da amostra. Também são evidenciados os procedimentos e instrumentos utilizados na pesquisa que teve como foco um programa de formação continuada de professores sobre os conceitos matemáticos iniciais.

Optamos pela realização de um estudo correlacional de caráter quali-quantitativo. Trata-se de um método misto, com análise quantitativa e qualitativa, proposto por Creswell (2007), cuja eficácia está na possibilidade de os resultados quantitativos e qualitativos complementarem-se. Minayo (2007) compartilha da mesma opinião, pois considera que, dessa forma, é possível obter uma análise mais concisa, sem priorizar um dos dados, porque quantidade e qualidade são inseparáveis e interdependentes. Desse modo, além de qualificar, a essência está em explicar esses resultados.

Escolhemos o método misto, em função de a análise da influência da formação continuada abranger dois aspectos: desempenho quanto à média de acertos e estratégias utilizadas na resolução de situações-problema, bem como compreensão dos erros apresentados. A escolha foi feita também porque, de forma simultânea, coletamos dados quantitativos e qualitativos, integrando-os posteriormente, na análise dos dados.

O estudo envolveu o trabalho teórico, com levantamento bibliográfico, a partir dos eixos: saberes docentes, conceitos matemáticos iniciais e formação de professores, assim como análise documental, englobando os PCNs, a legislação vigente e a avaliação em larga escala. Concordamos com Kaplan (1969), que a teoria é um meio para interpretar, criticar, unificar e modificar leis estabelecidas, por orientar a tarefa de descobrir generalizações novas e mais amplas. Enquanto a lei declara a existência de um padrão, a teoria revela os mecanismos responsáveis por esse padrão, explicando as uniformidades e as regularidades, através da reconstrução conceitual, evidenciando a existência da interdependência entre elas (MARCONI; LAKATOS, 2003). Já por meio da análise documental, de acordo com Cellard (2008), podemos observar o processo de evolução de indivíduos, grupos, conceitos, conhecimentos, comportamentos, mentalidades, práticas, entre outros. May (2004), entretanto, refere que os documentos precisam ser situados em uma estrutura teórica, para que possamos entender o seu conteúdo, porque não existem isoladamente. Sob essa visão, consideramos que, com a pesquisa documental, é possível “[...] criar novas formas de compreender os fenômenos e dar a conhecer a forma como estes têm sido desenvolvidos” (SÁ-SILVA; ALMEIDA; GUINDANI, 2009, p. 14). Nesse sentido, selecionamos segmentos específicos do conteúdo dos PNCs, da legislação e da avaliação em larga escala, para fazer a análise das práticas pedagógicas envolvendo os conceitos matemáticos iniciais nos primeiros anos do Ensino Fundamental e a formação inicial e continuada para professores. Esses conteúdos referentes aos documentos foram apresentados nos mesmos capítulos que o referencial teórico.

Já a pesquisa de campo foi desenvolvida, mais especificamente, a partir da coleta de dados, que envolveu aplicação de um questionário aos professores antes e após a formação continuada; relatos escritos dos professores em fichas de autoavaliação, ao final de cada encontro do programa de formação; observações diretas em relatos orais realizados pelos professores, durante as atividades propostas no programa de formação continuada; aplicação de um bloco com dez questões aos alunos do 3º ano do Ensino Fundamental, em três momentos, sendo um antes da formação continuada e dois após essa formação; e observações diretas relacionadas às atitudes dos alunos durante a aplicação de cada bloco. Para a análise qualitativa dos dados coletados foi utilizada a Análise Textual Discursiva, constituída por análise de conteúdo e análise de discurso, apoiando-se nos processos de unitalizar e categorizar, gerando meta-textos analíticos que compõem os textos interpretativos (MORAES; GALIAZZI, 2006; 2007). No processo de unitalização ocorre a interpretação das ideias elementares de sentido sobre o tema pesquisado, sob a leitura de vozes dos sujeitos, em que o pesquisador assume a interpretação. No processo de categorização, se o pesquisador fizer produção de argumentos, são reunidas as unidades de significados semelhantes.

A forma qualitativa está mais presente na análise da eficácia do programa quanto às evoluções nas estratégias utilizadas pelos alunos, para a resolução das situações-problema com composição aditiva, raciocínio aditivo e multiplicativo. Já a quantitativa evidencia-se mais pela comparação realizada entre os grupos experimentais A e B e o grupo controle, quanto à avaliação das variações do desempenho dos alunos nos três blocos aplicados.

4.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Como problema de pesquisa, adotamos a seguinte questão: um programa de formação continuada de professores, baseado nas habilidades cognitivas necessárias para os alunos aprenderem matemática, tem efeito significativo no desempenho dos alunos do 3º ano do Ensino Fundamental? Para tal questão, propomos desenvolver e avaliar a eficácia de um programa de formação continuada de professores do 3º ano do Ensino Fundamental, tendo como enfoque as noções conceituais dos professores e as estratégias de ensino, bem como o nível conceitual dos alunos.

Apresentamos, a seguir, as questões norteadoras da pesquisa:

a) Um programa de formação continuada de professores, sobre composição aditiva, raciocínio aditivo e raciocínio multiplicativo é eficiente para auxiliar a aprendizagem dos alunos, de forma a contribuir positivamente na evolução conceitual?

b) A melhora da aprendizagem dos alunos, fruto da formação continuada, é significativa, a ponto de se manter por seis meses?

4.2 OBJETIVOS

4.2.1 Objetivo Geral

Verificar se uma formação continuada de curta duração para professores melhora o desempenho dos alunos do 3º ano do Ensino Fundamental, com relação aos conhecimentos sobre relações numéricas quanto à composição aditiva, ao raciocínio aditivo e ao raciocínio multiplicativo.

4.2.2 Objetivos Específicos

a) Desenvolver um programa de formação continuada de professores com regência do 3º ano do Ensino Fundamental, em escolas públicas, com o foco em situações que possam levá-los a conhecer e a vivenciar estratégias metodológicas para o ensino das relações numéricas, envolvendo composição aditiva, raciocínio aditivo e raciocínio multiplicativo.

b) Verificar os saberes dos professores sobre relações numéricas, antes e após a formação continuada.

c) Verificar o desempenho dos alunos do 3º ano do Ensino Fundamental, quanto às relações numéricas com composição aditiva, raciocínio aditivo e multiplicativo, antes e após o programa de formação continuada dos professores.

d) Analisar a eficiência do programa de formação continuada no desempenho dos alunos referente à evolução dos conceitos matemáticos iniciais, a ponto de se manter por seis meses.

4.3 CONTEXTUALIZAÇÃO E SELEÇÃO DA AMOSTRA

A pesquisa foi realizada na rede pública municipal de Novo Hamburgo-RS, com apoio da Secretaria Municipal de Educação, e na rede pública estadual do município de São Leopoldo-RS, pertencente à 2ª Coordenadoria Regional de Educação (CRE). Ambas as redes localizam-se na região metropolitana de Porto Alegre - RS.

Consideramos que a seleção dessas duas redes foi fundamental para nossa pesquisa. Isso se verificou, pois, no atual contexto, o IDEB é mais um instrumento de avaliação e de acompanhamento dos esforços realizados para o alcance das metas educacionais fixadas para o país e, nessas redes, temos acesso aos resultados da avaliação em larga escala. Em especial, partimos do acesso às metas fixadas, no país, condizentes com uma realidade mundial, no que se refere à busca pela qualidade da educação, a partir de políticas públicas tendo como base avaliações em larga escala. Assim, ao observarmos os resultados referentes à 4ª série/5º ano das escolas municipais de Novo Hamburgo (Quadro 7),[35] em que desenvolvemos a presente pesquisa, percebemos que várias escolas não atingiram as metas estipuladas para 2009, as quais possuem os resultados destacados na cor branca. Se comparados os resultados de 2007 com os de 2009, constatamos que houve um aumento do número de escolas que não conseguiram alcançar as metas.

Quadro 7 – IDEB das Escolas dos Professores Inscritos para o Programa de Formação Continuada

	IDEB observado			**Metas Projetadas**							
Escola	**2005**	**2007**	**2009**	**2007**	**2009**	**2011**	**2013**	**2015**	**2017**	**2019**	**2021**
1.	3.7	4.2	4.1	3.8	4.2	4.6	4.9	5.1	5.4	5.7	6.0
2.	5.2	6.4	5.9	5.3	5.6	6.0	6.2	6.4	6.7	6.9	7.1
3.	4.1	4.3	4.6	4.2	4.5	4.9	5.2	5.5	5.8	6.0	6.3
4.	5.6	6.1	6.6	5.7	6.0	6.3	6.6	6.8	7.0	7.2	7.4
5.	4.1	4.4	4.0	4.1	4.5	4.9	5.1	5.4	5.7	6.0	6.2
6.		5.0	5.2		5.2	5.5	5.8	6.0	6.3	6.5	6.7
7.	3.9	4.7	5.1	3.9	4.3	4.7	5.0	5.3	5.5	5.8	6.1
8.	4.6	4.8	4.9	4.6	4.9	5.3	5.6	5.9	6.1	6.4	6.6
9.		4.2	4.5		4.4	4.7	5.0	5.3	5.6	5.8	6.1

[35] As 19 escolas estão situadas em diferentes bairros da cidade, distantes do centro. Os professores que aceitaram participar da formação continuada são regentes nessas instituições.

10.	5.0	5.5	5.1	5.0	5.4	5.7	6.0	6.2	6.5	6.7	6.9
11.	5.2	5.6	5.6	5.2	5.5	5.9	6.2	6.4	6.6	6.8	7.0
12.	4.4	4.0	4.4	4.4	4.8	5.2	5.4	5.7	6.0	6.2	6.5
13.	4.9	5.0	6.2	5.0	5.3	5.7	5.9	6.2	6.4	6.6	6.9
14.	4.0	5.0	4.7	4.1	4.4	4.8	5.1	5.4	5.7	5.9	6.2
15.	4.2	4.9	4.4	4.3	4.6	5.0	5.3	5.6	5.8	6.1	6.3
16.	3.8	4.8	4.9	3.8	4.2	4.6	4.9	5.1	5.4	5.7	6.0
17.	4.4	4.7	4.5	4.5	4.8	5.2	5.5	5.7	6.0	6.3	6.5
18.	3.5	3.7	3.6	3.6	3.9	4.3	4.6	4.9	5.2	5.5	5.7
19.	5.0	5.7	4.7	5.1	5.4	5.8	6.0	6.3	6.5	6.7	6.9

Fonte: adaptado de Inep (2010)

Acreditamos que, embora em redes públicas distintas, avaliamos com propriedade a eficácia do programa de formação continuada, porque as redes são semelhantes nos seguintes aspectos: número de alunos por sala de aula, os professores participantes desempenham funções em ambas as redes e municípios, faixa etária dos alunos, o nível socioeconômico dos alunos, a localização das escolas, a habilitação dos professores e os resultados das escolas na avaliação em larga escala. Com base na compilação de dados consistentes para a nossa pesquisa, justificamos a avaliação da eficácia do programa de formação continuada.

A amostra foi composta por alunos das turmas do 3º ano do Ensino Fundamental de nove anos e professores regentes dessas turmas, de ambas as redes públicas já descritas. Da rede pública municipal de Novo Hamburgo-RS, das 138 turmas de 3os anos do Ensino Fundamental, com média de 25 alunos, selecionamos 25 turmas para compor os grupos experimentais A e B, constituído pelos alunos das turmas dos professores participantes do programa de formação continuada. Da rede pública estadual, selecionamos duas turmas de 3os anos do Ensino Fundamental para a composição do grupo controle, constituído por alunos cujos professores não participaram do programa de formação continuada.

Para a constituição dos grupos experimentais, das 138 turmas de 3º ano, convidamos 75 professores que não participavam do Programa Pró-Letramento, ofertado pela rede municipal, para evitar a influência do mesmo na eficácia da formação. Desses, 25 fizeram adesão, ficando o grupo constituído por professores do município, tanto das escolas com os melhores resultados no IDEB como das escolas com os piores resultados. Subdividimos o grupo experimental em grupo A e grupo B, de acordo com dois critérios: a forma de inscrição relatada pelos professores, ao justificarem a sua participação no programa de formação continuada, e o modo como realizaram seus registros nas fichas de autoavaliação. Sendo assim, o grupo experimental A foi composto pelos professores que fizeram a inscrição por solicitação da equipe diretiva ou pedagógica das escolas, com registro na ficha de autoavaliação em forma de resumo das atividades desenvolvidas no programa de formação continuada. O grupo B, pelos professores que realizaram a inscrição de forma voluntária, em busca de aperfeiçoamento profissional, ou seja, por interesse próprio em qualificar-se profissionalmente, com registros na ficha de autoavaliação em forma de reflexão sobre a ação pedagógica.

Os alunos dos grupos experimentais e do grupo controle participaram da pesquisa, mediante autorização do responsável, conforme Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO C). Dos 620 alunos matriculados nas turmas dos três grupos, quatro não participaram da pesquisa, porque os responsáveis não autorizaram.

4.4 PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS

Organizamos o bloco para avaliação dos conceitos matemáticos iniciais, com dez situações-problema adaptadas dos estudos realizados por Nunes *et al.* (2009), ao desenvolverem o projeto "Ensinar é construir". Aplicamos o bloco em três momentos distintos, como procedimento para a coleta dos dados relacionados ao desempenho dos alunos dos grupos experimentais A e B e do grupo controle. Nessas aplicações, também coletamos dados sobre a evolução das estratégias utilizadas pelos alunos na resolução de situações-problema. Denominamos pré-teste a primeira aplicação do bloco, aos alunos porque foi antes da participação dos professores no programa de formação continuada. As outras duas, foram denominadas pós-teste 1 e pós-teste 2, porque o pós-teste 1 foi aplicado logo após o término da formação continuada e o pós-teste 2 foi aplicado depois de seis meses. Ainda, realizamos observações diretas, durante a aplicação dos três blocos.

Para a coleta dos dados relacionados aos saberes docentes, desenvolvemos um programa de formação continuada de professores. Aplicamos um questionário, antes e após esse programa, e uma ficha de autoavaliação, ao final de cada encontro da formação. Além disso, realizamos observações diretas, em relação aos relatos orais feitos pelos professores, durante os encontros.

A seguir, descrevemos os instrumentos aplicados na coleta dos dados e apresentamos o cronograma do programa de formação continuada.

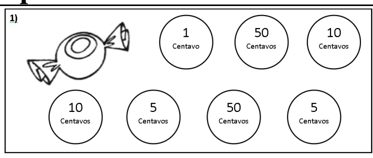
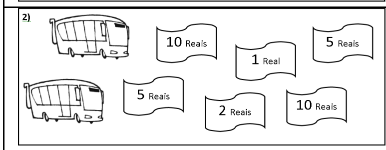
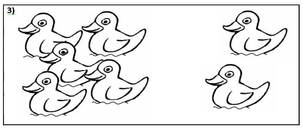
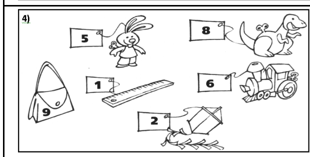
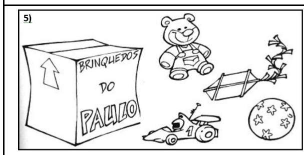
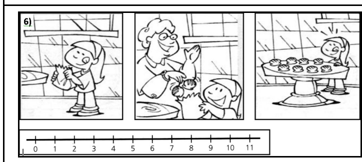
4.4.1 Pré-teste

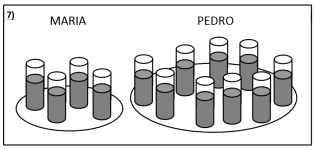
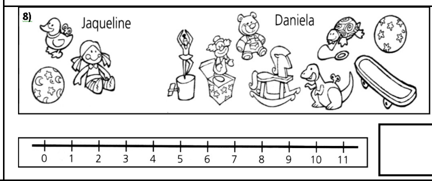
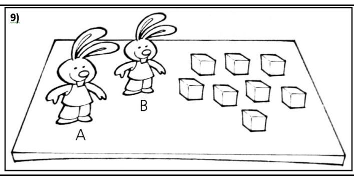
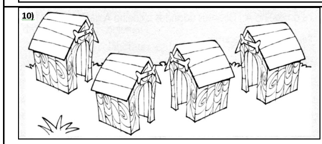
O bloco aplicado, como pré-teste, foi impresso com uma situação-problema por página. Essa situação-problema foi ilustrada, para facilitar o entendimento, por parte dos alunos. Das dez questões propostas, as duas primeiras são de composição aditiva; as seis seguintes são de raciocínio aditivo, com duas situações de transformação simples de relação entre o todo e suas partes (3ª e 4ª), duas inversas de relação parte-todo (5ª e 6ª) e duas de comparação (7ª e 8ª); e duas de raciocínio multiplicativo (9ª e 10ª), conforme Quadro 8.

Estabelecemos três regras para os alunos, em todas as turmas, para a aplicação do bloco: fazer individualmente cada questão do bloco, não falar a resposta aos colegas e respeitar o tempo necessário para a resolução das situações-problema. A intenção, com as regras, foi garantir o uso de estratégias próprias na resolução das situações-problema.

A pesquisadora aplicou o pré-teste, no primeiro trimestre do ano letivo de 2011, para os alunos dos grupos experimentais A e B e do grupo controle, em horário normal de aula, na sala de aula, em datas previamente agendadas com a direção das escolas. Os enunciados das questões foram expostos oralmente, um por vez, e os alunos registraram as respostas no bloco.

Quadro 8 – Relação das Questões do Pré-teste

	Questões conforme bloco apresentado aos alunos	**Situações-problema de cada questão, apresentadas de forma oral aos alunos**
Composição Aditiva		O bombom custa 1 real. Marque um "x" nas moedas que podem ser usadas para comprar um bombom.
		Um brinquedo custa 6 reais. Marque um "x" nas cédulas que podemos usar para comprar 2 brinquedos.
Raciocínio Aditivo		Na lagoa tem 5 patos nadando. Chegaram 2 patos. Quantos patos ficaram nadando na lagoa?
		Escolha um objeto que você quer comprar e marque com um "x". Você tem 9 reais na bolsa e vai usá-los para pagar o objeto que escolheu. Com quantos reais vai ficar?
		Paulo tem 12 brinquedos. Quatro estão fora da caixa de brinquedos. O restante está dentro da caixa. Quantos brinquedos ele tem dentro da caixa?
		Sandra tinha alguns doces. A avó dela lhe deu mais dois. Agora ela tem oito. Quantos doces Sandra tinha antes?

		Na bandeja de Maria tem quatro copos de suco. Na bandeja de Pedro tem nove copos de suco. Quantos copos de suco a mais tem na bandeja de Pedro?
		Jaqueline tem três brinquedos. Daniela tem oito brinquedos. Quantos brinquedos a mais a Daniela tem?
Raciocínio Multiplicativo		Em cima da mesa tem dois coelhos. Sua tarefa é distribuir os docinhos de forma que os dois recebam a mesma quantidade. Quantos docinhos cada coelho ganhou?
		Em cada casa moram três cachorros. Quantos cachorros, ao todo, moram nas quatro casas?

Fonte: adaptado de Nunes et al. (2009)

Utilizamos os resultados do pré-teste como indicadores para organizarmos a formação continuada para os professores regentes dos grupos experimentais A e B.

4.4.2 Pós-teste

Reaplicamos o bloco, na íntegra, como pós-teste 1 e pós-teste 2, para os grupos experimentais A e B e para o grupo controle. Aplicamos o pós-teste 1, no final do ano letivo de 2011, no mês de novembro, após a participação dos professores do programa de formação continuada. Já o pós-teste 2, aplicamos no primeiro semestre de 2012, no mês de maio, seis meses após o término da formação continuada.

4.4.3 Questionário

Elaboramos um questionário com questões relacionadas à formação dos professores, ao tempo de serviço, à experiência profissional, ao material didático de matemática disponível no ambiente de trabalho, ao uso do livro didático de matemática, aos conteúdos organizados e selecionados para o plano de estudo do 3º ano do Ensino Fundamental, às dificuldades apresentadas pelos alunos na aprendizagem de conceitos matemáticos, aos exemplos de atividades desenvolvidas com situações-problema e ao conhecimento sobre sistema de numeração decimal, conforme APÊNDICE A. Os dados coletados no questionário foram considerados na elaboração do programa de formação continuada. Reaplicamos as questões 8, 9 e 10 desse questionário aos professores, após a participação do programa.

4.4.4 Ficha de Autoavaliação

Elaboramos uma ficha de autoavaliação, conforme APÊNDICE B, a qual foi distribuída e recolhida ao final de cada encontro do programa de formação continuada. Nessas fichas, orientamos os professores a realizarem uma autoavaliação em relação a sua participação do programa e sua prática no contexto escolar, no espaço datado, conforme o decorrer dos encontros.

4.4.5 Observações Diretas

Com as observações diretas realizadas, procuramos captar detalhes que consideramos essenciais para a análise qualitativa da pesquisa. Assim, em um caderno de registro, fizemos anotações quanto às observações diretas feitas durante a aplicação dos três blocos aos alunos, especialmente em relação às atitudes e aos fatos ocorridos, relacionados às estratégias utilizadas pelos alunos na resolução das situações-problema. Do mesmo modo, observamos as atitudes e os relatos orais dos professores, relativos aos saberes docentes quanto ao ensino/aprendizagem dos conceitos iniciais de matemática, durante os encontros do programa de formação continuada.

4.4.6 Programa de Formação Continuada de Professores

Desenvolvemos e coordenamos um programa de formação continuada de professores, de curta duração, com 20 horas, ofertando encontros quinzenais de duas horas, num total de 10 encontros, durante o primeiro e o segundo trimestre do ano letivo de 2011, nos meses de abril a outubro, no auditório da Secretaria Municipal de Educação de Novo Hamburgo-RS,

Como estratégia metodológica para o programa de formação continuada, foram estabelecidas duas palestras - uma no primeiro encontro e a outra no segundo encontro - e oito oficinas ofertadas do terceiro ao décimo encontro. Na primeira palestra, apresentamos a proposta de pesquisa, e na segunda, abordamos os conceitos matemáticos iniciais descritos no primeiro capítulo desta tese. Nas oficinas, ofertamos atividades práticas e momentos para reflexões sobre estratégias metodológicas que propiciem o desenvolvimento das relações numéricas quanto à composição aditiva, ao raciocínio aditivo e ao raciocínio multiplicativo.

A seguir, apresentamos um quadro-síntese, com o cronograma elaborado para o programa de formação continuada (Quadro 9). Relembramos que o programa teve como base os resultados do pré-teste aplicado aos alunos e o questionário aplicado aos professores.

Quadro 9 – Cronograma da Formação Continuada

Data dos encontros	**Temas**	**Objetivos**	**Atividades**
07/04/11	Apresentação do programa	Conhecer a programação da formação continuada, inscrevendo-se para participação.	° Apresentação dos objetivos e da proposta da formação; ° Convite à participação; ° Realização das inscrições; ° Aplicação de um questionário.
26/05/11	Composição aditiva, raciocínio aditivo e multiplicativo	Conhecer abordagens teóricas sobre os conceitos iniciais da Matemática, (composição aditiva, raciocínio aditivo e multiplicativo) e os conteúdos selecionados e organizados para os anos iniciais do Ensino Fundamental de acordo com os PCNs.	° Palestra com abordagens sobre o processo ensino-aprendizagem dos conceitos iniciais da Matemática, nos anos iniciais do Ensino Fundamental.
16/06/11	Composição aditiva	Vivenciar atividades práticas com tarefas de compra. Participar ativamente das reflexões sobre composição aditiva.	° Tarefas de compra com uso de material manipulativo (brinquedos, cédulas e moedas sem valor); ° Confecção de moedas sem valor.
30/06/11	Composição aditiva	Vivenciar atividades práticas com representações dos números naturais. Analisar atividades sobre representações dos números naturais, que constam nos livros didáticos.	° Representação dos números naturais com uso de material manipulativo (tampinhas, base dez/material dourado, ábaco e cédulas sem valor); ° Análise de atividades em livros didáticos.
06/07/11	Raciocínio aditivo	Criar situações-problema simples de relações entre o todo e suas partes, inversos de relação parte-todo e comparativos, com ações práticas mediante uso de material manipulativo, representando-os com cálculo numérico. Analisar o uso da reta numérica como uma estratégia para resolução de situações-problema.	° Criação de situações-problema com uso de material manipulativo, apresentando-as oralmente ao grupo, registrando-as e resolvendo-as com cálculos escritos; ° Resolução de uma situação-problema com o uso da reta numérica.
04/08/11	Raciocínio multiplicativo	Refletir sobre a sistematização do ensino da multiplicação e da divisão através de atividades de dinâmica de grupo, análise de vídeos e leitura de história em quadrinhos e de textos informativos. Criar situações-problema, com correspondência um-a-muitos e distribuição, com ações práticas e uso de material manipulativo.	° Dinâmica de grupo: "A mulher do caixeiro viajante"; ° Relato da forma como ocorre o ensino da multiplicação comparando-a com a abordagem do texto "A multiplicação e o ensino das tabuadas da multiplicação"; ° Análise do vídeo "Tecnologia ou Metodologia"; ° Análise de uma história em quadrinhos da Turma da Mônica: "Zé Lelé em a Tabuada"; ° Criação de situações-problema com ações práticas e uso de material manipulativo, seguido de registros e resolução com cálculo numérico.
25/08/11	Raciocínio	Refletir sobre a sistematização do ensino	° Análise do vídeo "Método chinês

	multiplicativo	dos cálculos numéricos com a multiplicação e a divisão.	de multiplicação"; ° Representação de ações práticas com a multiplicação e a divisão.
1º/09/11	Revisão geral dos assuntos abordados nos encontros	Refletir sobre o ensino e a aprendizagem dos conceitos iniciais da Matemática, nos primeiros anos de escolarização.	° Debate sobre o ensino da Matemática, nos anos iniciais do Ensino Fundamental, com composição aditiva, raciocínio aditivo e multiplicativo.
29/09/11	Composição aditiva	Vivenciar atividades com jogos, refletindo sobre formas de ofertar situações que possibilitam a compreensão do valor posicional em números naturais.	° Experimentação de Jogos "Equivale 1, 2 3, e 4"; ° Reflexão sobre o uso de jogos.
26/10/11	Agendamento da aplicação dos pós-testes, aplicação do questionário pós-formação, avaliação da formação	Vivenciar atividades com jogos, refletindo sobre formas de ofertar situações que possibilitam a compreensão do valor posicional em números naturais. Realizar avaliação da formação, quanto aos aspectos positivos e negativos. Participar do agendamento das datas da aplicação dos pós-testes.	° Experimentação de jogos "Equivale 5"; ° Agendamento da aplicação do pós-teste 1 e pré-agendamento do pós-teste 2; ° Aplicação do questionário pós-formação; ° Encerramento com confraternização.
Obs: ao final dos encontros, foram realizadas autoavaliações, com registros em ficha individual. No início das oficinas práticas, houve relatos dos professores relativos aos desafios propostos com atividades práticas com os alunos.			

Fonte: elaborado pela autora

Ressaltamos que, ao final do programa, a Secretaria Municipal de Educação forneceu certificado aos professores participantes.

4.4.7 Análise dos Dados

Analisamos os dados a partir de uma perspectiva qualitativa quanto à evolução das estratégias utilizadas pelos alunos, na resolução das situações-problema. A análise foi realizada, por meio dos registros feitos nas páginas dos blocos, bem como pelas observações diretas feitas durante a aplicação dos três blocos. Também, analisamos os dados quanto aos saberes dos professores, através dos relatos escritos no questionário e da ficha de autoavaliação, juntamente com as observações diretas dos relatos orais, produzidos durante o programa de formação continuada, considerando os argumentos e as expressões utilizadas e, ainda, as atitudes apresentadas pelos professores.

Em uma perspectiva quantitativa, analisamos os dados a partir das variações do desempenho dos alunos dos grupos experimentais A e B e do grupo controle, comparando os resultados do bloco aplicado nos três momentos distintos. Verificamos o efeito da formação continuada, no pós-teste 1 e no pós-teste 2, para os grupos experimentais A e B e também em relação ao grupo controle. Isso foi feito, através da ANOVA (*Analysis of Variance*) para medidas repetidas, seguida do teste de comparações múltiplas Bonferroni, quando necessário. Adotamos, para tal verificação, o nível de significância de 5%.

A partir da análise dos dados relativos às estratégias utilizadas pelos alunos, na resolução das situações-problema, ao desempenho dos mesmos nos blocos e em relação aos saberes dos professores, buscamos as relações existentes entre a influência do programa de formação continuada nos saberes dos professores e no desenvolvimento dos conceitos matemáticos iniciais, por parte dos alunos.

5 APRESENTAÇÃO DOS DADOS E RESULTADOS

Apresentamos, inicialmente, as observações sobre a aplicação do pré-teste, os resultados do pré-teste e do questionário aplicado aos professores antes da formação, por considerarmos esses dados essenciais à organização do programa de formação continuada. Em seguida, expomos uma descrição das atividades desenvolvidas no programa de formação continuada, juntamente com registros de observações diretas. Por fim, mostramos os resultados do questionário pós-formação e da ficha de autoavaliação de cada encontro, aplicados aos professores, e os resultados dos pós-testes 1 e 2.

5.1 OBSERVAÇÕES DA APLICAÇÃO DO PRÉ-TESTE

Em todas as turmas, os alunos demonstraram atitudes semelhantes durante a aplicação dos três blocos, bem como escolhas idênticas de estratégias. O tempo necessário por cada aluno, na resolução das questões, não foi homogêneo, embora tenham sido utilizadas as mesmas estratégias. Por isso, foi necessário repetir o enunciado de determinadas questões, em torno de três vezes, em especial, as questões 2, 5 e 6. Esses alunos necessitaram de mais tempo; todavia, os demais demonstraram impaciência em aguardar as orientações para a questão seguinte.

Nas turmas, com o hábito de trabalho em grupo (duplas, trios, etc.), percebemos que os alunos apresentaram dificuldades em responder as questões de forma individual. Nessas turmas, os alunos não estavam habituados a realizar atividades individualmente, embora essas sejam fundamentais para o professor verificar as estratégias utilizadas pelos alunos e os equívocos cometidos para, a partir delas, fazer as intervenções, quando necessárias, denominadas como recuperação preventiva[36]. Em três turmas, alunos solicitaram aos professores, ao final da aplicação do bloco, atividades individuais. Destacamos, a seguir, as expressões de solicitação: "deixa a gente ficar sentado um pouco assim, professora, sozinhos", "pena que nas aulas não é assim".

---

[36] De acordo com a LDB 9394/96 e as Diretrizes Curriculares para Educação Básica (2010), a proposta de avaliação que consta nos regimentos das escolas, quanto à recuperação, é a preventiva no decorrer dos trimestres e não a recuperação terapêutica no final do ano letivo.

Já em outras turmas, antes de os professores regentes cederem a turma ao pesquisador para a aplicação do bloco, esses solicitaram que os alunos se organizassem, adequadamente, para a realização de atividades individuais. Em segundos, todos estavam organizados. Nessas turmas, os alunos demonstraram ter desenvolvido hábitos indispensáveis à atividade proposta.

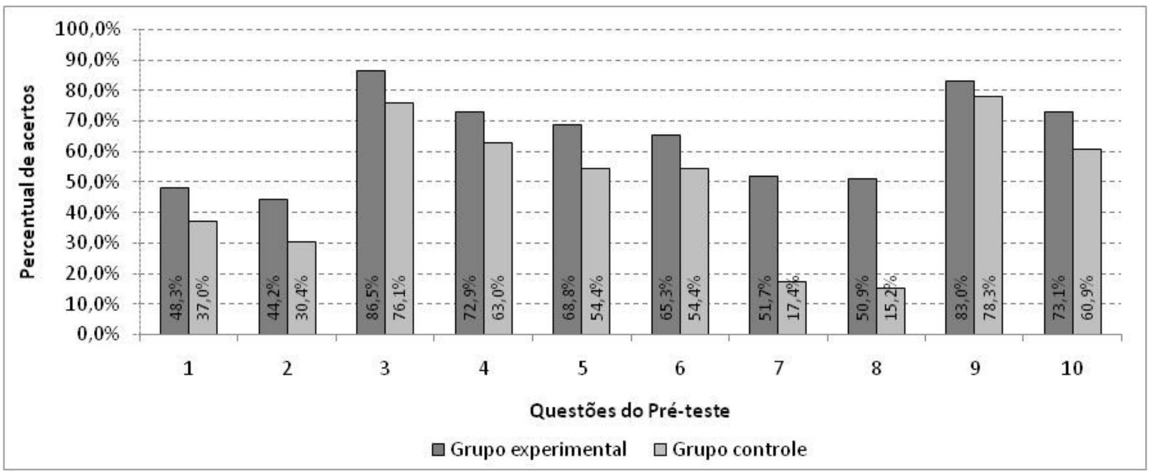
Vale destacar o interesse demonstrado pelos alunos em colorir as ilustrações das questões do bloco. Resolviam rapidamente uma determinada questão para colori-las; mesmo que, por várias vezes, a pesquisadora tenha interferido e salientado não ser essa a prioridade, e sim a realização da atividade em si. Outro aspecto que salientamos se refere ao não preenchimento correto dos dados de identificação, quanto ao nome e à idade, em especial a escrita do nome completo, pois, em geral, os alunos não sabiam o sobrenome e não usaram a letra maiúscula. Para a tabulação dos dados, a escrita completa do nome é fundamental, visto que, nas turmas, encontramos alunos com nomes idênticos. Para tal situação, adotamos como critério, na tabulação dos dados, a observação do traçado da letra.

5.2 RESULTADOS DO PRÉ-TESTE

Do grupo experimental, 613 alunos participaram da aplicação do pré-teste, 4 alunos não obtiveram autorização dos pais para participarem da pesquisa e 3, não compareceram à aula no dia da aplicação do pré-teste. Já os 46 alunos do grupo controle participaram, na sua totalidade, da aplicação do pré-teste.

No Gráfico 1, apresentamos o percentual de acertos em cada questão do pré-teste, aplicado aos grupos experimentais A e B e ao grupo controle.

Gráfico 1 – Percentual de Acertos dos Alunos em cada Questão do Pré-teste



Fonte: pré-teste

Em ambos os grupos, experimental e controle, houve menor percentual de acertos nas questões 1 e 2, sobre composição aditiva com tarefas de compras, e nas questões 7 e 8, sobre raciocínio aditivo com situações de comparação com a pergunta "quantos a mais?". Mantivemos juntos os subgrupos do grupo experimental para tabulação dos resultados do pré-teste, visando a eliminar qualquer distinção em relação à participação dos professores no programa de formação. A subdivisão do grupo em subgrupos foi considerada para a análise dos resultados pós- formação.

A seguir, apresentamos as estratégias utilizadas pelos alunos dos grupos experimentais, na resolução das questões, por conceito avaliado.

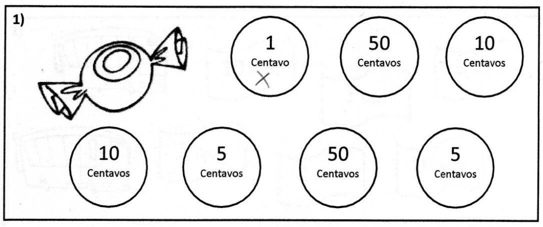
5.2.1 Composição Aditiva

Lembramos que as noções sobre composição aditiva foram avaliadas nas duas primeiras questões, com tarefas de compra.

Na primeira questão, houve três estratégias usadas pelos alunos para compor o valor de um real, isto é, três modos distintos: (E1) uma moeda no valor de um centavo, (Figura 15); (E2) duas moedas de cinquenta centavos; e (E3) várias moedas com valores de cinco, dez e cinquenta centavos.

A segunda estratégia (E2) levava a resposta correta, sendo que 48,29% dos alunos a utilizaram para a resolução da questão. Já 51,71% dos alunos demonstraram não compreender os agrupamentos necessários, com moedas, para compor o valor de um real. Desse percentual, 20% dos alunos escolheram a primeira estratégia (E1) e 31,71%, a terceira (E3). Esses resultados permitiram levantarmos a hipótese de que as tarefas de compra e o sistema monetário, avaliados em proficiência em Matemática na avaliação em larga escala, não eram desenvolvidos em sala de aula.

Figura 15 – Estratégia Utilizada para a Questão 1

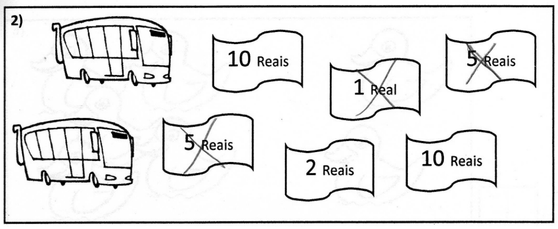


Fonte: pré-teste

Na segunda questão, observamos cinco estratégias utilizadas pelos alunos para compor o valor de doze reais: (E1) duas cédulas de cinco reais e uma de um real (Figura 16); (E2) duas cédulas de cinco reais e uma de dois reais; (E3) uma cédula de dez reais e uma de dois reais; (E4) com cédulas de dez reais; e (E5) uma cédula de um real e uma de dois reais, ao considerar um e dois como doze. Para a resposta correta, os alunos poderiam optar entre duas estratégias (E2) e (E3), sendo que 44,21 % dos alunos apresentaram respostas corretas. Desses, 28,13% escolheram a (E2), e 16,08 % escolheram a (E3).

O percentual de alunos que demonstrou não compreender agrupamentos de cédulas para compor o valor equivalente a 12 reais foi de 55,79%. Em torno de 35% desses alunos escolheram a (E1) para compor o valor de doze reais, com cédulas de cinco reais e um real, (Figura 16). Cerca de 5% escolheram a (E5). Diante disso, questionamos: como proporcionar atividades que favoreçam a compreensão das noções do valor posicional do algarismo 1 da segunda ordem da classe das unidades simples[37]?

Figura 16 – Estratégia Utilizada para a Questão 2



Fonte: pré-teste

5.2.2 Raciocínio Aditivo

Verificamos que os alunos usaram estratégias iniciais/simples em: problemas simples, de relação entre o todo e suas partes, nas questões 3 e 4; problemas inversos de relação parte-todo, nas questões 5 e 6; e problemas comparativos, nas questões 7 em 8.

Na terceira questão, os alunos usaram estratégias iniciais/simples, como a contagem, assim classificadas: contagem nos dedos (E1) e contagem dos elementos contidos na

[37] Diante da curiosidade da pesquisadora, nas orientações de Estágio Curricular, visitas realizadas a turmas de 2º e 3º anos do Ensino Fundamental, aleatoriamente alguns alunos foram questionados com a seguinte pergunta: "Por que não posso ler o 'doze' como 'um e dois'?" Vale destacar respostas obtidas: "porque quando o um e dois ficam juntos, para se esquentar do frio, chamamos de doze"; "porque, quando estão juntos, são amigos"; e "porque eles se casaram". Não obtivemos nenhuma resposta contemplando explicações do valor posicional do algarismo 1.

ilustração da questão (E2). Com o uso dessas estratégias iniciais/simples, alunos demonstraram conceber a adição como aumento de quantidades de um conjunto. Entretanto, 86,46% acertaram a questão e em torno de 12% apresentaram erro na contagem, com um elemento a mais ou a menos.

Na quarta questão, observamos a utilização de duas estratégias iniciais/simples: contagem nos dedos (E1) e contagem de desenhos, com representação de palitinhos (E2). Com essas estratégias, os alunos, em geral, demonstraram conceber a subtração como redução de quantidades de um conjunto. Desses alunos, 72,9% responderam corretamente a questão e cerca de 20% não, pois cometeram equívoco na contagem, da mesma forma como na questão anterior, com um elemento a mais ou a menos.

Nas questões 5 e 6, classificamos as estratégias empregadas em iniciais/simples com o emprego de: contagem nos dedos (E1); contagem com material manipulativo (E2); e, contagem de desenhos, com representação de palitinhos (E3). Com a representação dos palitinhos na página do bloco (E3) e a contagem com material manipulativo (E2), verificamos que, em relação aos 68,84% que responderam corretamente à questão cinco, e 65,25%, à questão seis, cerca de 30% dos alunos demonstraram compreender a noção da operação inversa. Com a (E1), no entanto, não foi possível observar tal compreensão, pelo fato de a contagem empregada poder estar relacionada à subtração com o contar para frente, com a ideia de adicionar. Na questão 5, quanto ao uso de material manipulativo (E3), cerca de 10% das crianças utilizaram a caixa de lápis de cor, com doze elementos, para fazer a contagem, por essa conter a mesma quantidade de brinquedos da caixa de Paulo.

Em relação ao índice de erro nesses problemas, que foi de 30%, aproximadamente, 14 % dos alunos não utilizaram a operação aritmética adequada para a resolução das situações-problema, o cálculo relacional, pois efetuaram uma adição, e cerca de 7%, embora a escolha da operação estivesse adequada, equivocaram-se na contagem, por um elemento a mais ou a menos. Temos como hipótese para a escolha da operação por adição para a resolução da sexta questão a expressão “ganhou da vovó”, pois muitos alunos concebem que, ao “ganhar”, ocorre aumento de quantidade de elementos de um conjunto. Nessa questão, verificamos, ainda, que em torno de 2% dos alunos encontraram resultado “zero”. Consideramos como hipótese, para tal resposta, a percepção visual dos alunos, quer dizer, o fato de que eles não conseguiram ver os doces do pacote, na primeira cena, levou-os a concluir que não há doces. Apenas uma aluna utilizou a reta numérica, como uma estratégia para resolução da questão 6.

Classificamos as estratégias iniciais/simples usadas na resolução das questões 7 e 8 em: contagem nos dedos (E1) e contagem com representação de palitinhos, pontinhos e “x” (E2).

Com o uso dessas estratégias, nessas duas questões, também ocorreram, como nas demais questões, respostas incorretas por um elemento a mais ou a menos.

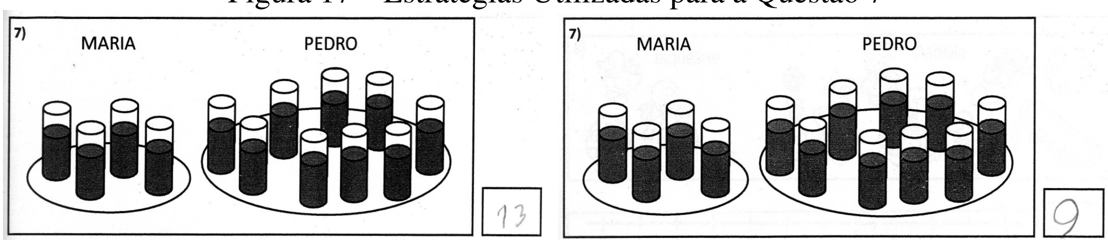
No uso da (E2), verificamos que em torno de 18% dos alunos, do 51,40% que responderam corretamente as questões, demonstraram compreender que, para responder “quantos a mais”, faz-se necessário subtrair a parte igual em uma comparação, escolhendo a operação de subtração para resolução.

Ainda que não seja possível afirmar um percentual estimado, observamos que alunos, ao utilizarem a (E1), durante a resolução, cobriram com os dedos os elementos a subtrair e contaram os demais. Admitimos, ainda, a possibilidade da contagem “para frente”, nessa estratégia, embora não observada.

Embora usando as estratégias (E1) e (E2), apresentando cálculo numérico correto (Figura 17a), 20% dos alunos não acertaram as questões, por não escolherem a operação adequada, a subtração. A escolha da operação incorreta mostra que a expressão “quantos a mais” levou, naturalmente, à adição. Esses alunos demonstraram que associam a subtração à ideia de redução de quantidades, ou seja, ao ato de retirar elementos.

Em torno de 25% dos alunos contaram todos os elementos da bandeja de Pedro (Figura 17b), na questão 7, e todos os brinquedos de Daniela, na questão 8. Assim, constatamos que esses alunos compreendem que o “a mais” refere-se a todos os elementos do conjunto.

Figura 17 – Estratégias Utilizadas para a Questão 7



(a) (b)

Fonte: pré-teste

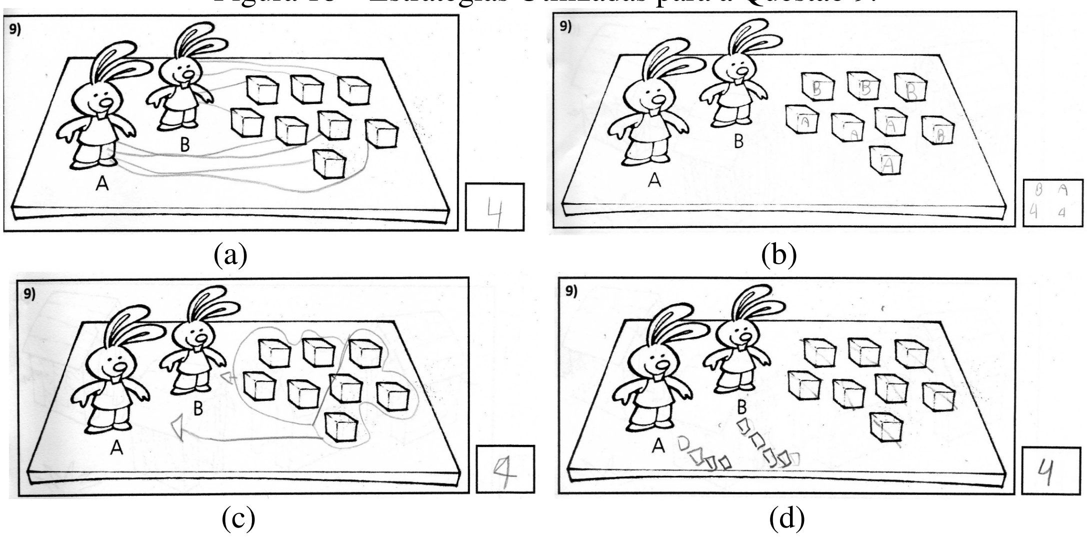
Em todos os seis problemas, relativos ao raciocínio aditivo, nenhum aluno dos grupos experimentais e do grupo controle apresentou, no bloco, registro de cálculo numérico para a resolução das situações-problema. Diante do constatado, questionamos se as estratégias metodológicas usadas pelos professores propiciam a evolução das estratégias relacionadas ao desenvolvimento do raciocínio aditivo, visto que, nos primeiros anos de escolarização, as operações de adição e subtração fazem parte do programa[38].

5.2.3 Raciocínio Multiplicativo

Em relação ao raciocínio multiplicativo, na questão 9, analisamos as estratégias para a divisão e, na questão 10, para multiplicação.

Na nona questão, classificamos as estratégias iniciais/simples usadas pelos alunos para fazer a distribuição, da seguinte maneira: (E1)ligar os elementos (Figura 18 a); (E2) enumerar os elementos com letras A e B (Figura 18 b), com números 1 e 2 e com números de 1 a 4; (E3) desenho termo-a-termo (Figura 18d); (E4) agrupamento (Figura 18c); (E5) cortes sucessivos com metades (Figura 18e), e (E6) cálculo mental. Consideramos como cálculo mental as questões em que não haviam nenhum registro no bloco. Em termos de percentuais, cerca de 10% utilizaram a (E1); 10%, a (E2); 12%, a (E3); 18%, a (E4); 1%, a (E5); e 30%, a (E7).

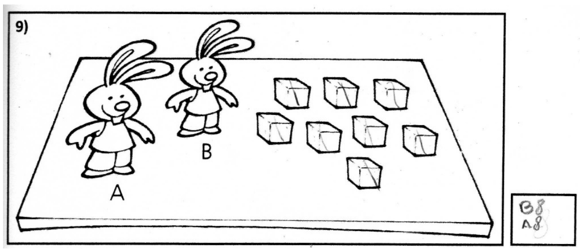
Figura 18 – Estratégias Utilizadas para a Questão 9.



(a) (b)

(c) (d)

38 A expressão “programa” refere-se aos planos de estudos de cada ano (séries), elaborados com base nos PCNs.



(e)

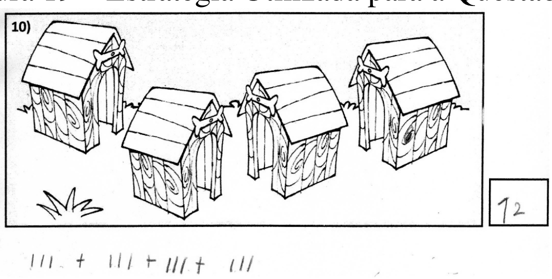
Fonte: pré-teste

Verificamos a falta de compreensão das relações entre o todo, as partes e o tamanho das partes ou quota, por parte dos alunos, pelo registro “para A ‘4’ e para B ‘4’” (Figura 18b).

Para exemplificarmos o uso do cálculo mental, descrevemos uma situação observada em uma determinada turma durante a aplicação do pré-teste. Frente à dificuldade apresentada por um aluno, na resolução da questão 9, repetimos três vezes o enunciado da situação-problema, oralmente, mas o aluno não o compreendia. Por fim, fizemos uma analogia, coelhos/pessoas e doces/balas. Então, perguntamos a ele: “se os doces fossem balas e os coelhos A e B fossem você e seu irmão, como você faria?”. Imediatamente, com uso de cálculo mental, o aluno respondeu sussurrando “assim eu sei, é quatro”.

Na décima questão, classificamos as estratégias iniciais/simples, utilizadas pelos alunos em: contagem nos dedos (E1) e contagem com representação de desenhos, com palitinhos ou cachorros (E2). Em torno de 50% utilizaram a contagem nos dedos. Na (E2), verificamos que os alunos representaram a adição da unidade correspondente, a replicação da variável cachorro, com desenhos ou palitinhos embaixo das casas ou espalhados no bloco (Figura 19). Na (E1) constatamos, dentre os que contavam usando os dedos, a contagem dos cachorros em cada casa, com o balançar do dedo, mas não foi possível tabular o percentual.

Figura 19 – Estratégia Utilizada para a Questão 10



Fonte: pré-teste

Dos 27% de alunos que não acertaram a questão, constatamos que o erro estava relacionado a dois aspectos: à contagem com um elemento a mais, 13, ou ao número de replicações, com uma a mais, com resultado 15.

Verificamos, em casos isolados, na décima questão, a troca da ordem dos algarismos 1 e 2 ao registrarem o resultado da resolução da situação-problema, de modo que representaram o “12” como “21”.

Embora, na escola, não se ensine a sistematização da multiplicação e divisão no 1º ano e no 2º ano, constatamos que 83,03% dos alunos acertaram a nona questão, e 73,08%, a décima. Verificamos que, ao iniciar o 3º ano, os alunos possuem conhecimentos prévios, com base no cotidiano, que lhes possibilita utilizar estratégias iniciais/simples para a resolução de situações-problema de multiplicação e divisão. Diante desse resultado, questionamos: por que o ensino da divisão[39], em geral, nas escolas, ocorre no ano seguinte ao que se inicia o ensino da multiplicação?

Com base nas estratégias utilizadas pelos alunos e nos erros observados, apresentados no Quadro 10, organizamos as atividades para a formação dos professores, conforme o cronograma apresentado anteriormente no Quadro 9.

Quadro 10 – Estratégias e Erros Apresentados pelos Alunos no Pré-teste

Grupos	Estratégias iniciais/simples	Erros
Experimental e controle	- Contagem nos dedos; - Contagem com material manipulativo; - Contagem de desenhos representados por palitinhos, pontinhos e “x”; - Contagem dos elementos das ilustrações.	- Na contagem, contar um elemento a mais ou a menos; - Compreender que 1 real é composto por um centavo; - Compreender que o algarismo 1 do número 12 tem valor relativo a uma unidade; - Na escrita do numeral, trocar algarismos da unidade com a dezena; - Na representação do algarismo, escrever de forma espelhada; - Associar a palavra “ganhar” a aumento de quantidades de um conjunto; - Conceber a pergunta “Quantos a mais?” como adição ou total de elementos de um conjunto; - Duplicar no quociente o registro da quota, até atingir as unidades do divisor; - Na multiplicação, aumentar o número de replicações, mediante a adição da unidade correspondente.

Fonte: elaborado pela autora

[39] Como supervisora de estágio curricular, foi possível observar na prática, que nas turmas de 3º ano, em geral, as escolas não permitem aos estagiários trabalharem com a divisão e multiplicação. A divisão, de acordo com os planos de estudos dessas escolas, deve ficar para ser ensinada no 4º ano. Ao serem questionados, os motivos alegados são as dificuldades dos alunos para representar o cálculo numérico.

Verificamos que nenhum aluno utilizou estratégias econômicas no pré-teste, pois não houve registro de cálculos numéricos para resolução das situações-problema. Não foi possível observar a contagem a partir do primeiro conjunto ou a partir do conjunto com maior número de elementos, por estimativa, cálculo mental com contagem da sequência numérica ou recuperação de fatos numéricos da memória, porque não aplicamos o pré-teste de forma individual como método clínico[40], e, sim, de forma coletiva na sala de aula.

5.3 RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO APLICADO ANTES DA FORMAÇÃO

Com o questionário (APÊNDICE A) aplicado aos professores dos grupos experimentais A e B, obtivemos informações sobre tempo de serviço na carreira, formação dos professores e experiência como docente no 3º ano do Ensino Fundamental, uso de materiais didáticos, dificuldades de aprendizagem dos alunos, saberes dos professores sobre o valor posicional, exemplos de atividades desenvolvidas em situações-problema e seleção de conteúdos para o 3º ano. Apresentamos, a seguir, os dados coletados.

Com relação ao tempo de serviço na rede, poderíamos dividir o grupo de professores em dois subgrupos, um em início de carreira e outro em término. Constatamos que, dos 25 professores que aderiram à participação, dez professores estavam em estágio probatório, início carreira, no primeiro ano de serviço. Por outro lado, dez professores estavam em fase final da carreira, isto é, prestes a se aposentarem, já com mais de 20 anos de serviço. Os demais tinham em torno de sete anos de serviço na rede.

Constatamos, ainda, que professores em início e final de carreira procuram participar de programas de formação continuada, a fim de buscar informações para os problemas que enfrentam no dia a dia, como as dificuldades que os alunos apresentam ao aprender conceitos em Matemática.

Quanto à experiência docente com o 3º ano, verificamos que 12 professores estavam com um ano de regência, seis professores encontravam-se entre dois e três anos e os demais, em torno de cinco anos. Assim, notamos que há uma enorme necessidade, por parte dos

[40]Para compreender o curso do pensamento das crianças, Piaget começou um método de conversas abertas, com a finalidade de descobrir os processos de raciocínio que sustentam as respostas erradas ou certas, denominado método clínico. Este método consiste em um procedimento utilizado para investigar como as crianças pensam, percebem, agem e sentem, isto é, uma intervenção sistemática do experimentador frente à atuação do sujeito quanto as suas ações ou explicações (DELVAL, 2002).

professores, no sentido de receber orientações pedagógicas para trabalhar com turmas para as quais consideraram não ter formação. Essa consideração dos professores é feita em função da mudança de nomenclatura de série para ano e também pela não retenção do aluno nos dois primeiros anos de escolarização, no ciclo de alfabetização.

Sobre a formação dos professores, verificamos que dez têm formação em Curso Normal em nível de Ensino Médio. Dezesseis professores têm formação em curso superior, nas áreas de História, Pedagogia e Letras. Cinco têm formação em Pós-Graduação, em nível de Especialização. Destacamos que há dois professores ainda cursando o Ensino Superior. Constatamos que não é comum encontrarmos professores dos anos iniciais com graduação em Matemática.

Quanto ao material didático disponível na escola, para uso nas aulas de Matemática, os professores elencaram: o material dourado/base dez, o ábaco, os jogos digitais/laboratório de informática e o livro didático. Em relação ao ábaco, solicitaram explicações sobre o uso. Relativo ao livro didático de Matemática escolhido, as respostas se resumiram a "não recordo o nome do livro", "não lembro o título", "o livro não é usado" e "a turma não recebeu livro didático". Assim, a partir dos argumentos dos professores nas fichas de autoavaliação, inferimos que o não uso do livro didático, por eles, decorre das dificuldades apresentadas pelos alunos em realizar as atividades contidas nos livros, visto que os exercícios não contemplam a sua realidade.

Quanto às dificuldades de aprendizagem apresentadas pelos alunos, os professores elencaram: a não compreensão do valor posicional dos números, os procedimentos em operações de subtração e da operação que se deve escolher para a resolução de determinada situação-problema. No que diz respeito ao valor posicional, no entanto, verificamos que os próprios professores, ao responderem questões específicas, apresentaram limitações conceituais, pois dos 25 professores, 14 professores não responderam corretamente as questões.

Quanto aos exemplos de situações-problema, descritos pelos professores, que são organizados e ofertados como atividades, aos alunos, constatamos que os mesmos se resumiram em adicionar e retirar quantidades de elementos de um determinado conjunto, isto é, situações-problema simples de relação entre o todo e suas partes.

Em relação aos conteúdos que constam nos Planos de Estudos para o 3° ano, os professores listaram, em geral, os números naturais e as operações, relativo a um dos blocos de conteúdos que constam nos PCNs, o Sistema de Numeração. Quanto aos blocos Grandezas e Medidas, Espaço e Forma, e Tratamento da Informação, foi citado, por um número reduzido de professores, apenas as figuras geométricas como conteúdos contemplados nos Planos de Estudo. Verificamos que, em geral, o bloco “Sistema de Numeração” é priorizado nos Planos de Estudo.

5.4 O PROGRAMA DE FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES

A partir dos dados coletados, descritos neste capítulo, priorizamos, para a composição aditiva (valor posicional), atividades com: tarefa de compra; representação dos numerais com diversos materiais, como base dez, cédulas e moedas “sem valor econômico”, ábaco e tampinhas; jogos; e análise de atividades presentes nos livros didáticos.

Para o raciocínio aditivo, organizamos atividades lúdicas com material manipulativo, seguido de representação dessas ações com registros das situações-problema, bem como estudo sobre resolução de situações-problema com uso de cálculo numérico. Para o raciocínio multiplicativo, propusemos a leitura de texto sugestivo sobre diversas formas de abordar a sistematização do ensino da multiplicação e atividades lúdicas com material manipulativo. Essas atividades foram seguidas de representação das ações com análise do uso de cálculo numérico, como uma convenção cultural.

As orientações didático-metodológicas, com reflexão sobre como atuar de forma mais eficaz na sala de aula, nos anos iniciais do Ensino Fundamental, em prol do desenvolvimento dos conceitos iniciais da Matemática, foram o foco nos encontros do programa. Isso porque, com base na fundamentação teórica descrita no primeiro capítulo, consideramos os conceitos matemáticos iniciais como conhecimento prévio aos estudos subsequentes em anos posteriores, tanto nos anos finais do Ensino Fundamental, como do Ensino Médio, de Cursos Técnicos, do Ensino Superior e da Pós-Graduação.

O programa de formação continuada constituiu-se na realização de dez encontros, embora no folder (APÊNDICE C) constem oito encontros. A ampliação ocorreu, porque atendemos à solicitação dos professores. Portanto, o período previsto inicialmente estendeu-se por mais dois meses; entretanto, diminuiu o tempo de cada encontro em 30 minutos, mantendo-se, assim, as 20 horas. A partir dos dados coletados, propusemos um programa para repensar a ação da formação continuada como uma oportunidade à construção de concepções por parte dos professores, propiciando o desenvolvimento de habilidades e competências frente à prática docente.

Primeiro Encontro - No dia 7 de abril de 2011, quinta-feira, o foco do encontro foi a apresentação do cronograma do programa de formação continuada, com a temática na área da

Matemática inicial, como parte de uma pesquisa de Doutorado em Educação. Para a integração entre todos do grupo, em momento informal, foi realizado os agradecimentos pela presença e, após, houve as apresentações dos integrantes. Em seguida, foi explicado o programa de formação continuada, conforme ideia inicial que consta no folder (APÊNDICE C).

Após a explanação, os professores presentes foram convidados a participar da formação. Os professores que aceitaram o convite, oficializaram a participação, mediante preenchimento da ficha de inscrição (APÊNDICE D). Para os inscritos, foi aplicado um questionário (APÊNDICE A). Nesse encontro, estabelecemos que o período de aplicação do pré-teste seria a última quinzena de abril e a primeira quinzena de maio, com data agendada, posteriormente, com a equipe pedagógica da escola. Em seguida, foi esclarecido que se estabeleceria uma parceria, de forma que, durante os encontros, sempre que necessário, diante de dúvidas e dificuldades, os professores receberiam orientações para suas ações práticas.

Segundo Encontro - No dia 26 de maio de 2011, quinta-feira, foi realizada uma palestra sobre os conceitos iniciais da Matemática, avaliados no pré-teste, contemplando a composição aditiva, o raciocínio aditivo e o raciocínio multiplicativo, descritos no primeiro capítulo desta tese. Também foram abordados os blocos de conteúdos organizados e selecionados para Educação Infantil e anos iniciais do Ensino Fundamental, relativos ao componente curricular da Matemática, de acordo com os PCNs. Posteriormente, foram apresentados os resultados do pré-teste por conceitos avaliados; porém não foram detalhadas as questões do pré-teste, visto que seriam novamente aplicadas como pós-teste 1 e 2. Ao final do encontro, foi informado as professores a relação dos materiais necessários às atividades práticas do próximo encontro. Ademais, cada professor preencheu a ficha de autoavaliação, distribuída e recolhida ao final de cada encontro.

Terceiro Encontro - No dia 16 de junho 2011, quinta-feira, ofertamos a primeira oficina, cujo foco foi a composição aditiva com tarefas de compra.

Propusemos atividades de tarefas de compra com uso de material manipulativo, com brinquedos e cédulas e moedas “sem valores”, (Figura 20).

Figura 20 – Tarefas de Compra

Fonte: imagens fotografadas pela autora

Para as atividades de tarefas de compra foram agrupados os brinquedos em dois subgrupos; um com valores de R$ 2,00 até R$ 9,00; e o outro, com valor de R$ 9,00. Cada dupla de professores comprou dois produtos, um de cada subgrupo (Figura 20) e expôs ao grande grupo como realizou o pagamento com as cédulas sem valores.

Ao término da atividade, foram discutidas maneiras de realizar a atividade com os alunos e formas de registros das ações, tendo em vista as dificuldades dos alunos em compor e decompor valores entre R$ 11,00 e R$ 19,00, por não existirem essas cédulas. Assim, o desafio proposto para relato no próximo encontro foi desenvolver uma atividade prática com tarefas de compras para os alunos.

Para as tarefas de compra com uso de moedas, propusemos uma atividade de confecção de moedas de 1 real, 50 centavos, 25 centavos, 10 centavos e 5 centavos, "sem valor" (Figura 21). Dentre as confecções, foi utilizada a técnica de frotagem[41] (*frottegé*) (Figura 21a e Figura 21b). Entre os participantes, foram elencadas outras sugestões para a confecção do material, como xerox com recorte e colagem em tampas de garrafa pet, em rodinhas de madeira de

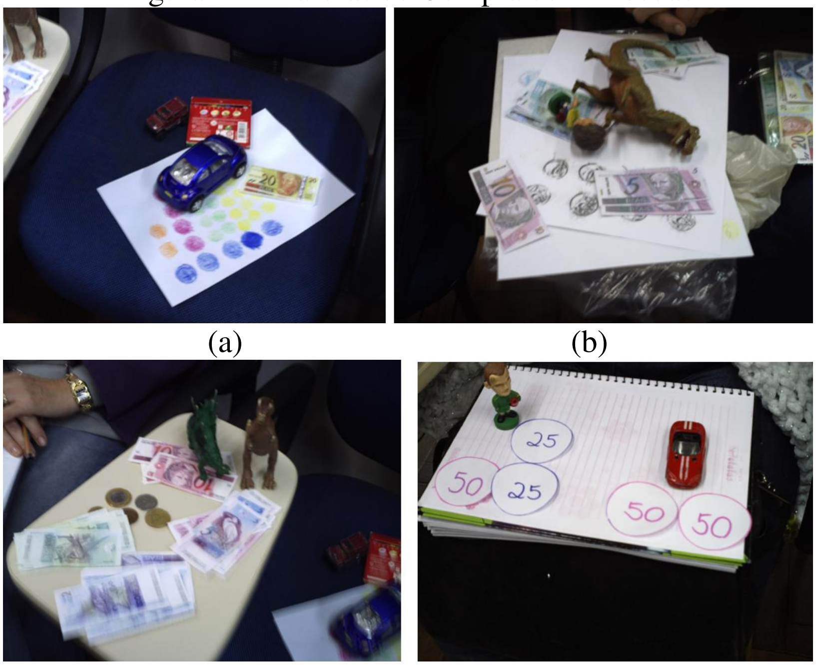
---

[41] A palavra "frotagem", de origem francesa, "*frotter*", significa "esfregar". A técnica da frotagem consiste em colocar uma folha de papel sobre uma superfície que contenha um relevo ou uma textura, como as moedas, e esfregar com o material escolhido, como o giz de cera para registro da imagem, pressionando-o até que apareça o relevo ou a textura.

cabos de vassoura. Uma professora mostrou moedas de plástico “sem valor” e informou os meios para a aquisição desse material.

Após a confecção do material, os professores, em duplas, realizaram as tarefas de compra de produtos no valor de um real, cujo pagamento somente poderia ser efetuado em moedas com valores em centavos (Figura 21d). Cada dupla expôs, ao grupo, o modo como efetuou o pagamento.

Figura 21 – Tarefas de Compra com Moedas



(a) (b)

(c) (d)

Fonte: imagens fotografadas pela autora

Diante das atividades práticas e dos resultados do pré-teste, foi refletido sobre os Parâmetros Curriculares Nacionais, nos quais estão sugeridas tarefas de compra para o ensino da composição aditiva. Constatamos, pelas observações diretas, que os professores se mostraram surpresos quanto a essas sugestões e, principalmente, com o percentual de acerto dos alunos na questão 1. Observamos ainda que, para eles, o conhecimento sobre o assunto deveria ser construído, por parte dos alunos, no seu cotidiano e não na escola. Por isso, destacamos expressões que justificam essa observação: “não pode ser, eles costumam comprar no bar da escola”; “na nossa época, ao ir para na escola, já sabíamos como usar o dinheiro, Conhecíamos as horas, a professora não precisava ensinar, Hoje estão no quinto ano e não conhecem horas em relógio de ponteiros”; “também, com a violência de hoje, os pais não deixam os filhos saírem sozinhos para comprar algo”; “as crianças de hoje não têm o hábito de juntar moedas em um cofre para fazer uma determinada compra, como nós tínhamos e contávamos as moedas seguidamente para saber se o valor já era suficiente"; "hoje, as crianças, quando participam de atividades com compras, os pais pagam com cartão de crédito, elas não percebem as 'trocas' com o dinheiro"; e "tudo fica para ser ensinado na escola, até comprar e pagar, uma atividade que faz parte do dia a dia das pessoas".

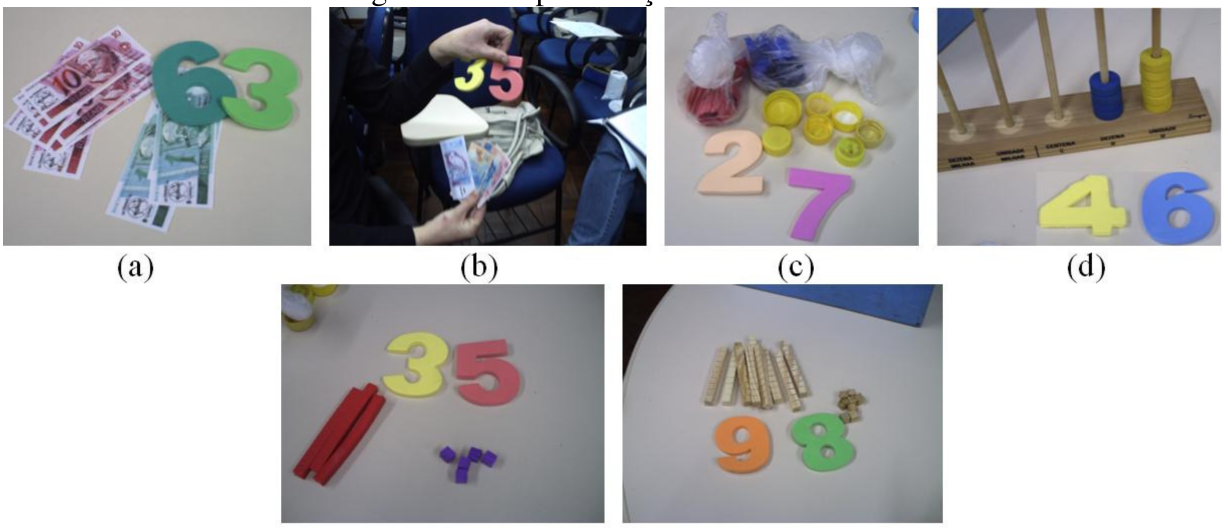
Diante disso, foi promovida uma discussão sobre o valor posicional dos números, em especial sobre a dificuldade que existe para o aluno entender que um algarismo, além do valor absoluto, possui um valor relativo de acordo com a ordem que ocupa em uma determinada classe. Além disso, foi realizada uma reflexão sobre a importância da realização das tarefas de compra e, como desafio para o próximo encontro, proposto o relato de uma atividade com tarefas de compra, a ser desenvolvida com os alunos. No final do encontro, cada professor preencheu a ficha da autovaliação.

Quarto Encontro - No dia 30 de junho de 2011, quinta-feira, a oficina teve como foco a composição aditiva, com valor posicional. Após a recepção, foi apresentada uma breve revisão sobre a oficina anterior, seguida dos relatos dos professores sobre o desafio proposto.

Os professores relataram que os alunos apresentaram dificuldades na compreensão da composição dos centavos para formar um real. Por exemplo, 25 + 25 + 25 + 25 centavos, resulta "100" e não "1". Uma professora, além do relato, mostrou a sistematização das atividades realizadas pelos seus alunos.

A primeira atividade, nessa oficina, envolveu representações de determinados numerais, com materiais manipulativos, que foram distribuídos pela pesquisadora, aleatoriamente, aos seis grupos de professores, conforme Figura 22. Os materiais distribuídos foram base dez em EVA e madeira, tampinhas, cédulas "sem valor" e ábaco.

Figura 22 – Representação dos Numerais



(a) (b) (c) (d)

(e) (f)

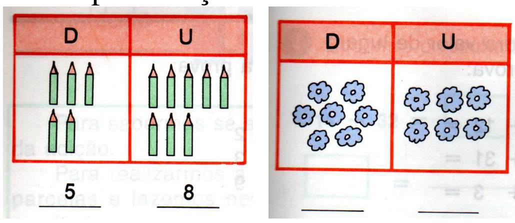
Fonte: imagens fotografadas pela autora

Após a representação, cada grupo fez um relato. Os participantes chegaram à conclusão de que o material menos apropriado para o 3º ano seria o ábaco, partindo do princípio de que, na representação com cédulas, bastões da base dez e sacos com dez tampinhas, os alunos percebem o valor de cada dezena. O grupo D argumentou que os alunos com dificuldades na compreensão do valor posicional não iriam entender que as quatro pedras azuis do ábaco (Figura 22d) representam quarenta, que cada uma tem o valor dez. O grupo C destacou o cuidado necessário com o uso de tampinhas em cálculos numéricos, pois as dezenas precisam ser representadas por pacotes com dez tampinhas (Figura 22c). Esse grupo trouxe à discussão o fato de muitos professores usarem uma tampinha ou um palito de picolé para representar a "casa" da dezena, ao representar quantidades, em um cálculo numérico, ação que dificulta a compreensão do valor relativo. Ainda, sugeriram realizar uma campanha entre os alunos para arrecadação das tampinhas, por ser um material de baixo custo. Os grupos A e B argumentaram que o uso das cédulas poderia ser a melhor alternativa (Figura 22a e Figura 22b), pois com o baixo custo, cada aluno poderia adquirir o seu material. Para esses dois grupos, o recurso "dinheirinho" deveria estar incluído na lista de material escolar, porque nem todas as escolas disponibilizam a base dez como material didático aos professores.

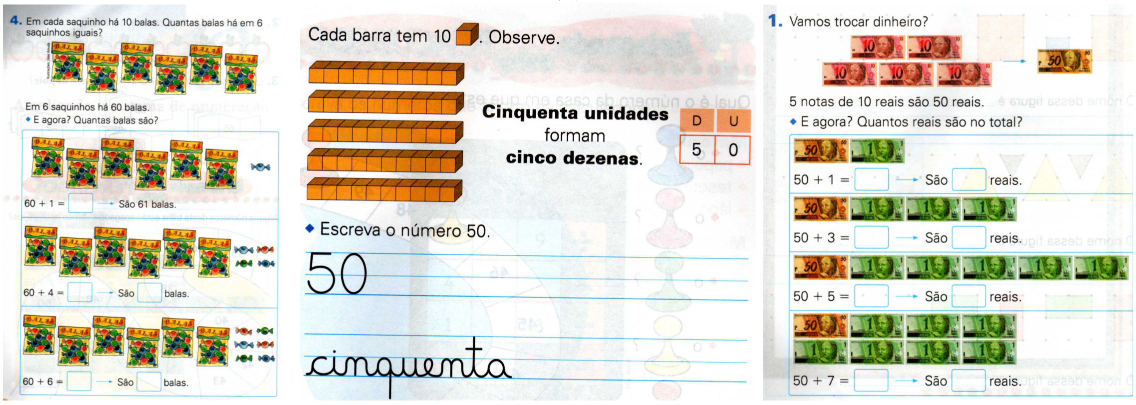
Na segunda atividade, foi analisada a representação do valor posicional nos livros didáticos e o modo como essa representação era proposta nos livros didáticos, nas décadas de

1980 e 1990[42], (Figura 23a), período em que o uso do livro didático recebeu muitas críticas por conter atividades não contextualizadas. Do mesmo modo, foi analisada a representação nos livros didáticos da atualidade (Figura 23b).

Figura 23 – Representação Numérica em Livro Didático



(a)



(b)

Fonte: a) adaptada de Passos (1996) e b) adaptada de Centurión (2008)

A partir da forma como estão organizadas as atividades nos livros didáticos na atualidade, foi refletido sobre a tendência de não usar o livro didático por receio de ser “tachado de professor tradicional” e o uso do mesmo como mais um recurso alternativo.

Constatamos, nesse encontro, que muitos participantes começaram a se assumir como um grupo de estudos, pois os anseios, as sugestões de atividades, os resultados positivos e negativos passaram a ser compartilhados. Ao final do encontro os professores realizaram a autoavaliação.

Quinto Encontro - No dia 6 de julho de 2011, quarta-feira, o foco principal do encontro foi o raciocínio aditivo. Após a recepção, foram reapresentados os resultados das questões 3, 4, 5, 6, 7, e 8 do pré-teste (Gráfico 1).

---

[42] Nos livros didáticos da última década do Século XX e primeira década do Século XXI, a representação na ordem das dezenas, em geral, era feita da mesma forma que na ordem das unidades. Já nos livros didáticos atuais, na ordem das dezenas, cada uma é representada por dez elementos.

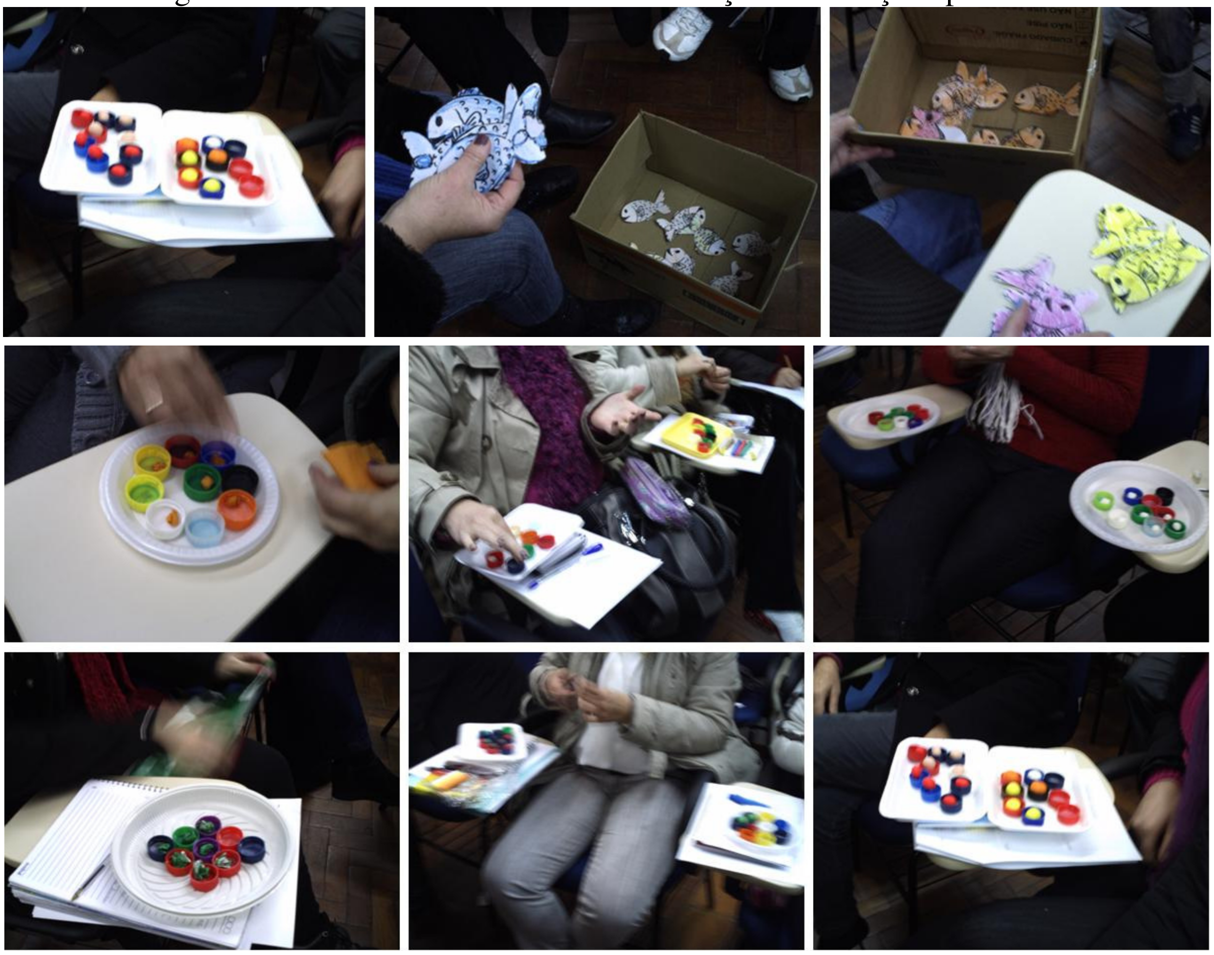
Na primeira atividade, os grupos foram formados por quatro integrantes. Depois disso, foi distribuído material alternativo, como carrinhos, figuras, bolitas, peixes e aquário, flores e vasos, bonecos, animais, caixas, bandejas, forminhas e massa de modelar, conforme Figura 24. Após a distribuição, foi solicitada a elaboração de seis situações-problema, com três etapas distintas: na primeira etapa, dois problemas simples de relação entre o todo e as partes, com redução e aumento de quantidades; na segunda etapa, dois problemas inversos de relação parte-todo com montante ausente; na terceira etapa, dois problemas comparativos com a pergunta “quantos a mais”.

Figura 24 – Material Utilizado na Criação de Situações-problema

Fonte: imagens fotografadas pela autora

Para cada etapa, os grupos elaboraram as situações-problema, em ações com o uso dos materiais distribuídos. Na sequência, expuseram-nas ao grupo, de forma oral. Em seguida, realizaram os registros e analisaram formas de representação dos resultados com algoritmos e uso de cálculos numéricos. Os registros foram entregues à pesquisadora, que, posteriormente, digitou-os e enviou-os, por e-mail, a todos os participantes (APÊNDICE E).

Figura 25 – Atividades Práticas com Elaboração de Situações-problema



Fonte: imagens fotografadas pela autora

A atividade seguinte consistiu em classificar 15 situações-problema, entregues aos grupos de professores, em: problemas simples de relação entre o todo e suas partes, problemas inversos de relação parte-todo e problemas comparativos. Nessa atividade houve solicitação de ajuda da pesquisadora e da supervisora da Secretaria de Educação, que acompanhava a oficina.

Após a classificação, foi proposta uma reflexão sobre a importância dessa habilidade para a escolha de situações-problema em livros, em sugestões recebidas de colegas, entre outros, a fim de evitar equívocos na prática. Essas dúvidas podem ocorrer, em especial, quanto às ofertas de atividades com um tipo de situação-problema e quanto à aplicação de instrumento de avaliação com outros tipos, para os quais os alunos não têm conhecimento adquirido que lhes possibilite resolvê-los.

Na atividade seguinte, foi apresentada uma situação-problema, cuja resolução deveria ser realizada com uso da reta numérica (Figura 26).

Figura 26 – Situação-problema com Reta Numérica

Fonte: adaptado de Nunes et al. (2009, p. 76)

Observamos que parte dos professores apresentou dificuldades na contagem dos espaços da reta, ao usá-la para a resolução do problema. Dois professores relataram que os alunos dos anos finais do Ensino Fundamental também apresentavam a mesma dificuldade, ao utilizarem a régua.

Para o próximo encontro, foi proposto, como desafio, a aplicação da atividade com o uso da reta numérica (Figura 26) aos alunos, para posterior relato. Os professores também deveriam desenvolver, com os alunos, atividades com situações-problema de comparação, com especial atenção aos equívocos apresentados no pré-teste. Por fim, foi solicitada, ainda, a leitura do texto “A multiplicação e o ensino das tabuadas da multiplicação”, elaborado por professores da Escola Superior de Educação de Santarém-Portugal[43]. No final, os professores realizaram a autoavaliação.

Sexto Encontro - No dia 4 de agosto de 2011, quinta-feira, a oficina teve como foco o raciocínio multiplicativo.

Nos relatos relacionados aos desafios propostos, observamos que os professores demonstraram estar surpresos com as dificuldades dos alunos na resolução de problemas comparativos. Os relatos confirmaram que grande parte dos alunos da turma optava pela adição, ao ouvirem a expressão “a mais”, ou consideravam o todo do conjunto. Por exemplo: se Paulo tem 7 figuras e André tem 9, os alunos respondiam que André tem 9 a mais.

Uma professora relatou que, mesmo ao propor uma atividade com os próprios alunos, comparando a fila das meninas com a dos meninos, ao perguntar quantos meninos têm a mais,

[43] Disponível em http://turmadofrancisco.ccems.pt/Documentos/docentes/materiais-pedagogicosmultiplicacao .pdf. Acesso em: 20/05/11.

eles consideravam todos os meninos. Essa professora relatou que foi necessário formar pares, menina/menino, para que entendessem que o número de meninos a mais seria os meninos que sobraram. Quanto à atividade da reta numérica, apenas uma professora relatou a sua prática.

Em relação às atividades propostas para o encontro, a primeira foi uma dinâmica de grupo, utilizando o texto “A mulher do caixeiro viajante”. Essa dinâmica consiste em uma discussão, em duplas, após a leitura do texto, para chegar em um consenso em relação ao culpado pela morte da mulher do caixeiro viajante. A dinâmica teve por objetivo mostrar que a formação continuada ofertada era uma oportunidade para refletir sobre a aprendizagem dos conceitos iniciais da Matemática, e não para procurar culpados para o percentual de alunos que não acertaram as questões no pré-teste. Com a dinâmica, foi discutido não só o papel do professor, mas também o do aluno, dos pais, da escola e da Secretaria de Educação, no processo ensino-aprendizagem dos conceitos iniciais da Matemática.

Na atividade seguinte, foi reapresentado o resultado das questões 9 e 10 do pré-teste, pois, embora ainda não sistematizado o ensino da multiplicação e da divisão, os alunos apresentaram melhores resultados nas questões com raciocínio multiplicativo, se comparados com os resultados das questões com raciocínio aditivo.

Ademais, foi disponibilizado tempo para os participantes relatarem o modo como ensinavam a multiplicação para os alunos. Dessa forma, com os relatos, verificamos que parte dos professores utilizava a adição repetida e os demais, a correspondência um-a-muitos. Já para o ensino da divisão, os professores afirmaram que, em geral, é sistematizado no 4º ano. Assim, foi possível pontuar, com os professores, os principais aspectos sobre a construção dos conceitos multiplicativos, relacionando-os com a leitura do texto “A multiplicação e o ensino das tabuadas da multiplicação”, disponibilizado via e-mail.

A seguir, foi exposto o estudo realizado por Park e Nunes (2001) sobre o desenvolvimento do conceito de multiplicação. Os autores apontam a prática de correspondência um-a-muitos como a mais eficaz para o ensino da multiplicação.

Após, foi assistido ao vídeo “Tecnologia ou metodologia?”[44]. Nesse, é apresentado o ensino da tabuada pela memorização. No vídeo, o diretor, com o intuito de revolucionar o ensino, disponibilizou novas tecnologias na sala de aula, mas, mesmo com o uso dessa tecnologia, o professor continuava a ensinar a tabuada pela memorização. Após, foi discutida

[44] Disponível em http://www.youtube.com/watch?v=IJY-NIhdw_4. Acesso em: 05/08/10.

a importância da recuperação dos fatos básicos da memória em operações de multiplicação e divisão, por dois ou mais números.

Para a atividade seguinte, foi lida, em duplas, uma história em quadrinhos "Zé Lelé em Tabuada", da Turma da Mônica. Nessa história, Zé Lelé não consegue decorar a tabuada, e Chico Bento ajuda-o a estudá-la, para o que usou goiabas como material manipulativo. Foi discutida, então, a importância do uso de materiais manipulativos, no ensino da multiplicação e da divisão, antes da representação com o uso dos números.

A partir do vídeo e da história em quadrinhos, foi proposta uma atividade em grupos com quatro componentes. Cada grupo, com o uso de material manipulativo como bonecos, vasos, flores, bolitas, carros, entre outros, criou duas situações-problema, sendo uma situação com distribuição e uma com multiplicação por correspondência um-a-muitos. Após os relatos orais ao grupo, as situações-problema foram registradas, bem como a representação dos resultados, com algoritmos e uso de cálculos numéricos. Vale ressaltar que os registros das situações-problema, dessa atividade, foram digitados, posteriormente, pela pesquisadora, e enviados via e-mail para todos os participantes (APÊNDICE F).

No final, os participantes fizeram a autoavaliação. Para o encontro seguinte, o desafio proposto foi desenvolver situações-problema com raciocínio multiplicativo.

Sétimo encontro - No dia 25 de agosto de 2011, quinta-feira, o foco da oficina foi o raciocínio multiplicativo. Após a recepção, em momento informal, os professores fizeram relatos sobre as atividades práticas.

Nos relatos, foram abordadas as dificuldades dos alunos com os procedimentos em operações de divisão. Destacamos que o grupo de professores concluiu que os alunos têm noções sobre distribuição, usam uma variedade de estratégias para resolução de problemas e apresentam dificuldades quanto à representação da operação, isto é, no registro dos cálculos escritos. Observamos que, para os professores, esse é o motivo pelo qual a divisão, em geral, não é sistematizado no terceiro ano, e, sim, no quarto ano. Eles alegam falta de maturidade do aluno para aprender a operação.

Em seguida, os professores assistiram ao vídeo "Método chinês de multiplicação"[45]. O vídeo mostra uma forma de ensino da multiplicação, com uso de linhas paralelas e transversais, e a contagem dos vértices, o ponto comum de encontro entre elas. Na sequência,

[45] Disponível em http://www.youtube.com/watch?v=QOz09EPQv4I. Acesso em: 09/11/10.

foi realizado um debate quanto ao ensino dos “macetes”. O objetivo dessa atividade foi levar o grupo a refletir sobre o porquê das regras de um determinado procedimento em uma operação, pois o “macete” é uma atividade sem significado para o aluno e sem relação direta com atividades do cotidiano, ou seja, da ação com o material manipulativo.

A atividade proposta aos professores, divididos em dois grupos, A e B, foi: a operacionalização do cálculo numérico da questão “216 dividido por 2”, para o grupo A, e a realização da mesma operação, mediante distribuição termo a termo, com tampinhas e cubinhos/base dez para o grupo B. Após a atividade, foi refletido sobre o tempo necessário para a resolução das situações-problema, bem como equívocos quanto ao número de elementos contados, uma vez que o número 216 inclui três algarismos, considerado um “número alto”. Foi salientada a importância da realização dessas reflexões com os alunos, visto que as orientações didáticas contidas nos PCNs propõem o ensino tanto do cálculo aproximado e mental, como do cálculo escrito e exato.

A atividade seguinte, proposta aos dois grupos, foi a resolução da operação 2x25. O grupo B utilizou a base dez, tampinhas e “cédulas sem valor”. O grupo A realizou a atividade com cálculo escrito. Foi proposta uma reflexão em torno do cálculo realizado com o uso da tabuada, pois o aluno poderá chegar ao resultado 410, ao levar em conta que 2x5=10 e 2x2=4. Assim, foi discutido sobre a importância das ações com material manipulativo, com posterior representação simbólica da ação. Outro exemplo que destacamos foi a divisão de R$ 7,00 entre dois alunos, com uso de cédulas sem valor e, posterior, representação simbólica. No cálculo escrito, ao dividir 7 por 2 chega-se ao resultado 3 e resta 1, sendo necessário continuar a operacionalização, divisão exata, para obter-se o resultado R$ 3,5. Foi refletido sobre a importância de estabelecer relações entre a ação e a representação simbólica, para a compreensão do significado da vírgula e do valor do algarismo 5 nesse resultado.

Destacamos, nesse encontro, a participação da supervisora representante da Secretaria Municipal, com considerações sobre a importância dos registros escritos e o uso de materiais manipulativos, como os utilizados na oficina. Ela exemplificou: “às vezes o professor tem uma situação-problema com flores e vasos ou figuras e meninos, utiliza tampinhas ou palitos, até mesmo cubinhos da base dez, mas o aluno não sabe o que fazer com o material porque não tem relação nenhuma com o problema apresentado. O aluno pode apresentar dificuldades em somar os palitos, por não conseguir, de imediato, estabelecer relações entre uma tampinha ou um palito como valor de uma dezena ou centena”.

Como atividade seguinte, propusemos a representação dos resultados de uma situação-problema com multiplicação e uma com divisão, em papel quadriculado. Com essa atividade, foi discutido a relação do raciocínio multiplicativo com as frações, expressões numéricas, com base na leitura prévia proposta para o encontro. No final do encontro, cada participante preencheu a ficha da autoavaliação.

Oitavo Encontro - No dia primeiro de setembro de 2011, o foco do encontro foi uma revisão teórico-prática dos assuntos abordados até a presente data. Após a recepção, foi apresentada uma revisão, em forma de palestra, com apresentação em *PowerPoint*® e reaplicação de atividades. A apresentação contemplou os resultados do pré-teste, estudos realizados na área da composição aditiva, do raciocínio aditivo e do raciocínio multiplicativo, referendados na revisão bibliográfica desta tese.

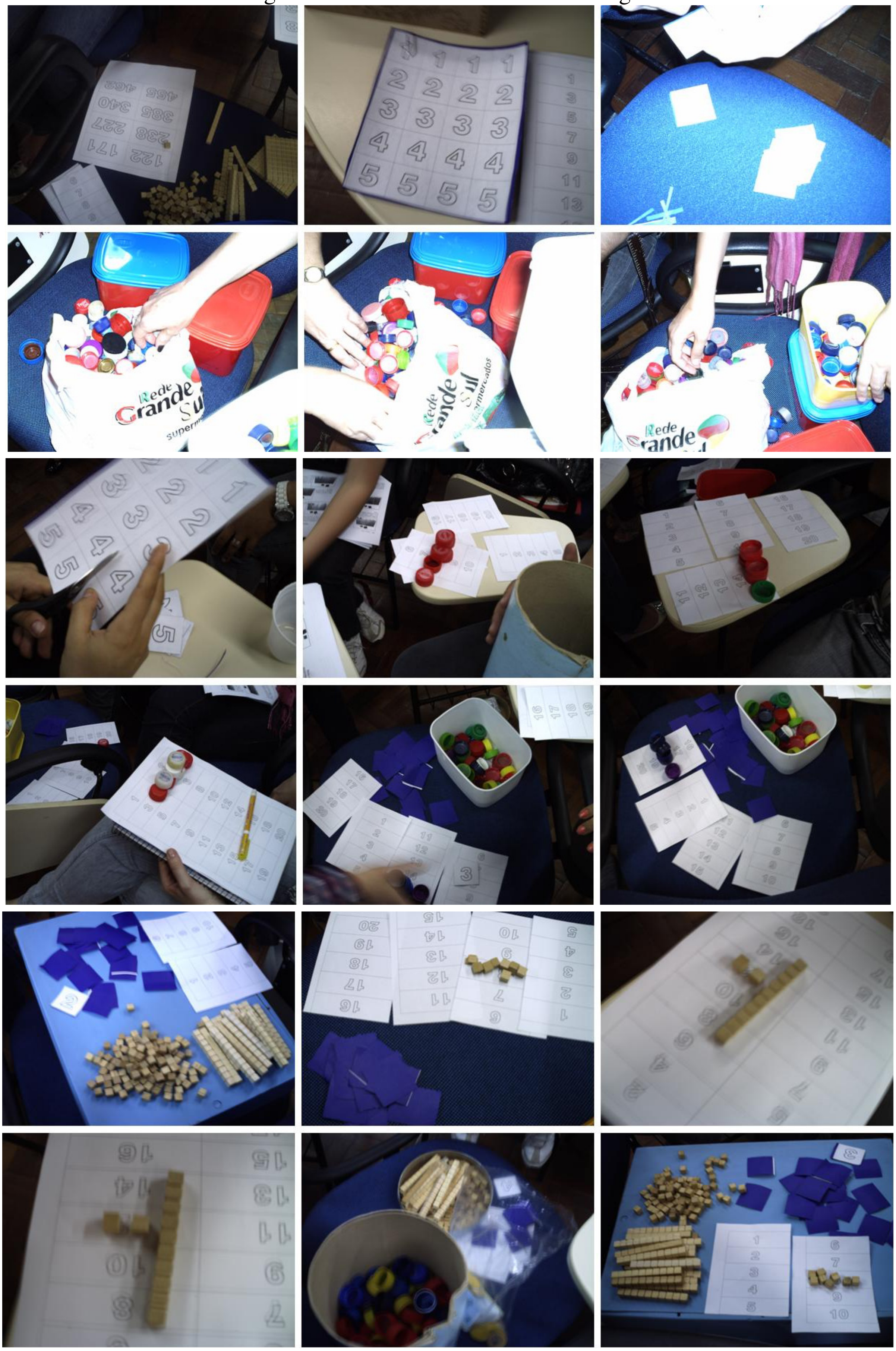
Após, foi aberto espaço para o grupo de professores exporem suas dúvidas e os anseios. Constatamos que a principal questão foi o descaso com o ensino da Matemática, nos dois primeiros anos do Ensino Fundamental, pela ênfase ao letramento, e a aplicação da Provinha Brasil de Matemática para o 2º ano. Observamos que os professores demonstraram esperança, diante dessa avaliação em larga escala, em receber alunos no 3º ano, nos próximos anos, com domínio dos conhecimentos prévios relativos aos conceitos iniciais da Matemática. No final do encontro, cada participante preencheu a ficha de autoavaliação.

Nono Encontro – No dia 29 de setembro de 2011, quinta-feira, o foco da oficina foi a composição aditiva. Para isso, foram ofertados jogos, com o objetivo de refletir sobre formas de proporcionar situações para a compreensão da composição aditiva.

Após a recepção, foram propostas atividades com os "Jogos Equivale" (GOLBERT, 2000, p. 121). Para tal, foi exposto o livro "Matemática nas séries iniciais: sistema decimal de numeração (GOLBERT, 2000)".

Os professores, distribuídos em grupos de quatro, vivenciaram os Jogos Equivale 1, 2, 3 e 4. Cada grupo recebeu, inicialmente, o material com instruções referentes ao Jogo Equivale 1, com o objetivo de analisar as instruções de um determinado jogo, compreendê-lo para, depois, jogar. Isso, contudo, só aconteceu após a pesquisadora e a supervisora, representante da Secretaria Municipal, que estava presente na oficina, auxiliarem os grupos na compreensão das regras do jogo. Assim aconteceu, sucessivamente, com os Jogos do Equivale 2, 3 e 4. Vale destacar que, ao invés dos pingos, foi utilizado tampinhas com as mesmas cores. Nos Jogos do Equivale 3 e 4, ao invés dos blocos, das barrinhas e dos dadinhos, foram usadas as placas, as barrinhas e os cubinhos da base dez (Figura 27). No final, os professores preencheram a ficha de autoavaliação.

Figura 27 – Atividades Práticas com Jogos



Fonte: imagens fotografadas pela autora

Décimo Encontro - No dia 26 de outubro de 2011, quarta-feira, o foco foi o agendamento das visitas para a aplicação do pós-teste e a avaliação do programa de formação continuada.

Após a recepção, foram realizados novamente, em grupos com quatro componentes, os "Jogos Equivale 1, 2, 3 e 4" da oficina anterior. Em seguida, foi proposto uma atividade com o jogo "Equivale 5". Os integrantes de cada grupo expuseram as estratégias usadas para chegar ao resultado de sua própria pontuação no "Equivale 5". Em geral, os professores usaram o cálculo mental; primeiro adicionaram as unidades de milhar, depois as centenas e as dezenas e, por último, as unidades simples.

Em relação ao "Equivale 5", na reflexão sobre habilidades de reconhecer o valor posicional, os professores concluíram que, nesse jogo, o aluno precisa reconhecer que uma centena, dez dezenas ou cem unidades são equivalentes, bem como ser capaz de seriar, adicionar e subtrair mentalmente, pela composição e decomposição.

Na atividade seguinte, foi agendada, com os professores, a data da aplicação do pós-teste 1, em cada turma. Atendemos à solicitação dos professores e foi agendado mais um encontro, para o início do ano letivo de 2012, para a devolução dos resultados da aplicação do pós-teste 1. Logo após, os professores preencheram a ficha de autoavaliação e responderam o questionário pós-formação. Ao final, o encerramento do programa de formação continuada foi realizado, com uma atividade de confraternização.

5.5 RESULTADOS DA AUTOAVALIAÇÃO DOS PROFESSORES

A partir dos registros na ficha de autoavaliação, realizados ao final de cada encontro, os professores do grupo experimental foram subdivididos em dois subgrupos: A e B. O subgrupo A, representando 42,85%, alegou participar da formação por solicitação da direção e/ou coordenação da escola. Já o grupo B, representando 57,14%, participou por interesse próprio, em busca de aperfeiçoamento profissional.

Em relação ao grupo experimental A, destacamos respostas que fazem jus à classificação: "a escola fez minha inscrição"; "fui convocada pela direção da minha escola [...], aproveitando que tenho horário livre nas quintas, resolvi aproveitar [...], a turma que tenho é uma turma com muitas dificuldades e preciso ter diversas ideias para tentar sanar as dificuldades existentes"; "fui convidada a participar do projeto pela coordenação, na apresentação da proposta fiquei interessada em me aperfeiçoar e somar conhecimentos para minha vida profissional, no momento tenho uma turma com muitas dificuldades e preciso de novas estratégias de ensino"; "recebi a informação da formação em Matemática através da coordenação da escola [...] confesso que não me senti atraída já que sou formada em Letras. No entanto, ao conhecer a proposta de formação, comecei a ficar motivada". Embora conste nas declarações o interesse em participar da formação, nos registros das fichas de autoavaliação, após cada oficina e nas observações diretas durante as atividades propostas nos encontros, não foram constatadas ações que justifiquem o interesse em aperfeiçoamento profissional após a inscrição.

Quanto às respostas do grupo experimental B, destacamos: "como docente, acredito que precisamos estar sempre buscando aprimorar nossos conhecimentos"; "me interessou a proposta por visar compreender situações que nos angustiam no dia a dia da sala de aula"; "rever conceitos aprendidos no curso de formação e com a prática"; "penso em melhorar a qualidade da aprendizagem dos meus alunos"; "acredito que o curso vai atender às minhas expectativas de descobrir e construir novas alternativas de ferramentas didáticas para o ensino da Matemática"; "acredito que, para desenvolver uma boa prática pedagógica, o professor necessita constantemente reciclar seus conhecimentos, através de trocas de experiências e da formação continuada"; "para enriquecer e aperfeiçoar minha prática pedagógica, em função do 3º ano ser algo novo para mim [...] este curso virá ao encontro das minhas necessidades enquanto docente"; "já há algum tempo vinha sentindo necessidade e desejo de participar de um curso de Matemática Inicial, ao longo de minha carreira haviam surgido poucas oportunidades de aprimoramento e atualização para o ensino da Matemática"; "não tenho muita experiência de trabalho com o 3º ano e gostaria de saber se o trabalho que estou desenvolvendo está correto".

Em relação às autoavaliações realizadas ao final de cada encontro, classificamo-las em resumos e reflexões. Constatamos que o grupo experimental A fez resumos sobre o que desenvolvemos nas oficinas, descreveu ou citou as atividades, bem como os materiais utilizados. Justificamos essa constatação a partir de expressões como: "criamos histórias matemáticas"; "relembramos o encontro passado"; "vimos os resultados do teste"; "vivenciamos os jogos de Golbert", entre outras.

Verificamos que o grupo experimental B relacionou os assuntos abordados na formação com sua prática, em prol da melhoria da qualidade do processo ensino-aprendizagem. Para justificar nossa afirmação, destacamos as seguintes expressões: "podemos direcionar mais atividades realizadas em sala para atingir essas defasagens"; "consegui compreender como funciona o raciocínio das crianças"; "tornou-se mais compreensível a forma pela qual o aluno nos dá tal resposta"; "ao contrário do que pensamos, muitas vezes o aluno não tem construído plenamente tais conceitos"; "foi interessante ver que algumas das minhas práticas já estão em consonância com o curso"; "o tempo passou rápido, consegui compreender bem e diminuir minhas dúvidas"; "tenho aplicado as sugestões aprendidas em sala de aula, e meus alunos estão mais espertos e felizes com as aulas, tenho observado que minhas aulas estão mais prazerosas"; "ficou claro que é importante identificar o nível de raciocínio dos alunos, identificar suas dificuldades e procurar recuperar lacunas de anos anteriores".

Diante do exposto, constatamos que o grupo experimental B, que justificou a sua participação em prol de aperfeiçoamento profissional conseguiu realizar reflexões em torno da aprendizagem dos alunos e do seu papel nesse processo, procurando mostrar o quanto a participação no programa os levou a repensar a prática. Já, o grupo experimental A apresentou dificuldades em realizar a reflexão. Seus integrantes demonstraram que participaram para cumprir com suas obrigações mediante a inscrição realizada para a formação continuada. Por isso, supomos que apenas receberam informações, as quais foram devolvidas em forma de resumos nas autoavaliações, mas que não conseguiram transpô-las para a prática. Verificaremos, posteriormente, se esses dados coletados vão influenciar nos resultados do desempenho dos alunos no pós-teste 1 e no pós-teste 2.

5.6 RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO PÓS-FORMAÇÃO

Com o questionário aplicado aos professores, após o término da formação, constituído pelas questões 8, 9 e 10 do questionário aplicado no primeiro encontro (APÊNDICE A), analisamos questões relativas às dificuldades apresentadas pelos alunos, atividades desenvolvidas em sala de aula e conhecimento do professor em relação ao valor posicional dos números naturais.

No que diz respeito às dificuldades de aprendizagem dos alunos, em comparação ao primeiro questionário, constatamos que os professores passaram a empregar em seus relatos: cálculos mentais, interpretação de histórias matemáticas com comparação, com a pergunta "quantos a mais", compreensão da composição aditiva em atividades envolvendo cédulas "sem valor". Verificamos que esses professores constituíam o grupo experimental B, os quais modificaram as expressões em suas respostas ao se referirem ao sistema de numeração. Eles passaram a usar termos apresentados e analisados nos encontros de formação continuada. Isso evidencia que os professores do grupo experimental B modificaram suas estratégias no processo ensino-aprendizagem, relacionadas aos conceitos iniciais da Matemática, foco da formação continuada. Essa hipótese se confirma nas respostas à questão sobre as atividades desenvolvidas em sala de aula.

Nas atividades práticas de sala de aula, referindo-se às tarefas de compras, os professores, tanto do grupo experimental A como do grupo experimental B, citaram o uso de material alternativo em situações-problema, como cédulas e moedas sem valor, tampinhas, base dez e Quadro Valor Lugar (QVL).

Quanto ao conhecimento sobre ordens, classes, valor absoluto e relativo, todos os professores responderam corretamente às questões. Já, as questões específicas quanto à identificação do número de dezenas e de centenas que há em um determinado número, apenas dois professores responderam corretamente. Esse resultado mostra que, para um programa de formação continuada com reflexão sobre conhecimento pedagógico, é fundamental, também, abordar o conhecimento da área, pois ambos os conhecimentos se complementam.

5.7 OBSERVAÇÕES A PARTIR DA APLICAÇÃO DOS PÓS-TESTES 1 E 2

Os alunos, de acordo com os professores regentes, estavam ansiosos esperando o dia do "teste". Observamos que um número reduzido de alunos, por turma, ficou surpreso com as questões do pós-teste 1 e 2, por serem idênticas às questões do pré-teste.

Durante a aplicação do pós-teste 1 e 2, do mesmo modo como no pré-teste, em torno de cinco alunos por turma demonstraram lentidão ao resolverem as questões, os quais necessitavam de mais tempo em relação aos demais. Em duas turmas, das quatorze, os alunos mostraram-se impacientes com o tempo que determinados colegas utilizavam para resolver as situações-problema. Diante da constatação, inferimos que esse tipo de atitude diminuiu em relação ao pré-teste.

Quanto ao material manipulativo usado na contagem no pré-teste, observamos que não houve uso desse no pós-teste 1 e 2; porém foi verificado que em torno de três alunos por fileira continuaram utilizando a contagem dos dedos.

No que diz respeito ao aspecto coloração das ilustrações nas questões, verificamos que não houve essa manifestação, como tinha ocorrido no pré-teste. Os alunos demonstraram, no pós-teste 1 e 2, estar com o foco voltado à resolução das situações-problema.

5.8 RESULTADOS DOS BLOCOS APLICADOS

Para a apresentação final dos resultados dos três blocos - o pré-teste, o pós-teste 1 e o pós-teste 2 - aplicados aos alunos dos grupos experimentais e ao controle, ressaltamos que, dos 25 professores inscritos para participar da formação, foram considerados os alunos de 14 professores.

Na aplicação do pós-teste 1, os motivos da redução do número de professores foram exoneração, aposentadoria, licença saúde e desistência. Na aplicação do pós-teste 2, um dos motivos da redução foi o cancelamento, no final do ano letivo de 2011, da oferta do Ensino Fundamental, em uma escola da rede, em prol da oferta da Educação Infantil. Outro motivo foi a eleição para direção escolar, no final do ano letivo de 2011. Ocorreu que três escolas não autorizaram a aplicação do pós-teste 2, em maio de 2012, pois a nova direção eleita implementou o mandato, no início do ano letivo , com nova proposta de trabalho.

Diante do exposto, com a redução de sete professores para aplicação do pós-teste 1, participaram 364 alunos do grupo experimental. A redução do número de alunos foi expressiva, se o número for comparado aos 613 que participaram do pré-teste, pois dois dos sete professores eram regentes em duas turmas, nos turnos da manhã e da tarde.

Para a aplicação do pós-teste 2, houve redução de mais quatro professores. Assim, dos 364 alunos participantes do pós-teste 1, participaram 214 alunos na aplicação do pós-teste 2. Além da redução de professores, outros fatores contribuíram para a redução do número de alunos participantes, como as transferências no final do ano letivo de 2011, as reprovações e a frequência às aulas no turno inverso ao qual retornamos para a aplicação do pós-teste 2. Quando o 4º ano era ofertado em dois turnos, as escolas permitiram a aplicação do pós-teste 2, somente no turno em que, no 4º ano, estavam matriculados o maior número de alunos participantes da pesquisa. Salientamos, ainda, que houve caso de alunos que não compareceram à aula no dia da aplicação do pós-teste 1 e 2.

Em relação ao grupo controle, o número de participantes na aplicação do pós-teste 1 foi de 40 alunos, seis a menos que no pré-teste. Essa redução deu-se em função de transferências e não comparecimento no dia da aplicação do referido bloco. Para o pós-teste 2, houve redução de mais seis alunos, por reprovações e transferências.

A partir da redução do número de alunos participantes na aplicação dos blocos, estabelecemos, para a análise final, o número de alunos participantes nos três blocos, em ambos os grupos, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Número de Alunos Participantes por Grupo

Blocos	Grupo experimental	Grupo controle
Pré-teste	613	46
Pós-teste 1	364	40
Pós-teste2	214	34

Fonte: elaborada pela autora

Para a apresentação e análise dos resultados finais, subdividimos o grupo experimental em dois subgrupos: A e B. Justificamos essa classificação com base no motivo que levou os professores a participarem da formação continuada, conforme análise da ficha de avaliação pós-formação, já descrito no item 5.5 deste capítulo. Desse modo, consideramos como amostra os alunos de seis professores para o grupo experimental A e de oito professores para o grupo experimental B, totalizando 214 alunos das turmas dos 14 professores participantes do programa de formação continuada. Assim, dos 214 alunos do grupo experimental, que participaram dos três blocos, 93 alunos constituem o subgrupo experimental A, e 121 alunos, o subgrupo experimental B. A seguir, apresentamos os resultados dos blocos em duas seções terciárias para análise da eficácia do programa de formação continuada.

5.8.1 Estratégias Empregadas na Resolução das Situações-problema

Organizamos a apresentação dos resultados quanto às estratégias utilizadas na resolução das situações-problema por conceitos avaliados em cada subárea, a partir dos dados conforme Quadro 11.

Em relação às estratégias empregadas na resolução das situações-problema dos blocos, os alunos dos grupos experimentais A e B passaram a usar estratégias econômicas no pós-teste 1 e 2, com o uso do cálculo numérico; entretanto, no subgrupo B, foi registrado percentual maior em relação ao subgrupo A. Por sua vez, constatamos que os alunos do grupo controle continuaram a utilizar estratégias iniciais/simples, como a contagem e a representação por desenhos com “risquinhos e palitinhos”. No grupo controle, verificamos que não houve registro de cálculo numérico em nenhum dos blocos aplicados.

Quadro 11 – Percentual das Estratégias Utilizadas na Solução das Questões

Conceito Avaliado	Subáreas	Questões	Estratégias	Grupo experimental A (93 alunos)			Grupo experimental B (121 alunos)			Grupo controle (34 alunos)		
				Pré-teste	Pós-teste 1	Pós-teste 2	Pré-teste	Pós-teste 1	Pós-teste 2	Pré-teste	Pós-teste 1	Pós-teste 2
Composição Aditiva	1	1	E1	34.61	15.26	20.2	30.58	9.92	7.01	29.41	23.93	20.59
			E2	49.15	72.91	74.42	53.09	83.68	88.03	44.21	60.18	72.11
			E3	16.24	11.83	5.38	16.33	6.4	4.96	26.38	15.89	7.3
		2	E1	30.11	21.51	16.13	45.51	28.85	23.85	29.11	23.04	20.89
			E2	18.33	18.21	16.49	13.98	4.21	4.75	9.76	18.65	23.13
			E3	22.58	43.01	51.61	28.96	60.33	65.09	20.59	26.96	31.78
			E4	21.51	15.05	13.62	9.92	6.61	6.31	35.29	31.35	24.2
			E5	7.47	2.22	2.15	1.65	0	0	5.25	0	0
Raciocínio Aditivo	2	3	E1	87.10	89.25	93.55	96.69	98.35	98.35	100.00	100.00	100.00
			E2	12.90	10.75	6.45	3.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			E3	0.00	0.00	0.00	0.00	1.65	1.65	0.00	0.00	0.00
		4	E1	98.92	98.92	98.92	91.74	92.56	95.04	97.06	97.06	97.06
			E2	1.08	1.08	0.00	7.44	3.31	0.83	2.94	2.94	2.94
			E3	0.00	0.00	1.08	0.83	4.13	4.13	0.00	0.00	0.00
	3	5	E1	77.42	87.10	90.32	63.64	74.38	85.95	88.24	91.18	91.18
			E2	22.58	8.60	5.38	36.36	10.74	7.44	11.76	8.82	8.82
			E3	0.00	4.30	4.30	0.00	14.88	6.61	0.00	0.00	0.00
		6	E1	91.40	91.40	95.70	88.43	80.99	88.43	97.06	94.12	91.18
			E2	7.53	6.45	1.08	11.57	2.48	2.48	2.94	5.88	8.82
			E3	0.00	1.08	2.15	0.00	9.92	4.13	0.00	0.00	0.00
			E4	1.08	1.08	1.08	0.00	6.61	4.96	0.00	0.00	0.00
	4	7	E1	89.25	90.32	92.47	86.78	77.69	88.43	100.00	91.18	79.41
			E2	10.75	7.53	6.45	13.22	16.53	7.44	0.00	8.82	20.59
			E3	0.00	2.15	1.08	0.00	5.79	4.13	0.00	0.00	0.00
		8	E1	92.47	91.40	95.70	93.39	76.03	85.12	100.00	94.12	91.18
			E2	7.53	6.45	3.23	6.61	15.70	9.92	0.00	5.88	8.82
			E3	0.00	2.15	1.08	0.00	4.96	3.31	0.00	0.00	0.00
			E4	0.00	0.00	0.00	0.00	3.31	1.65	0.00	0.00	0.00
Raciocínio Multiplicativo	5	9	E1	11.83	3.23	2.15	6.61	6.61	4.96	26.47	26.47	26.47
			E2	11.83	10.75	6.45	11.57	5.79	7.44	11.76	8.82	5.88
			E3	12.90	8.60	6.45	14.05	3.31	2.48	14.71	8.82	5.88
			E4	16.13	17.20	10.75	28.10	17.36	10.74	11.76	8.82	8.82
			E5	0.00	1.08	1.08	0.00	9.92	11.57	0.00	0.00	0.00
			E6	4.30	2.15	0.00	4.96	2.48	0.83	5.88	5.88	2.94
			E7	43.01	56.99	73.12	34.71	54.55	61.98	29.41	41.18	50.00
		10	E1	81.72	88.17	91.40	68.60	65.29	85.12	88.24	88.24	97.06
			E2	18.28	6.45	4.30	31.40	8.26	5.79	11.76	11.76	2.94
			E3	0.00	2.15	2.15	0.00	5.79	1.65	0.00	0.00	0.00
			E4	0.00	2.15	2.15	0.00	11.57	4.13	0.00	0.00	0.00
			E5	0.00	1.08	0.00	0.00	9.09	3.31	0.00	0.00	0.00

Fonte: dados da pesquisa

5.8.1.1 Estratégias para Composição Aditiva

Nas questões 1 e 2, verificamos que os alunos dos grupos experimentais A e B e do grupo controle, nos três blocos, utilizaram as mesmas estratégias para a resolução das situações-problema. Houve, porém, evoluções quanto à escolha da estratégia adequada.

Na resolução da primeira questão, dentre as estratégias[46] empregadas, observamos que houve maior percentual de alunos que optaram pela (E2) nos pós-testes, consequentemente, menor opção pelas (E1) e (E3), em ambos os grupos. Isso evidencia que um maior percentual de alunos compreendeu que cem centavos compõem um real. O maior impacto dessa evolução ocorreu no grupo experimental B.

Na segunda questão, embora usando a (E2) e a (E3) para compor 12 reais, dentre as demais estratégias[47], verificamos que, nos pós-testes 1 e 2, o percentual de opções pela (E3) nos grupos experimentais A e B foi maior em relação ao pré-teste. Portanto, os resultados trazem evidências de que a formação continuada contribuiu na aprendizagem dos alunos, pois, com a (E3), verificamos que os professores dos grupos experimentais propuseram atividades a seus alunos que os levaram a compreender que, no número 12, o algarismo 1 representa uma dezena composta por dez unidades. As evidências mostram que um maior número de alunos, compreendeu os agrupamentos de dez em dez, nas ordens, em cada classe do sistema de numeração decimal.

No grupo controle, nos pós-testes, houve maior percentual de opção tanto pela (E2) quanto pela (E3). Ao comparar o percentual de opção pela (E2) e pela (E3) entre o pré-teste e os pós-teste 1 e 2, constatamos que foi maior o percentual pela opção da (E2). Os alunos do grupo controle, ainda no 4º ano, no pós-teste 2, comparado aos alunos dos grupos experimentais A e B, em um maior percentual, optaram pela composição termo-a-termo, ao utilizarem a (E2).

Na opção pela (E1), determinados alunos do grupo experimental B buscaram alternativas na decomposição da cédula de dois reais (Figura 28a) para compor seis reais;

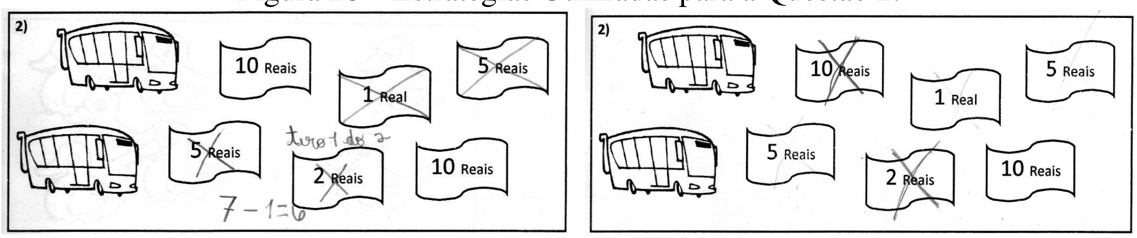
---

[46] Estratégias empregadas na questão 1 do pré-teste: (E1) marcar a moeda de um centavo para compor um real; (E2) marcar duas moedas de cinquenta centavos para compor um real; e (E3) marcar moedas com vários valores para compor um real.

[47] Estratégias empregadas na questão 2 do pré-teste: (E1) marcar duas cédulas de cinco reais e uma de um real para compor doze reais; (E2) marcar duas cédulas de cinco reais e uma de dois reais para compor doze reais; (E3) marcar uma cédula de dez reais e uma de dois reais para compor doze reais; (E4) marcar duas cédulas dez reais para compor doze reais; e (E5) marcar uma cédula de um real e uma de dois reais pra compor doze reais.

outros marcaram dois “X” na cédula de um real. Vários alunos do grupo experimental B mudaram a opção da estratégia, durante a resolução da questão (Figura 28b), inicialmente optaram pela (E1), pois ficou a marca do “X” nas duas cédulas de cinco reais e na cédula de um real; por fim, optaram pela (E3).

Figura 28 – Estratégias Utilizadas para a Questão 2.



(a) (b)

Fonte: pós-teste 1

5.8.1.2 Estratégias para Raciocínio Aditivo

Na subárea dois, nas questões 3 e 4, em relação às estratégias[48] utilizadas pelos alunos para resolução das situações-problema simples, de relação entre as partes e o todo, verificamos que, nos grupos experimentais A e B, houve percentual de opção por estratégias econômicas nos pós-testes. Embora não seja um percentual elevado, esses resultados evidenciam que houve influência da formação continuada. No grupo controle, não houve opções por estratégias econômicas. As opções pelas estratégias iniciais/simples se mantiveram nos pós-testes 1 e 2.

Observamos, na questão 3, aumento de opção pela (E1) nos pós-testes dos grupos experimentais A e B. Consideramos, como hipótese para tal resultado, a contagem mental, mas, como os blocos não foram aplicados de forma individual, não foi possível verificar, na opção pela (E1), a contagem na sequência a partir do primeiro conjunto ou a partir do maior, bem como contagem na sequência de forma mental, sem auxílio de material manipulativo, como os dedos. Nessa questão, constatamos que apenas alunos do grupo experimental B utilizaram estratégias econômicas no pós-teste 1 e 2.

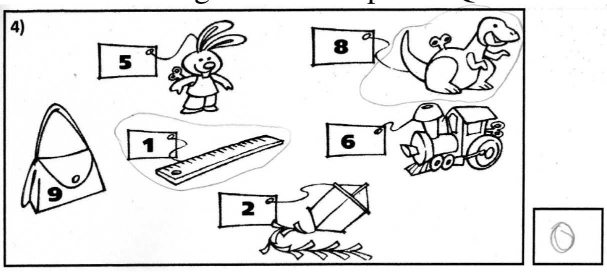
Na quarta questão, há resultados semelhantes aos encontrados na questão 3. Da mesma forma como no pré-teste, observamos que alunos cometeram equívocos na contagem dos

---

[48] Estratégias empregadas nas questões 3 e 4: (E1) contagem; (E2) contagem com representação de palitinhos; e (E3) cálculo escrito.

palitinhos ou dos dedos, contando um elemento a mais ou a menos; porém isso ocorreu em menor percentual. Já outros cometeram erro na resolução, por não seguirem as instruções dadas. Embora usando a operação adequada, escolheram mais de um produto (Figura 29).

Figura 29 – Estratégia Utilizada para a Questão 4



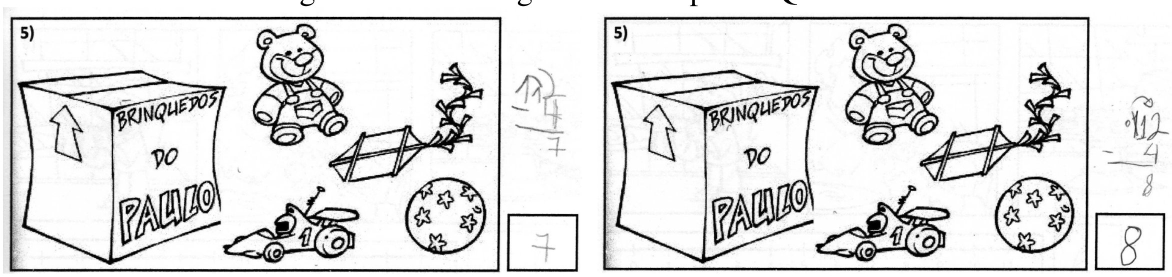
Fonte: pós-teste 1

Na subárea 3, nas questões 5 e 6, em situações-problema inversos de relação parte-todo, quanto às estratégias[49] utilizadas no pré-teste, os alunos dos grupos experimentais A e B comparativamente, nos pós-testes, utilizaram estratégias econômicas, como o cálculo escrito da (E3). Observamos que, nos pós-testes, os alunos não utilizaram material manipulativo para realizar a contagem, apenas a contagem nos dedos. Na questão 5, entretanto, não foi possível observarmos na (E1) a subtração com o contar para frente, com contagem a partir da quantidade quatro para chegar à quantidade 12, ou com a contagem mediante cálculo mental e, tampouco, com a contagem decrescente “doze, onze, dez, nove”, com retirada de quatro elementos do total 12.

Observamos que alunos dos grupos experimentais A e B apresentaram, no registro da operação inversa (Figura 30), procedimento com uso da decomposição, comumente conhecido como “empréstimo”. Isso ocorreu, mesmo para o algarismo 1 (casa das dezenas) no numeral 12, tanto com erro na contagem (Figura 30a) quanto com o procedimento correto (Figura 30b).

[49] Estratégias empregadas no pré-teste: (E1) contagem; (E2) contagem com representação de risquinhos, (E4) uso da reta numérica.

Figura 30 – Estratégia Utilizada para a Questão 5



(a) (b)

Fonte: pós-teste 1

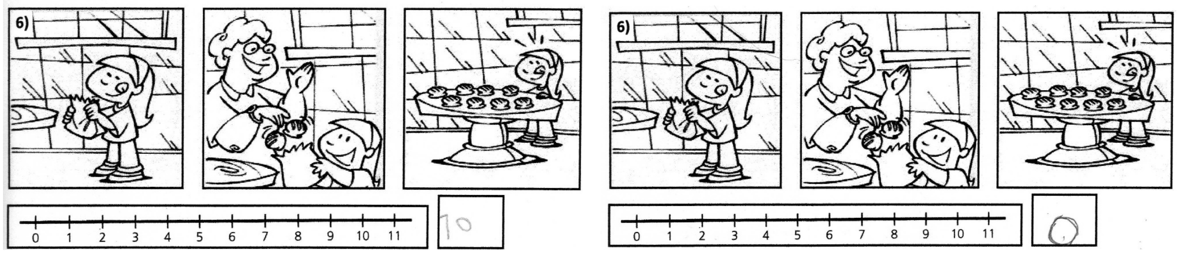
Observamos, durante a aplicação do pós-teste 1, que um aluno do grupo experimental A, ao não conseguir resolver a questão 5 usando o cálculo escrito, acabou apagando-o, por não compreender o que acorrera, pois fazia o “empréstimo” para o “1” e encontrava sempre o “12”. Após, olhou para as lâmpadas e janelas da sala de aula e resolveu a questão. Ele fez uma associação, pois as quatro janelas e as oito lâmpadas da sala de aula formavam o total de doze elementos. Associou os brinquedos fora da caixa ao número de janelas e os brinquedos dentro da caixa ao número de lâmpadas. Assim, ao contar as lâmpadas, respondeu à questão corretamente.

Na sexta questão, do mesmo modo que na quinta, na (E1) não foi possível calcularmos o percentual de estratégias com contagem para frente, mental ou forma decrescente.

Nos pós-testes, na sexta questão, na (E1), ainda, alunos, da mesma forma como no pré-teste, ao ouvirem a expressão “ganhou da vovó”, optaram pela operação de adição (Figura 31a). Essa opção ocorreu nos grupos experimentais A e B e no grupo controle. Além disso, na (E1), foram observadas duas formas de registros na opção pela operação de subtração: uma com riscos em dois doces no terceiro quadro da história; outra, com oito palitinhos representados na página do bloco, com dois desses destacados/separados.

No grupo controle, verificamos que não houve opção pela (E3), nas questões 5 e 6, pois não constatamos registros com cálculo numérico para resolução das situações-problema inversos nos blocos aplicados. No entanto, nesse grupo, constatamos respostas com registro zero (Figura 31b) nos pós-testes 1 e 2, na sexta questão.

Figura 31 – Estratégia Utilizada para a Questão 6

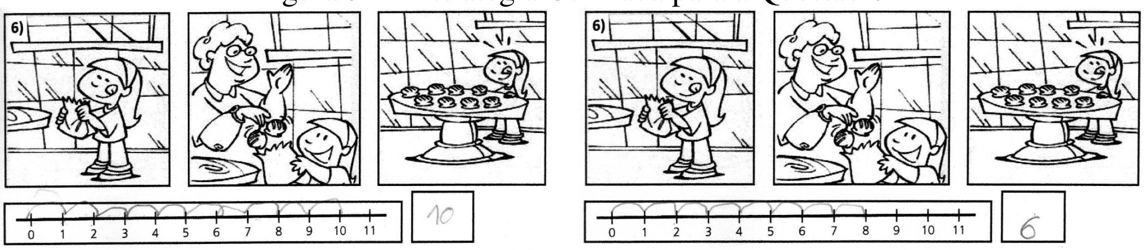


(a) (b)

Fonte: pós-teste 1

Em uma das oito turmas do grupo experimental B, verificamos que os alunos utilizaram a (E4) na questão 6. Isso ocorreu na turma, cuja professora questionou, durante a formação continuada, a forma de uso da reta numérica e que, posteriormente, relatou experiência desenvolvida em sala de aula quanto ao uso desse recurso. Apesar disso, os alunos apresentaram tanto resposta incorreta (Figura 32a) como correta (Figura 32b). Constatamos, portanto, que o uso de uma determinada estratégia não garante a compreensão da operação inversa. Isso ocorreu nos dois pós-testes.

Figura 32 – Estratégia Utilizada para a Questão 6



(a) (b)

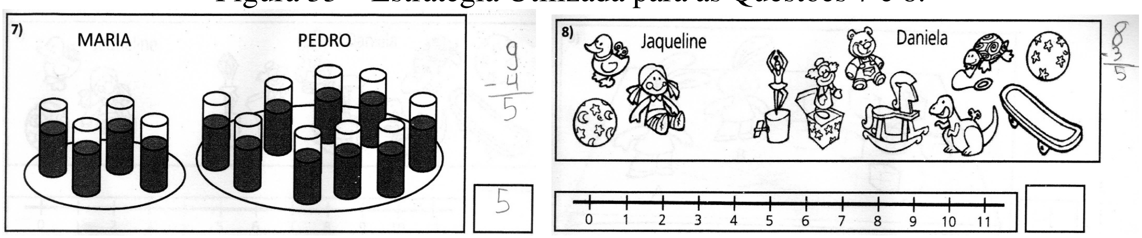
Fonte: pós-teste 1

Na subárea 4, nas questões 7 e 8, em relação às estratégias[50] utilizadas no pré-teste, constatamos que nos pós-testes que os alunos dos grupos experimentais A e B usaram, além das estratégias iniciais/simples, o cálculo numérico (E3) para a resolução dos problemas comparativos (Figura 33a e Figura 33b).

---

[50] Estratégias empregadas no pré-teste: (E1) contagem, (E2) contagem com representação de risquinhos e (E4) reta numérica.

Figura 33 – Estratégia Utilizada para as Questões 7 e 8.

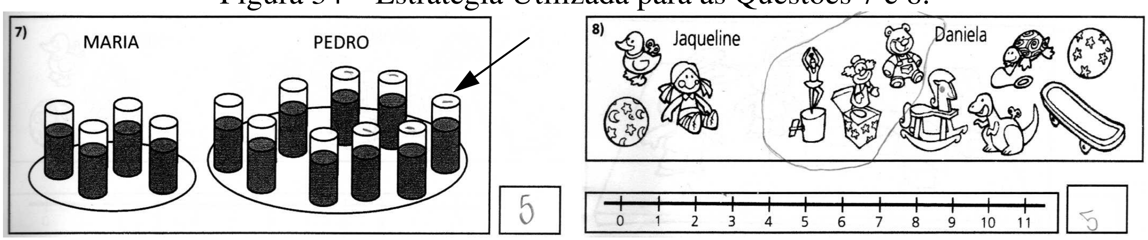


(a) (b)

Fonte: pós-teste 1

Nas questões 7 e 8, na (E2) verificamos os seguintes registros: de “X”; de “riscos”, como na Figura 34a; de uma linha curva, conforme Figura 34b; e de enumeração dos elementos, com os números 1, 2, 3, e 4. Os registros indicam os elementos “a mais” (Figura 34a) ou os elementos a serem retirados (Figura 34b).

Figura 34 – Estratégia Utilizada para as Questões 7 e 8.



(a) (b)

Fonte: pós-teste 1

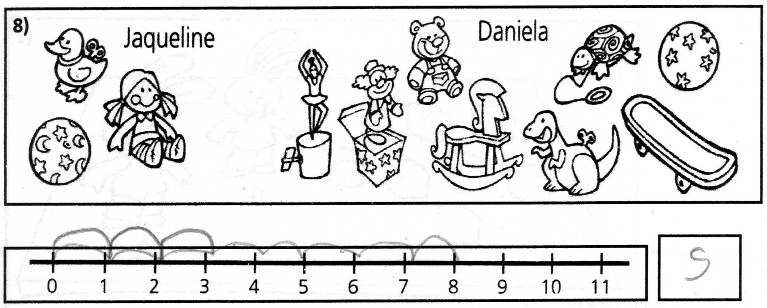
Na resolução dessas questões, verificamos, ainda, a contagem dos dedos, tanto do total dos elementos do segundo conjunto[51], como na adição dos elementos dos dois conjuntos. Outrossim, com uma mão, os alunos cobriram os elementos do segundo conjunto, relativos às quantidades de elementos do primeiro, e contaram os elementos restantes, apontando um-a-um com o uso do dedo da outra mão.

Na oitava questão, além das estratégias da questão 7, constatamos o uso da (E4), a reta numérica. Convém salientar que verificamos o uso dessa estratégia em uma das oito turmas do grupo experimental B (Figura 35), conforme já citado anteriormente. Os alunos que optaram pela (E4) utilizaram tanto a operação de subtração, quanto a operação de adição; logo, o uso da estratégia em si não garantiu o acerto da questão, isto é, não garantiu a

[51] A contagem do total dos elementos da bandeja de Pedro (questão 7) e brinquedos da Daniela (questão 8).

compreensão do uso da operação inversa entre adição e subtração, em situação-problema de comparação.

Figura 35 – Estratégia Utilizada para a Questão 8



Fonte: pós-teste 2

5.8.1.3 Estratégias para Raciocínio Multiplicativo

Na subárea 5, além das estratégias[52] utilizadas no pré-teste, constatamos, nos pós-testes 1 e 2, para a questão 9, o uso do cálculo escrito (E5) e, para a questão 10, o uso da contagem com representação de algarismos (E3), o cálculo escrito com adição (E4) e o cálculo escrito com multiplicação (E5).

Verificamos, em ambos os grupos, aumento no percentual pela opção do cálculo mental (E7) nos pós-testes. Consideramos, para essa verificação, o número de alunos cujas páginas do bloco não continham nenhum registro. Dentre o percentual de opção por essa estratégia, não foi possível observar a recuperação de fatos básicos da memória.

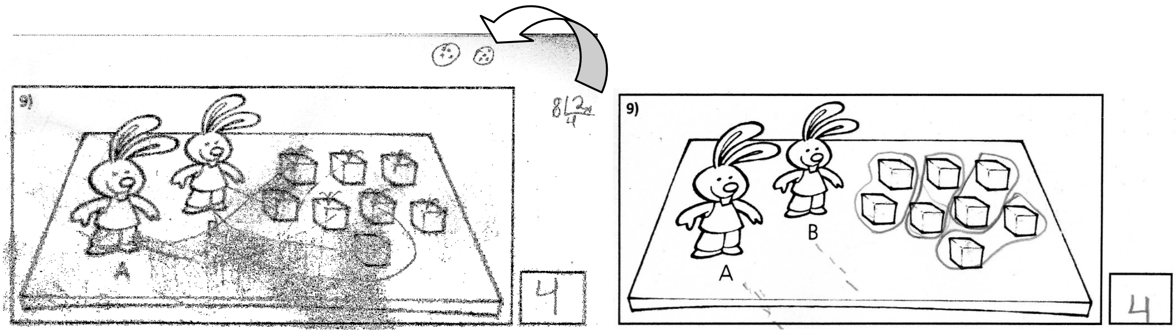
Observamos na (Figura 36a), que o aluno usou, inicialmente, estratégias iniciais/simples, na resolução da questão 9, como ligar os docinhos aos coelhos (E1), mas, em seguida, passou a usar uma estratégia econômica (E5), o cálculo escrito com a distribuição nos conjuntos.

Na questão 9, nos pós-testes 1 e 2, aplicados ao grupo experimental B, constatamos na (E3) uma nova forma de distribuição, realizada de dois em dois elementos (Figura 36b). Como hipótese para o uso dessa estratégia, temos o ensino da multiplicação e divisão por 2.

[52] Estratégias utilizadas para a resolução da questão 9 no pré-teste: (E1) ligar os elementos, (E2) enumerar os elementos com A/B e números de 1 a 4, (E3) distribuição um a um, (E4) agrupamento, (E6) cortes sucessivos com metades e (E7) cálculo mental. Estratégias utilizadas para a resolução da questão 10 no pré-teste: (E1) contagem e (E2) contagem com representação de risquinhos.

Constatamos, ao compararmos os grupos, que no grupo controle não houve registro de cálculo numérico na questão 9, nos pós-testes 1 e 2.

Figura 36 – Estratégia Utilizada para a Questão 9



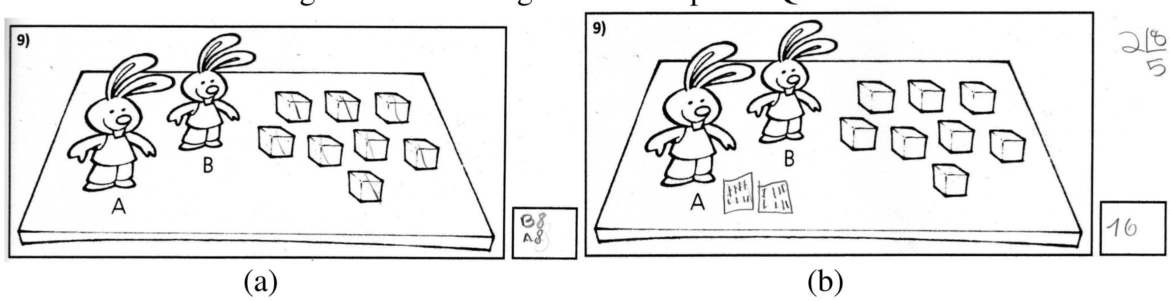
(a) (b)

Fonte: pós-teste 1

Verificamos que, nos dois pré-testes, um menor número de alunos, em relação ao pré-teste, partiu o retângulo ao meio e escreveu “A 4” e “B 4” (Figura 18b, página 106). Essa representação mostra que esses alunos não compreendem um aspecto básico da divisão: que a relação quociente por divisor é constante. Isso ocorreu tanto nos grupos experimentais A e B quanto no grupo controle.

Embora tenha sido explicado, nas instruções, que os coelhos deveriam receber os docinhos inteiros, alunos de ambos os grupos, em número reduzido, se comparado ao pré-teste, continuaram a dividir os doces ao meio, com distribuição das metades. Essa distribuição levou ao registro de oito metades para cada coelho (Figura 37a). Já outros alunos somaram as metades e registraram 16 (Figura 37b). Cabe destacar que o aluno, conforme a Figura 37b, tentou fazer o cálculo escrito.

Figura 37 – Estratégia Utilizada para a Questão 9



(a) (b)

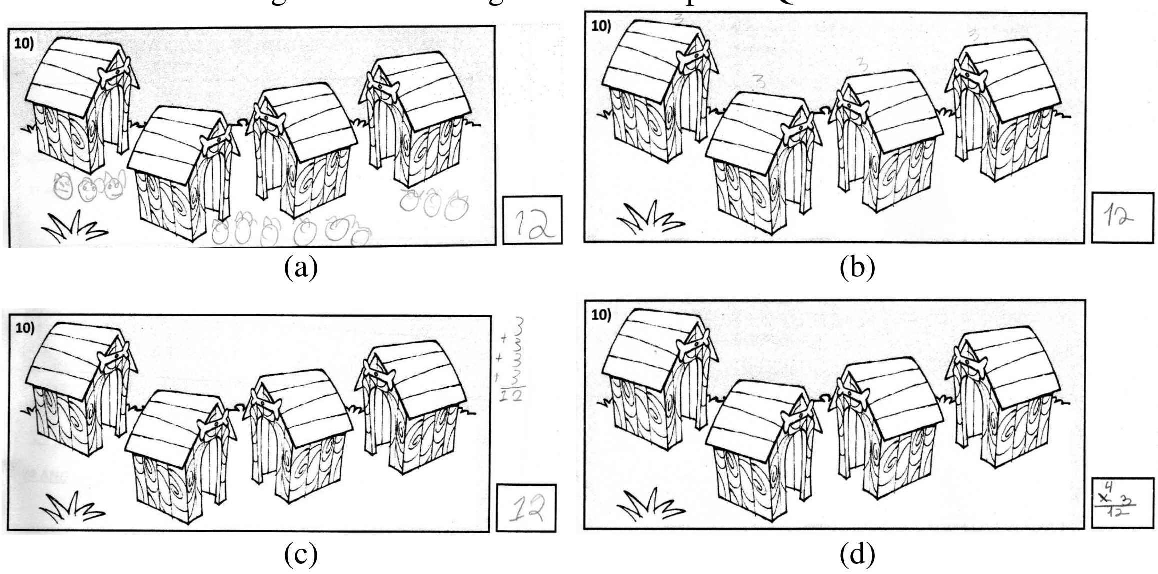
Fonte: pós-teste 1

Na décima questão, na (E1), na contagem nos dedos, não observamos contagem em forma de adição repetida ou de multiplicação. Para o cálculo do percentual de uso dessa estratégia consideramos a página da questão sem registros de estratégias e a observação direta, durante a aplicação dos blocos, pois constatamos que os alunos contavam nos dedos. Todavia, com o número expressivo de escolhas pela (E1), acreditamos que os alunos possam ter realizado cálculo mental nessa estratégia, por recuperação de fatos da memória.

O percentual de alunos dos grupos experimentais A e B que utilizaram a (E2), no pós-teste 1 (Figura 38a), diminuiu em relação ao pré-teste. No grupo controle, o percentual de alunos que optaram pela (E2) no pós-teste 1 não difere do pré-teste.

Constatamos na (E3), nos pós-testes, que alunos dos grupos experimentais A e B passaram a substituir os desenhos (Figura 38a), em cada casa, pelos algarismos 3, 6, 9 e 12 ou, somente, pelo algarismo 3 (Figura 38b). No pós-teste 1 e 2, constatamos a opção pela (E4) e (E5) apenas nos grupos experimentais A e B (Figura 38c e Figura 38d).

Figura 38 – Estratégias Utilizadas para a Questão 10

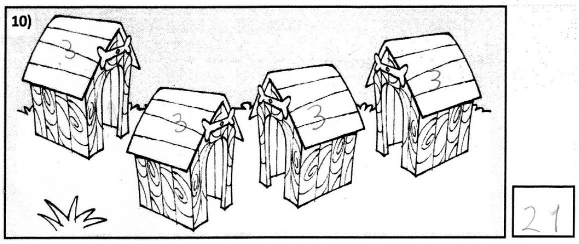


Fonte: pós-teste 1

Na (E4), o uso do algarismo 3 levou alunos dos grupos experimentais A e B a cometerem erros, pois eles se equivocaram quanto ao número de replicações, com uma parcela a mais ou a menos no cálculo, (3+3+3) ou (3+3+3+3+3). Logo, nem todos que usaram a (E4) acertaram a questão.

Mesmo com o uso de estratégias mais econômicas nos pós-testes 1 e 2, ainda constatamos casos de troca de algarismos na representação do numeral 12. Embora o aluno soubesse que o resultado da questão era doze, pois escreveu “3” no telhado de cada casa (Figura 39), trocou a ordem dos algarismos, registrando “21” como “12”.

Figura 39 – Estratégia Utilizada para a Questão 10



Fonte: pós-teste 2

5.8.2 Desempenho dos Alunos

Apresentamos o resultado do desempenho dos alunos sob duas formas. Na primeira, mostramos o percentual de alunos, por grupo, que responderam corretamente a cada questão, nos três blocos aplicados (Quadro 12). Na segunda, mostramos a média de acertos, nas cinco subáreas, conforme conceitos avaliados (Quadro 13).

Quadro 12 – Resultado em Percentual de Alunos com Acertos por Questões

Grupos	Blocos	Questões									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Experimental A (93 alunos)	Pré-teste	49,15	40,91	92,77	78,85	73,82	63,30	49,86	47,18	82,02	80,87
	Pós-teste 1	72,91	61,22	98,81	88,54	77,62	77,58	58,19	51,63	84,97	84,36
	Pós-teste 2	74,42	68,10	100,00	87,40	78,09	83,17	62,69	65,07	90,13	83,21
	Diferença entre pré-teste e pós-teste 1	23,76	20,31	6,04	9,69	3,80	14,27	8,33	4,45	2,94	3,49
	Diferença entre pós-teste 1 e pós-teste 2	1,50	6,88	1,19	-1,14	0,47	5,59	4,50	13,44	5,16	-1,14
Experimental B (121 alunos)	Pré-teste	53,09	42,94	87,28	71,85	62,71	66,95	52,69	54,11	86,91	74,42
	Pós-teste 1	83,68	64,54	96,24	92,58	77,41	81,33	71,30	66,26	92,49	90,04
	Pós-teste 2	89,03	69,84	98,13	90,71	77,99	83,12	71,60	71,52	95,76	88,48
	Diferença entre pré-teste e pós-teste 1	30,60	21,60	8,96	20,73	14,70	14,38	18,60	12,15	5,58	15,62
	Diferença entre pós-teste 1 e pós-teste 2	5,35	5,30	1,88	-1,87	0,58	1,78	0,31	5,26	3,26	-1,56
Controle (34 alunos)	Pré-teste	44,21	30,35	81,40	65,44	48,25	47,72	19,12	24,39	79,47	60,18
	Pós-teste 1	60,18	45,61	96,67	58,77	61,58	56,84	32,98	36,32	72,11	74,04
	Pós-teste 2	72,11	54,91	100,00	85,44	66,14	64,21	49,65	55,61	93,33	76,67
	Diferença entre pré-teste e pós-teste 1	15,96	15,26	15,26	-6,67	13,33	9,12	13,86	11,93	-7,37	13,86
	Diferença entre pós-teste 1 e pós-teste 2	11,93	9,30	3,33	26,67	4,56	7,37	16,67	19,30	21,23	2,63

Fonte: dados da pesquisa

No Quadro 12, observamos que, para os grupos experimentais A e B, os menores percentuais de acertos ocorreram nas questões 1 e 2, com composição aditiva em tarefas de compra, e nas questões 7 e 8, com situações-problema por comparação, com a pergunta “quantos a mais?”. Esse percentual vem ao encontro dos relatos orais e escritos dos professores, proferidos durante a formação, sobre as dificuldades apresentadas pelos alunos. O maior percentual de acertos ocorreu nas questões 3 e 4, envolvendo raciocínio aditivo, com situações-problema simples, de relação entre o todo e suas partes, com redução e aumento de quantidade. Nas questões 9 e 10, no pré-teste, os resultados mostram que o percentual de alunos que resolveram situações-problema de divisão é maior do que o de multiplicação.

Constatamos que, para o grupo controle, os menores percentuais de acertos também foram para as questões 1, 2, 7 e 8 no pré-teste. No pós-teste 1, nas questões 4 e 9, houve redução no percentual de acertos; na questão 3, a diferença entre o pré-teste e o pós-teste 1 é superior à diferença dos demais grupos; enfim, não houve aumento de percentual de acertos em todas as questões, como nos grupos experimentais A e B.

Para a verificação da eficácia da formação continuada no desempenho dos alunos através dos pós-testes, a partir dos resultados das subáreas (Quadro 13) recorremos a ANOVA (*Analysis of Variance*) para medidas repetidas, seguida do teste de comparações múltiplas Bonferroni, quando necessário. Para a análise com ANOVA, elaboramos, com base no desempenho dos alunos, um quadro (APÊNDICE G) onde cada turma de 3º ano está representada por números de acordo com o grupo: o grupo experimental A está representado pelo numero 1; o grupo experimental B, pelo número 2; e o grupo controle C, pelo número 3. Os blocos aplicados estão representados pelos números 1 (pré-teste) 2 (pós-teste 1) e 3 (pós-teste 2). As 10 questões dos blocos estão representadas pela letra Q enumerada de 1 a 10, e as 5 subáreas, por conceitos avaliados, representadas pela letra A, enumerada de 1 a 5.Convém lembrar que se adotou nível de significância de 5%.

A seguir, após análise realizada, apresentamos os resultados no quadro 13, na média em percentual de acertos relativo à diferença entre o pré-teste e pós-teste 1 e entre o pós-teste 1 e o pós-teste 2. Destacamos os resultados significativos com '*' e os não significativos com 'ns', com base nos dados da Tabela 2.

Quadro 13 – Médias em Percentual de Acertos por Grupo nas Subáreas

Grupos	Blocos	Subáreas				
		1	2	3	4	5
Experimental A (93 alunos)	Pré-teste	45,03	85,81	68,56	48,52	81,45
	Pós-teste 1	67,07	93,68	77,60	54,91	84,66
	Pós-teste 2	71,26	93,70	80,63	63,88	86,67
	Diferença entre pré-teste e pós-teste 1	22,03*	7,86*	9,04ns	6,39ns	3,22ns
	Diferença entre pós-teste 1 e pós-teste 2	4,19ns	0,02ns	3,03ns	8,97ns	2,01ns

Experimental B (121 alunos)	**Pré-teste**	48,01	79,56	64,83	53,40	80,67
	Pós-teste 1	74,11	94,41	79,37	68,78	91,27
	Pós-teste 2	79,43	94,42	80,55	71,56	92,12
	Diferença entre pré-teste e pós-teste 1	26,10*	14,85*	14,54*	15,38*	10,60*
	Diferença entre pós-teste 1 e pós-teste 2	5,32ns	0,01ns	1,18ns	2,79ns	0,85ns
Controle (34 alunos)	**Pré-teste**	37,28	73,42	47,98	21,75	69,82
	Pós-teste 1	52,89	77,72	59,21	34,65	73,07
	Pós-teste 2	63,51	92,72	65,18	52,63	85,00
	Diferença entre pré-teste e pós-teste 1	15,61*	4,30*	11,23*	12,89*	3,25ns
	Diferença entre pós-teste 1 e pós-teste 2	10,61*	15,00ns	5,96*	17,98ns	11,93*

Fonte: dados da pesquisa

No grupo experimental A, a diferença em média na subárea 3 é maior do que na subárea 2, na qual há uma diferença significativa. Isso acontece pelo fato de a variabilidade ser maior na subárea 3. Não podemos olhar linearmente e isoladamente para a diferença em média, uma vez que, no cálculo da estatística de teste, são considerados também o tamanho da amostra e a variabilidade. Nesse caso, embora a diferença média, na subárea 3, seja maior do que a diferença média na subárea 2, essa última é mais precisa, porque apresenta menor variabilidade.

De maneira mais prática, podemos dizer que os percentuais de acertos na subárea 2 são mais homogêneos, isto é, os alunos apresentaram percentuais de acertos bastante próximos. Já, na subárea 3, os percentuais de acertos foram heterogêneos, de modo que alguns alunos tiveram percentuais altos e outros, percentuais baixos, o que faz a variabilidade ser maior. Assim, o impacto da variabilidade está refletindo no resultado da comparação entre as médias.

O mesmo aspecto da variabilidade acontece na diferença entre o pós-teste 1 e o pós-teste 2, no grupo controle, das subáreas 2 e 4. Além disso, o tamanho de amostra “reduzido”, no grupo controle, também pode estar contribuindo para a não significância.

Em relação ao aprendizado manter-se por seis meses, observamos que, no grupo controle, além de esse se manter, a média de acertos foi significativa em três subáreas. Há dois fatores que podem ter influenciado nos resultados, duas das limitações da pesquisa: o tamanho da amostra e o fato de os professores regentes do 3º ano, do grupo controle, continuarem com regência no 4º ano, no ano letivo de 2012. Para o segundo fator, como hipótese, temos a opção da escola pela realização da recuperação paralela no 4º ano, relacionada aos conceitos e habilidades matemáticas que não foram desenvolvidos no 3º ano.

Na Tabela 2 destacamos em amarelo os resultados considerados estatisticamente significativos.

Tabela 2 – Descrição do Número Médio de Acertos por Bloco nos Grupos

Grupos	Blocos	Média	Desvio Erro	IC (95%)		Valor-p[&]	Valor-p[#]
Composição Aditiva							
	Pré-teste	4,50	0,46	3,61	5,40		
Experimental A	Pós-teste 1	6,71	0,54	5,64	7,77	<0,001	0,309
	Pós-teste 2	7,13	0,22	6,70	7,55		
	Pré-teste	4,80	0,61	3,60	6,00		
Experimental B	Pós-teste 1	7,41	0,37	6,68	8,14	<0,001	0,217
	Pós-teste 2	7,94	0,35	7,25	8,64		
	Pré-teste	3,73	1,46	0,87	6,59		
Controle	Pós-teste 1	5,29	0,91	3,50	7,08	<0,004	<0,001
	Pós-teste 2	6,35	0,72	4,94	7,76		
Raciocínio Aditivo Simples							
	Pré-teste	8,58	0,17	8,25	8,91		
Experimental A	Pós-teste 1	9,37	0,24	8,89	9,85	<0,001	0,988
	Pós-teste 2	9,37	0,16	9,06	9,68		
	Pré-teste	7,96	0,33	7,31	8,60		
Experimental B	Pós-teste 1	9,48	0,16	9,16	9,80	<0,001	0,837
	Pós-teste 2	9,44	0,16	9,13	9,75		
	Pré-teste	7,34	0,95	5,48	9,20		
Controle	Pós-teste 1	7,77	1,02	5,78	9,77	<0,001	0,157
	Pós-teste 2	9,27	0,04	9,19	9,36		
Raciocínio Aditivo Inverso							
	Pré-teste	6,86	0,51	5,86	7,85		
Experimental A	Pós-teste 1	7,76	0,20	7,37	8,15	0,111	0,441
	Pós-teste 2	8,06	0,33	7,42	8,71		
	Pré-teste	6,48	0,40	5,71	7,26		
Experimental B	Pós-teste 1	7,94	0,23	7,49	8,39	<0,002	0,651
	Pós-teste 2	8,06	0,23	7,60	8,51		
	Pré-teste	4,80	0,33	4,15	5,44		
Controle	Pós-teste 1	5,92	0,65	4,64	7,20	<0,001	<0,001
	Pós-teste 2	6,52	0,60	5,34	7,70		
Raciocínio Aditivo Comparação							
	Pré-teste	4,85	0,81	3,26	6,44		
Experimental A	Pós-teste 1	5,49	0,47	4,58	6,41	0,334	0,144
	Pós-teste 2	6,39	0,45	5,52	7,26		
	Pré-teste	5,34	0,30	4,75	5,93		
Experimental B	Pós-teste 1	6,88	0,60	5,71	8,05	<0,001	0,253
	Pós-teste 2	7,16	0,51	6,16	8,16		
	Pré-teste	2,18	1,07	0,08	4,27		
Controle	Pós-teste 1	3,46	1,27	0,97	5,96	<0,001	0,098
	Pós-teste 2	5,26	0,19	4,90	5,63		
Raciocínio Multiplicativo							
	Pré-teste	8,14	0,41	7,34	8,95		
Experimental A	Pós-teste 1	8,47	0,41	7,65	9,28	0,426	0,667
	Pós-teste 2	8,67	0,21	8,25	9,08		
	Pré-teste	8,07	0,23	7,62	8,52		
Experimental B	Pós-teste 1	9,13	0,11	8,90	9,35	<0,001	0,628
	Pós-teste 2	9,21	0,15	8,93	9,50		
	Pré-teste	6,98	0,46	6,08	7,88		
Controle	Pós-teste 1	7,31	1,16	5,03	9,58	0,643	<0,001
	Pós-teste 2	8,50	1,06	6,42	10,58		

& Significância associada à comparação múltipla LSD, pré-teste e pós-teste 1.
# Significância associada à comparação múltipla LSD, pós-teste 1 e pós-teste 2.

Fonte: dados da pesquisa

Para a composição aditiva houve diferença significativa nos três grupos, experimental A, experimental B e controle, entre o pré-teste e o pós-teste 1, com o desempenho, em média, melhor no pós-teste 1. Quanto à comparação entre pós-teste 1 e pós-teste 2, houve diferença significativa somente no grupo controle, com desempenho médio melhor no pós-teste 2.

Em resolução de situações-problema simples, de relações entre o todo e suas partes, para o raciocínio aditivo, houve diferença significativa nos três grupos, experimental A, experimental B e controle, entre o pré-teste e o pós-teste 1, com o desempenho, em média, melhor no pós-teste 1. Na comparação pós-teste 1 e pós-teste 2, não houve diferença significativa.

Na resolução de problemas inversos de relação parte-todo, raciocínio aditivo, houve diferença significativa entre o pré-teste e o pós-teste 1 nos grupos experimental B e controle, com o desempenho, em média, melhor no pós-teste 1. Na comparação pós-teste 1 e pós-teste 2, houve diferença significativa somente no grupo controle, com desempenho médio melhor no pós-teste 2.

Em situações-problema de comparação, raciocínio aditivo, houve diferença significativa entre o pré-teste e o pós-teste 1, no grupo experimental B e no controle, com o desempenho, em média, melhor no pós-teste 1. Na comparação pós-teste 1 e pós-teste 2, não houve diferença significativa.

Para raciocínio multiplicativo, em situações-problema com distribuição equitativa e correspondência um-a-muitos, houve diferença significativa entre o pré-teste e o pós-teste 1 somente no grupo experimental B, com o desempenho, em média, melhor no pós-teste 1. Na comparação pós-teste 1 e pós-teste 2, houve diferença significativa somente no grupo controle, com desempenho melhor, em média, no pós-teste 2.

Na tabela 3, apresentamos os dados para análise da comparação do pós-teste 1 entre os grupos. Não descrevemos a análise referente ao raciocínio aditivo simples e ao raciocínio multiplicativo por não haver diferenças significativas entre os grupos.

Na comparação do pós-teste 1 entre os grupos experimental A, experimental B e controle, constatamos que há uma diferença significativa no aspecto composição aditiva, raciocínio aditivo inverso e raciocínio aditivo com comparação.

No aspecto composição aditiva, o desempenho dos alunos no pós-teste 1 foi melhor, em média, no grupo experimental B em relação ao grupo controle. O grupo experimental A não difere significativamente do grupo controle, bem como, o grupo experimental A e o grupo experimental B não diferem entre si.

Tabela 3 – Comparação Pós-teste 1 entre os Grupos

Grupo	Média	Desvio Erro	IC (95%)	
Composição Aditiva				
Experimental A	6,71	0,54	5,64	7,77
Experimental B	7,41£	0,37	6,68	8,14
Controle	5,29	0,91	3,50	7,08
Raciocínio Aditivo Simples				
Experimental A	9,37	0,24	8,89	9,85
Experimental B	9,48	0,16	9,16	9,80
Controle	7,77	1,02	5,78	9,77
Raciocínio Aditivo Inverso				
Experimental A	7,76&	0,20	7,37	8,15
Experimental B	7,94£	0,23	7,49	8,39
Controle	5,92	0,65	4,64	7,20
Raciocínio Aditivo Comparação				
Experimental A	5,49	0,47	4,58	6,41
Experimental B	6,88£	0,60	5,71	8,05
Controle	3,46	1,27	0,97	5,96
Raciocínio Multiplicativo				
Experimental A	8,47	0,41	7,65	9,28
Experimental B	9,13	0,11	8,90	9,35
Controle	7,31	1,16	5,03	9,58

Significância associada à comparação múltipla LSD (p<0,05), AxB
& Significância associada à comparação múltipla LSD (p<0,05), AxControle
£ Significância associada à comparação múltipla LSD (p<0,05), BxControle
Fonte: dados da pesquisa

No raciocínio aditivo inverso verificamos melhor desempenho médio dos alunos do grupo experimental A e, também, do grupo experimental B, no pós-teste 1, em relação ao grupo controle. O desempenho entre os grupos experimentais A e B não difere significativamente.

Para o raciocínio aditivo comparativo, houve diferença significativa entre o desempenho médio dos alunos do grupo experimental B e do grupo controle, com o melhor desempenho observado no grupo experimental B. O grupo experimental A não difere significativamente do grupo controle, assim como, o grupo experimental A e o grupo experimental B não diferem entre si.

6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para analisarmos os dados, retomamos o problema de pesquisa e o objetivo geral, bem como os objetivos específicos. No problema de pesquisa, questionamos o efeito significativo de um programa de formação continuada para os professores em exercício, no desempenho dos alunos do 3º ano do Ensino Fundamental, a ponto de se manter por seis meses. No objetivo geral, definimos os conceitos matemáticos iniciais, sistematizados no início da escolarização, para a avaliação do desempenho dos alunos. Os conceitos englobam as relações numéricas quanto à composição aditiva, raciocínio aditivo e raciocínio multiplicativo.

Diante de tal questão e do objetivo geral, propusemos o seguinte: verificar o conhecimento dos professores sobre as relações numéricas, antes e depois da formação continuada, com aplicação de um questionário e de uma ficha de autoavaliação; desenvolver um programa de formação continuada de professores, de curta duração, com atividades para conhecer e vivenciar estratégias metodológicas envolvendo relações numéricas, no campo aditivo e multiplicativo; e verificar o desempenho dos alunos, antes e após a formação dos professores, e a manutenção dos resultados alcançados.

Para analisarmos a influência da formação continuada, organizamos três seções secundárias, sendo elas: evolução das estratégias, desempenho dos alunos por subárea avaliada e formação continuada de professores.

6.1 EVOLUÇÃO DAS ESTRATÉGIAS

Ao analisarmos o desempenho dos alunos nos blocos, buscamos descrever a evolução das estratégias usadas pelos alunos na resolução das situações-problema, bem como a influência da formação continuada nessa evolução. Diante disso, ressaltamos que a análise está fundamentada na ideia de que a formação continuada de professores é um ponto de partida para reflexão entre o saber da área, o saber da experiência do professor, que é construída na prática, e o da didática (MIRANDA; SILVA, 2011). Desse modo, pode vir a auxiliar na orientação da prática docente que possibilite ao aluno construir e reconstruir conceitos (PINTO, 2000).

As estratégias iniciais/simples utilizadas pelos alunos dos grupos experimentais e do grupo controle, no pré-teste, como a contagem dos dedos, dos materiais manipulativos e/ou dos desenhos, evidenciam que os alunos continuam a usá-las, ao iniciarem a sistematização dos conteúdos que constituem o bloco “Números e Operações” (BRASIL, 1998) no ensino regular, nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Os alunos não usaram as estratégias econômicas, ensinadas na escola, quando aplicamos o "bloco das dez questões" no pré-teste. O não uso dessas estratégias econômicas também foi verificado nas pesquisas realizadas por Carraher, Carraher e Schiemann (1983, 1988), Carpenter e Moser (1984) Siegler e Jenkins (1989) Correa e Moura (1997). De acordo com Brizuela (2006), as crianças inventam representações próprias durante o processo de compreensão de uma regra convencional e por meio da interação entre invenções e convenções desenvolvem o conhecimento matemático.

Frente ao uso das estratégias empregadas pelos alunos, o professor tem o papel de mediar a interação citada acima. Nesse sentido, os obstáculos no processo de evolução das estratégias, os erros e os equívocos permitem ao professor discutir, na formação continuada, a coerência das estratégias adotadas pelos alunos e, ainda, verificar se os erros e os equívocos ocorrem por simples distração ou dificuldade de raciocínio.

Com base nesse papel do professor, abordamos na formação continuada "de que maneira" e "com que intensidade" é possível disponibilizar situações para os alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental evoluírem, naturalmente, das estratégias iniciais/simples para as estratégias econômicas. Nessa abordagem, partimos de ações com representações icônicas, sistematizando-as com representações simbólicas.

Assim, os professores do grupo experimental A e do grupo experimental B participaram das atividades com representação icônica, usando base dez, moedas e cédulas, tampinhas e jogos. Também discutiram sobre conceito de número, representação de quantidades, valor posicional dos números, relações com as quantidades e dificuldades dos alunos quanto à representação simbólica dos números. Também, foram desafiados à resolução de situações-problema, primeiramente, com uso de estratégias iniciais/simples usando material manipulativo, seguido de representação simbólica, com reflexões sobre cálculo relacional e cálculo numérico, ofertado para os grupos experimentais A e B. Essas reflexões são fundamentais para a aquisição dos saberes docentes, os quais, para Tardif (2000) e Tardif e Lessard (2008), são construídos em função dos contextos de trabalho, tanto nos primeiros anos de prática como durante a vida profissional.

Verificamos, por meio dos registros das fichas de autoavaliação, que essa reflexão foi realizada pelos professores do grupo experimental B e influenciou na evolução das estratégias iniciais/simples às econômicas. Essa influência está relacionada às habilidades desenvolvidas culturalmente, como a realização de operações com uso de algoritmos. Essas habilidades são consideradas por Geary (1995), Dehaene (1997) e Devlin (2000), como biologicamente secundárias, sendo desenvolvidas mediante educação formal na escola. Griffin (2007) refere que as estratégias complexas, consideradas nessa pesquisa como econômicas, precisam ser ensinadas na escola, ideia da qual também compartilha Van De Walle (2009). Para esse ensino, de acordo com Nunes e Bryant (1997) e Nunes et al. (2009), o ponto de partida deve ser o nível conceitual do aluno.

Por isso, a essência das reflexões na formação continuada, ofertada aos professores dos grupos experimentais A e B, foi o nível conceitual dos alunos, com base no pré-teste, em especial, nas estratégias usadas na resolução das questões. A partir de evidências do conhecimento prévio dos alunos, oportunizamos atividades práticas para os professores e reflexões sobre as mesmas, de tal forma que os auxiliassem a propor desafios para que os alunos evoluíssem em suas estratégias.

Os professores, ao possibilitarem, a partir do processo ensino-aprendizagem na escola, reflexões sobre procedimentos, argumentações sobre formas de organização e novas relações e confronto dos registros, propiciaram aos alunos o conhecimento de diferentes estratégias (BRASIL, 1998). Verificamos que essas estratégias foram usadas pelos alunos nos pós-testes 1 e 2, nos grupos A e B, com maior impacto no grupo experimental B, embora com um percentual não superior a 12%. Portanto, em relação à influência da formação continuada na evolução das estratégias, o grupo experimental B apresentou melhor evolução. No entanto, em termos quantitativos, o percentual de alunos que não conquistou autonomia para optar por estratégias mais econômicas, em ambos os grupos, experimentais e controle, pode ser considerado alto. Esse resultado evidencia que no início da escolarização, as estratégias empregadas na resolução de situações-problema, em geral, são próprias dos alunos e estão relacionadas às experiências cotidianas. Schliemann (1986) refere que isso ocorre porque os alunos apresentam dificuldades em transpor os conhecimentos matemáticos que aprendem na escola para resolver situações-problema em um contexto prático. De acordo com Siegler e Jenkins (1989) as estratégias econômicas são usadas quando o aluno entende em que tipo de situações-problema pode aplicá-las. Para esse problema de transposição dos conhecimentos, a legislação vigente para a Educação Básica propõe a contextualização dos conteúdos.

Apesar de as situações-problema dos blocos conterem ilustrações que favoreciam a contagem, com o uso do cálculo numérico na resolução dos problemas nos pós-testes, verificamos que houve empenho dos professores em proporcionar situações para que os alunos pudessem conhecer diferentes estratégias, estabelecer relações e confrontos para optar pelas mais rápidas. Vale lembrar que o ensino intencional e orientado das estratégias econômicas é proposto pelos PCNs (1997), referido por Griffin (2007) e por Van De Walle (2009). As estratégias econômicas tornam-se essenciais na resolução de problemas com números com mais de dois dígitos, nos anos subsequentes ao 3º ano do Ensino Fundamental (VAN DE WALLE, 2009). Isso foi referido, em razão de que as operações com números com mais de dois dígitos exigem estratégias mais avançadas em relação às iniciais/simples, por essas serem mais eficientes e rápidas.

Em relação ao emprego das estratégias inicias/simples, constatamos que a contagem com um elemento a menos, na resolução de problemas, foi muito mais frequente, se comparada com a contagem com um elemento a mais. A hipótese que levantamos é que os alunos usam o "dedão contador" para contar os demais dedos e se esquecem de incluí-lo na contagem. Diante dessa constatação, questionamos se o equívoco de um elemento a menos, nessa estratégia, é consequência do ensinado da contagem na escola; se os alunos fazem a contagem dessa forma por utilizarem conhecimentos prévios, advindos de experiências cotidianas; ou ainda se o fato está relacionado a problemas de organização das sequências sucessivas, de modo que recitam mais rápido, oralmente, a sequência numérica do que apontam, com o dedo, cada elemento do conjunto. Na busca da superação desse equívoco, pelas orientações contidas nos PCNs (BRASIL, 1998), o professor é o mediador desse processo.

As estratégias utilizadas pelos alunos do grupo controle nos pós-testes, praticamente, mantiveram-se as mesmas utilizadas no pré-teste. Portanto, as evidências mostram que a não participação dos professores, desse grupo, nas reflexões realizadas na formação continuada, em torno de como os professores podem mediar o processo ensino-aprendizagem, manteve as opções dos alunos por estratégias iniciais/simples. Verificamos, pelas estratégias empregadas pelos alunos, que não houve evoluções, pois não constam registros de estratégias econômicas nos blocos. Observamos que, mesmo com estratégias iniciais/simples, o percentual de erros (APÊNDICE H) em questões como 1, 2, 5, 6, 7, 8 e 10 foi expressivo. Nunes e Bryant (1997) afirmam que, para usar a contagem corretamente, conectando-a com o propósito da atividade, faz-se necessário construir sentidos de números, pois contar e entender o significado dos números são processos diferentes. Por essa razão, o erro não seria por distração ou falta de treinamento, aspecto que é apontado por Davis e Espósito (1990).

As estratégias em si não garantem respostas corretas em situações-problema. Os equívocos que persistiram no pós-teste 2, no 4º ano de escolarização, apontam que esses alunos ainda não compreendem certos conceitos, embora saibam contar. Por exemplo, os alunos com equívocos em conceitos relacionados à operação inversa consideraram os elementos do segundo conjunto, nas questões 7 e 8, em situações-problema com comparação com a pergunta "quantos a mais". Pelas estratégias utilizadas, pode-se verificar se os erros são de procedimentos, construtivos, por limites na estrutura do pensamento ou, ainda, por obstáculo didático. Na questão 7 do pré-teste (Figura 17a e Figura 17b), temos exemplos de erros construtivos, porque a estrutura de pensamento que o aluno possuía até então não era suficiente para a resolução da situação-problema, por dificuldades de compreensão dos dados da questão. Independentemente da estratégia escolhida, inicial/simples ou econômica, não utilizou a operação adequada.

Os percentuais de erros apresentados pelos alunos dos grupos experimentais e de controle, no pós-teste 1 e 2, nas subáreas, comprovam que o ensino das estratégias não é suficiente para a construção de conceitos. Embora tendo utilizado estratégias tanto iniciais/simples como econômicas, os alunos não conseguiram solucionar situações-problema, por não estarem numeralizados, isto é, não conseguiram pensar matematicamente as situações. Para que isso ocorra, faz-se necessário conhecer as regras embasadas na lógica do número, aprender o sistema de numeração convencional e usar o pensamento de forma significativa e apropriada em situações-problema (NUNES; BRYANT, 1997). Para Vergnaud (1996), os alunos conseguem aprender um conceito ao combinar três conjuntos interdependentes, ou seja, relacionando-o a diversas situações, a significados aprendidos e representando-o através de simbolizações. A compreensão de conceitos e as evoluções quanto ao uso de estratégias adequadas se complementam. Consideramos que as etapas da Teoria das Situações Didáticas, proposta por Brousseau (1998), podem auxiliar os professores na conquista da qualidade do processo de aquisição dos conceitos iniciais matemáticos, por parte dos alunos.

Para Vergnaud (1996) e Nunes e Bryant (1997), escolher a operação aritmética correta para ser utilizada em uma situação-problema depende do processo de raciocínio que possibilita estabelecer relações entre cálculo relacional e cálculo numérico. Logo, noções como composição aditiva, raciocínio aditivo e raciocínio multiplicativo, de domínio cognitivo, precisam ser sistematizadas no contexto escolar.

6.2 DESEMPENHO DOS ALUNOS POR SUBÁREA AVALIADA

Para verificarmos o desempenho dos alunos dos grupos experimentais A e B e do grupo controle, comparamos os três blocos. Constatamos que, no pré-teste, em todos os grupos, houve maior percentual de acertos nas questões 3 e 4, que envolviam raciocínio aditivo em situações-problema, com noções de adição e subtração com aumento e redução de quantidades, e nas questões 9 e 10, em situações-problema de raciocínio multiplicativo. Na sequência, o maior percentual de acertos ocorreu nas questões 5 e 6, de raciocínio aditivo em situações-problema inversos, de relação parte-todo. Já o menor percentual de acertos ocorreu nas questões 1 e 2, de composição aditiva em situações-problema com tarefas de compra, e nas questões 7 e 8, de raciocínio aditivo em situações-problema de comparação. Verificamos que os resultados encontrados no pré-teste corroboram achados de pesquisas realizadas por Nunes e Bryant (1997) e Nunes et al. (2009) e avaliação em larga escala como SAERS (RIO GRANDE DO SUL, 2008 e 2009). Portanto, optamos por analisar a influência da formação continuada no desempenho dos alunos por subárea avaliada.

Na subárea 1, composição aditiva, representada nas questões 1 e 2, com tarefas de compra, com base no pós-teste, constatamos que 33% dos alunos do grupo experimental A, 25% do grupo experimental B e 47% do grupo controle não compreendem a estrutura decimal do sistema de numeração com base dez, ao término do 2º ano do Ensino Fundamental. Para Starepravo (2009), essa compreensão se relaciona à habilidade de resolver situações-problema em tarefas de compra. O autor ainda, ressalta que, nessas tarefas, faz-se necessário contar unidades de valores diferentes, coordenando-as numa quantia única. Nunes e Bryant (1997) também sugerem que a tarefa de compra é uma forma de verificar o nível conceitual dos alunos quanto à composição aditiva, bem como proporcionar a compreensão da mesma. Por isso, durante a formação continuada foram disponibilizados quatro encontros para reflexão sobre essa subárea. Verificamos que, embora nos três grupos a melhora no desempenho tenha sido significativa no pós-teste 1, o maior impacto ocorreu no grupo experimental B.

Em relação ao pós-teste 2, a melhora nos conceitos avaliados na subárea 1 foi significativa apenas no grupo controle, mas há duas limitações da pesquisa nesse grupo: o tamanho da amostra e a manutenção do professor regente do 3º ano no 4º ano. Souza (2006), ao abordar a formação continuada e a baixa qualidade do ensino, discute a incompetência técnica do professor, o descompromisso político e a atribuição da "culpa" pelo fracasso escolar ao professor. Sob essa perspectiva podemos argumentar que, no grupo controle, percebemos que, para superação da "incompetência", houve uma preocupação com uma ação prática condizente com as habilidades e competências esperadas para o período de escolarização, mas faltaram orientações didáticas quanto às evoluções das estratégias.

O desempenho dos alunos no pós-teste 2, na subárea 1, em composição aditiva com tarefa de compra, mostra que o percentual de alunos que não consegue fazer a conversão de unidades é elevado. Como a composição aditiva permite transformar o sistema de numeração em instrumento de pensamento e amplia a capacidade de raciocinar sobre as quantidades, (NUNES; BRYANT 1997), podemos afirmar, com base nos resultados, que, em média, 20%

dos alunos do grupo experimental B, 30% do grupo experimental A e 35% do grupo controle não têm compreensão da ideia de número, como instrumento de pensamento para solucionar problemas em tarefas de compra, ainda no 4º ano.

Na subárea 2, envolvendo raciocínio aditivo com situações-problema simples, de relação entre o todo e suas partes, constatamos melhor resultado no desempenho dos alunos, chegando a quase 95% de acertos no pós-teste 2. Os três grupos apresentaram percentual significativo quanto ao percentual na média de acertos no pós-teste 1; porém, o impacto maior foi no grupo experimental B. No pós-teste 2, não houve melhora significativa. Esse resultado mostra que o melhor desempenho no raciocínio aditivo foi na compreensão da adição/subtração como aumento/redução de quantidades. Nunes e Bryant (1997) afirmam que, na pré-escola, os alunos já são capazes de compreender uma medida de tamanho de um conjunto, porque concebem a adição como aumento e a subtração como redução de quantidades. Assim, resolvem situações-problema pela contagem dos dedos, de objetos ou de desenhos, mediante esquemas de juntar, retirar e por correspondência um-a-um (NUNES et al., 2009). Usam estratégias iniciais/simples, pois na perspectiva de computar um cálculo, é necessário relacionar um conceito adversas situações e significados aprendidos representando-o através de simbolizações, para, então, escolher a operação adequada e fazer uso do cálculo numérico (VERGNAUD, 1996).

Na subárea 3, com raciocínio aditivo com situações-problema inversos, de relação parte-todo, constatamos que o resultado do desempenho foi significativo no pós-teste 1 no grupo experimental B e no grupo controle. Todavia, o percentual de alunos que não compreendeu a relação inversa entre a adição e a subtração, no 4º ano, nos grupos experimentais A e B foi em torno de 20%, e no grupo controle, mesmo com resultado significativo no pós-teste 2, foi de 35%. Nunes et al. (2009) relatam que a compreensão da operação inversa é fundamental para a escolha do cálculo a ser usado na resolução de um problema de montante ausente. O êxito do resultado não está no uso de recursos manipulativos, como dedos, desenhos, entre outros, mas na representação de relações contextuais (VAN DE WALLE, 2009). Por isso, o autor refere que o uso de algoritmos tradicionais também deve fazer parte do “baú de ferramentas”. Esses algoritmos são essenciais, após os dois primeiros anos de escolarização, para a realização de cálculos com mais de três dígitos. Nessa subárea, como na subárea 1 e 4, os resultados, em percentual de erros por questões, conforme APÊNDICE H, mostram que os alunos devem ser envolvidos, de forma ativa, de tal forma que sejam levados a raciocinar para resolver os problemas, ao invés de, como afirma Canário (2006), imitar soluções dos professores. Isso deve ser feito a partir de atividades com registros dos processos de resolução, para que, posteriormente, professores e alunos considerem as estratégias empregadas, comparando-as, e em discussão, possam validá-las e institucionalizá-las (BROUSSEAU, 1998). Dessa forma, é possibilitada, aos alunos, a compreensão da representação do cálculo escrito (NUNES et al., 2009).

Na subárea 4, de raciocínio aditivo com situações-problema de comparação, verificamos que os alunos apresentaram pior desempenho em relação às demais subáreas nos pós-testes. Esses resultados são semelhantes aos de pesquisas realizadas por Nunes e Bryant (1997) e Nunes et al. (2009). Nas pesquisas desses autores, foi constatado que os alunos não conseguem, de imediato, raciocinar sobre as relações quantitativas, porque não há clareza a respeito do que fazer, visto que nada é somado ou retirado; todavia, eles precisam quantificar a comparação. Pelo pós-teste 2, os resultados do desempenho dos alunos nos mostram que cerca de 35% dos alunos do grupo experimental A, 30% do grupo experimental B e 48% do grupo controle, ainda no 4 º ano, compreendem a adição e a subtração com mudanças nas quantidades, não conseguindo quantificar a comparação. Embora o percentual na média do pós-teste 1 seja significativo para o desempenho dos alunos do grupo experimental B e do grupo controle, com impacto maior no grupo experimental B, as evidências quanto à permanência do erro revelam um obstáculo didático, devido a uma estagnação do processo de construção do conhecimento, por parte do aluno.

De acordo com Miranda e Silva (2011), o obstáculo didático surge no âmbito do planejamento do trabalho (ou na falta deste) a ser realizado em sala de aula. A organização do planejamento depende de como o professor compreende a matéria a ser ensinada, do modo com que elabora formas de ensiná-la e como define os conhecimentos quanto às maneiras de representá-la e formulá-la, para tornar o processo compreensível para os alunos (SHULMAN, 1986, 1987). Perrenoud, (2000) ressalta que, para trabalhar a partir das representações dos alunos, dos seus erros, faz-se necessário construir e planejar dispositivos didáticos. Tardif (2000) afirma que esses saberes são construídos através do tempo. Logo, a formação continuada é um tempo para a construção de saberes docentes relativos a categoria dos conteúdos pedagogizados, que, de acordo com Shulman (1986 e 1987), se referem aos conhecimentos sobre os modos de representar e formular situações para tornar o processo compreensível aos alunos.

Constatamos que a abordagem da subárea 4, de situações-problema com comparação com a pergunta “quantos a mais”, em apenas uma oficina, não foi suficiente para a construção dos saberes docentes. Isso pode ter contribuído para os resultados encontrados, pois os saberes docentes são situados em função de uma situação particular de trabalho. Os saberes ganham sentido em função dos contextos de trabalho, e não em função de potencial de transferência e de generalizações (TARDIF; LESSARD, 2008). Vale lembrar que para Geary (1995), as habilidades cognitivas humanas secundárias adquiridas culturalmente exigem esforços e ocorrem mediante educação formal, de forma lenta.

Quanto ao desempenho dos alunos, na subárea 5, raciocínio multiplicativo, os resultados do pré-teste foram em torno de 80% para os grupos experimentais A e B, e de 70% para o grupo controle. Esses resultados evidenciam que esse raciocínio, como afirmam Nunes e Bryant (1997) Nunes e Park (2001) Nunes et al. (2009) e Vergnaud (1996), é independente do aditivo, e que os alunos já têm desenvolvidos esquemas de ação por correspondência um-para-muitos e por distribuição, antes de o ensino de multiplicação e de divisão ser sistematizado na escola. Os resultados mostram que os alunos apresentam conhecimentos prévios advindos de experiências do cotidiano, os quais possibilitaram a resolução das questões do bloco com uso de estratégias iniciais/simples. Nunes et al. (2009) afirmam que as crianças, no início da escolarização, entre 5 e 7 anos, já conseguem resolver problemas de multiplicação e de divisão de modo prático, pela coordenação de esquemas de ação por correspondência um-para-muitos e por distribuição.

Após a formação continuada, verificamos que houve diferença significativa entre o pré-teste e o pós-teste 1, no raciocínio multiplicativo, somente no grupo experimental B. Com esse resultado, inferimos que a formação continuada, para professores que desejam aprender e participam da atividade em busca de aperfeiçoamento profissional, influencia positivamente no desempenho dos alunos. Esses professores demonstraram motivação para transformar sua prática em função dos conhecimentos prévios apresentados pelos seus alunos. Nesse sentido, desmistificaram mitos quanto à divisão ser sistematizada a partir do 4º ano e a adição com parcelas repetidas ser a melhor forma de ensinar a multiplicação.

Os alunos de ambos os grupos, experimentais e controle, apresentaram melhores resultados na divisão em relação à multiplicação, conforme percentual de acertos nas questões 9 e 10 (Quadro 15). Portanto, o desafio, na escola, é realizar ações relacionadas às quatro operações aritméticas, partindo dos conhecimentos prévios (BRASIL, 1997 e 1998), pois os resultados mostram evidências de que os alunos possuem pré-requisitos tanto para o ensino da multiplicação como da divisão.

Quanto à questão de pesquisa, relacionada aos resultados encontrados no pós-teste 1 se manterem por seis meses, constatamos que nas cinco subáreas os resultados se mantiveram no pós-teste 2, nos três grupos. De acordo com Nunes e Bryant (1997), esses resultados evidenciam que os alunos desenvolveram um pensamento matemático de forma significativa e apropriada.

6.3 FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES

De acordo com o Parecer CNE/CP 9/2001 (BRASIL, 2001), a Resolução CNE/CP 1/2002 (BRASIL, 2002), o Parecer CNE/CEB 7/2010 (BRASIL, 2010a) e a Resolução CNE/CP4/2010 (BRASIL, 2010b), ao ofertar a formação continuada, deve-se oportunizar aos professores o desenvolvimento de competências, como, por exemplo, a mobilização dos saberes docentes, transformando-os em ação, concretizando, assim, a reforma curricular estabelecida nas últimas duas décadas. De acordo com a legislação, essas competências são oriundas de lacunas da formação inicial.

Os dados coletados nos questionários e nas fichas de autoavaliação condizem com o que é ressaltado no parágrafo anterior, e com o desconhecimento ou conhecimento parcial dos professores a respeito de documentos que tratam do ensino da Educação Básica e das habilidades e das competências relativas aos conteúdos selecionados e organizados para os quatro blocos do componente curricular de Matemática, para os anos iniciais do Ensino Fundamental, bem como das estratégias de ensino e da avaliação da aprendizagem que constam nos PCNs (BRASIL, 1997 e 1998). Além disso, indicam que o mesmo ocorre quanto às habilidades e aos conceitos iniciais matemáticos avaliados em provas de proficiência em Matemática na avaliação externa.

Em relação às lacunas da formação inicial, relativas ao ensino das habilidades e dos conceitos matemáticos iniciais, observamos que essas estão relacionadas aos saberes sobre os métodos, as técnicas, os materiais e os conteúdos a serem ensinados e aprendidos. São saberes que Freire (2000) destaca como necessários à prática docente.

Ainda, sobre a lacuna da formação inicial, durante as atividades práticas nas oficinas ofertadas durante o programa de formação continuada, observamos a falta de conhecimento ou conhecimento parcial sobre os conteúdos selecionados e organizados para o componente curricular de Matemática, relativo aos anos iniciais do Ensino Fundamental. Conforme referenciado por Freire (2000), isso ocorre em relação aos conteúdos a serem ensinados e aprendidos. Mello (2000) expõe que há limites quanto ao domínio, por parte dos professores, dos conhecimentos que devem ensinar e das formas para promover o processo com eficiência. Nesse aspecto, de acordo com Shulman (1986 e 1987), estão incluídas as explicações, os exemplos, as demonstrações, as ilustrações, as analogias e as formas de representação, frente a uma situação de processo ensino-aprendizagem. Portanto, são procedentes as críticas feitas, há treze anos, por Mello (2000), quanto à inadequação dos cursos de formação inicial, a qual pode impedir o professor de inserir-se no projeto nacional, estadual e municipal de educação. Dessa forma, reforçamos que a oferta da formação continuada, em geral, ainda está fortemente voltada a um caráter compensatório, diante da "incompetência" do professor, como discute Souza (2006), em função das deficiências da formação inicial. Isso faz com que muitos professores busquem certificações, ao participarem das formações, sem relacioná-las ao desempenho dos alunos e à sua própria defasagem conceitual.

Assim, referimos que, na formação continuada, antes de ofertar oficinas com temas específicos de um bloco de conteúdos, faz-se necessário apresentar aos professores a Matriz Curricular do Componente da Matemática, com os eixos, as competências, as habilidades e os descritores, de acordo com a série/ano em que atuam, conforme Parâmetros ou Referenciais Curriculares Nacionais. Após a apresentação da matriz, é de fundamental importância que o professor vivencie ações com uso de materiais manipulativos, seguidas de uma sistematização e análise da forma como são representadas nos livros didáticos.

Fundamentamos nossas afirmações com base nas observações realizadas durante o programa de formação continuada e nos relatos que constam nas autoavaliações feitas pelos professores. Nas autoavaliações, os professores informaram que, embora sejam disponibilizados materiais manipulativos na escola, esses são pouco utilizados, por desconhecimento ou conhecimento parcial do modo como utilizá-los. Eles relataram ainda que, em geral, os livros didáticos ficam expostos na sala de aula ou distribuídos aos alunos, mas são pouco utilizados, embora considerados como mais um recurso didáticos. Isso ocorre porque eles receiam ser "tachados" de professores tradicionais com um ensino "livresco".

Por isso, foram propostas aos professores reflexões, desafiando-os a repensar ações pedagógicas a partir das habilidades e dos conceitos prévios dos alunos, em prol da evolução dos mesmos. Com o acompanhamento do desempenho dos alunos, após a formação dos professores, no entanto, verificamos resultados significativos com maior impacto no grupo experimental B. Logo, nem todos os professores demonstraram mudar as suas ações práticas, uma vez que os alunos do grupo experimental A não se beneficiaram com a formação continuada do mesmo modo como os alunos do grupo experimental B. Basicamente, duas concepções quanto à formação continuada influenciaram o desempenho dos alunos: a busca por certificação e por efetivo desenvolvimento de competências e de habilidades para ensinar.

Essa influência, tanto nos resultados do desempenho dos alunos quanto na evolução das estratégias utilizadas na resolução das situações-problema, dos grupos experimentais A e B, evidenciaram que, em parte, as hipóteses de Justo (2009) foram confirmadas com os resultados do grupo experimental B. A autora supôs, com base nos resultados encontrados em um estudo sobre a influência da formação continuada para professores no desempenho dos alunos, realizado em duas escolas, que os mesmos resultados poderiam ser encontrados em ações desenvolvidas em um grupo maior de escolas, em curto prazo. Da mesma forma, os resultados evidenciam que os fatores associados ao desempenho escolar não são determinantes, como já referidos por Soares e Andrade (2006) e apresentados no Boletim Contextual da Escola-SAERS (RIO GRANDE DO SUL, 2009a). Além disso, ressaltamos que a contextualização dos conteúdos de Matemática, desenvolvida nas regiões de imigração no Rio Grande do Sul, como descrito por Gens (2011), Mayer e Bredemeier (2011) e Debona e Marini (2011), e proposto pelos PCNs e legislação relativa às Diretrizes Curriculares para a Educação Básica (BRASIL, 1996, 1997, 1998, 2001, 2002 e 2010) é essencial para o desenvolvimento das habilidades e dos conceitos matemáticos iniciais.

Concordamos com as ideias de Souza (2006), Morelatti et al. (2007) e Fürkoter (2007), no sentido de que a formação continuada é uma oportunidade para os professores desenvolverem saberes docentes, mas complementamos que, além de desenvolvê-los, é necessário aplicá-los em intervenções específicas. Esses saberes são definidos como "[...] conjunto de representações a partir das quais os professores interpretam, compreendem e orientam sua profissão e sua prática cotidiana em todas as suas dimensões" (TARDIF, 2002 p. 48-49). Os resultados do desempenho dos alunos e da evolução das estratégias utilizadas na resolução das situações-problema, pelos alunos do grupo experimental B, confirmam que os saberes referentes às três categorias descritas por Schulman (1986 e 1987) são temporais, plurais, heterogêneos, personalizados e situados, como afirma Tardif (2000 e 2002). Constatamos que é possível os professores adquirirem esses saberes em programas de formação continuada e aplicá-los em intervenções específicas, porém, ficou evidente que não basta apenas frequentar esses programas.

Os professores do grupo experimental B participaram da formação, por interesse próprio, em busca de subsídios teóricos que os auxiliassem a realizar uma intervenção para melhorar a aprendizagem dos alunos relacionada aos conceitos iniciais de Matemática. Para esse grupo, a formação continuada foi uma ação que permitiu ao professor refletir sobre a sua prática e decidir em torno da mesma. Para Canário (2006), quando isso ocorre, podemos inferir que o professor formou-se agindo. Complementamos, com Perrenoud (2000), que, para organizar e dirigir situações que possibilitem a aprendizagem, o professor precisa administrar sua própria formação continuada. Outrossim, é necessário partir das representações dos alunos, dos erros e equívocos para refletir sobre as ações pedagógicas e, de acordo com Miranda e Silva (2011), (re) planejá-las.

Nacarato, Mengali e Passos (2009) referem que há falta de oportunidades para os professores vivenciarem projetos de formação continuada que lhes possibilitem investigar suas próprias práticas. Pelos resultados dos grupos experimentais A e B, inferimos que, além da oferta, há outros fatores que interferem e necessitam ser investigados, como a motivação dos professores para participarem dos programas de formação continuada. Por isso, em relação à ineficácia da formação continuada, deixamos um questionamento: será que há falta de motivação ou há falta de saberes docentes quanto ao seu papel frente ao compromisso que possuem em relação à aprendizagem do aluno? Será que os desafios e as incertezas descritas por Morin (2001) interferem na organização e na direção das situações de aprendizagem e na administração da própria formação continuada?

Pelos resultados desta pesquisa e pelas afirmações de Canário (2006), inferimos que os professores regentes dos alunos do grupo experimental A concebem a formação continuada como um tempo de atividade extra, adicionada à carga horária que sobrecarrega as tarefas do professor, levando-os a participarem das formações por “obrigação” e de “modo penoso”, em busca de certificação. Entretanto, salientamos que obtivemos resultados positivos em uma formação continuada de curta duração com os professores não convocados, que buscam aperfeiçoamento profissional, seja no início ou no final da carreira. Esses resultados vêm ao encontro do que Canário (2006) propõe, uma formação com base no contexto escolar.

Quanto à oferta da formação continuada, vinculada ao contexto escolar, concordamos com a afirmação de Morelatti et al. (2007), no sentido de que, dessa forma, os professores podem elencar as suas dificuldades frente às apresentadas pelos alunos, reconhecendo que seu conhecimento é superficial e que, frente a isso, necessitam administrar a sua formação continuada. Esse posicionamento tem como base o curso de 120 horas, desenvolvido no município de Regente Feijó-SP (MORELATTI et al., 2007) e a formação ofertada na presente pesquisa. Por isso, concordamos com Souza e Garnica (2004), quanto aos cuidados em não transformar o curso de licenciatura, na formação inicial, em curso de revisão de conteúdos da Educação Básica.

Acreditamos que a formação continuada, vinculada ao desempenho dos alunos antes e após a formação e à defasagem conceitual do professor, concretiza o sexto objetivo da avaliação externa, o da rendição de contas (RIO GRANDE DO SUL, 2009c). Portanto, a oferta de formação continuada de professores com as verbas públicas, com acompanhamento do desempenho do aluno, além de verificar a eficácia da mesma, poderá contribuir com dados que propiciem a compreensão de como os saberes da formação profissional, os saberes disciplinares, os saberes curriculares e os saberes experienciais se relacionam e se desenvolvem. Esses quatro saberes, para Tardif (2002), constituem os saberes docentes, os quais estão em constante construção durante a vida profissional.

Diante da participação dos professores, por interesse próprio, em início de carreira, da formação continuada, ofertada neste trabalho, salientamos o que Tardif (2002) afirma: os saberes experienciais se desenvolvem nos cinco primeiros anos de prática. Portanto, é fundamental que os professores conheçam a documentação e a proposta da Educação Básica, em especial os planos de estudo, confrontando-os com a matriz oficial dos componentes curriculares do nível de ensino em que desempenharão suas funções. Da mesma forma, quando ocorrem mudanças na legislação, faz-se necessário ofertar formação continuada para que os professores possam conhecê-las e pô-las em prática.

Pelo desempenho dos alunos de ambos os grupos experimentais e o de controle, em relação às noções sobre composição aditiva, raciocínio aditivo e multiplicativo, vale destacar que, considerando a Resolução CNE/CP4/2010, art. 59 (BRASL, 2010), as agências formadoras de profissionais da Educação devem rever os projetos dos cursos, seja de formação inicial como de continuada. Assim, corresponderão às exigências do atual contexto, frente aos projetos de Nação, como metas projetadas para elevar o IDEB. Isso depende de um processo de ensino-aprendizagem de qualidade, em especial nos anos iniciais. Nesta fase, são desenvolvidas as habilidades e os conceitos iniciais, considerados conhecimentos prévios para os conceitos mais complexos, desenvolvidos em níveis de escolarização posteriores.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na área da Matemática, pesquisas realizadas sobre a aquisição dos conceitos iniciais evidenciam que os alunos, já na Educação Infantil, demonstram capacidades para resolução de situações-problema com raciocínio aditivo e multiplicativo, com uso de estratégias iniciais/simples, e iniciam os processos de compreensão da composição aditiva. A partir dessas condições iniciais, a escola constitui-se como lócus para a progressão do desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático - com a evolução das estratégias chegando ao uso das estratégias econômicas - e para a compreensão da lógica do sistema de numeração. A progressão dessas relações numéricas, por parte dos alunos, depende, também, de estratégias de ensino. As construções sólidas dos saberes docentes é parte da progressão dos professores rumo à opção por ações pedagógicas qualificadas. Assim, os programas de formação inicial e continuada para professores representam a ocasião em que ocorre, mais diretamente, a construção dos saberes docentes. Os resultados da avaliação em larga escala mostram defasagem conceitual dos alunos em Matemática, nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Como os conceitos iniciais, desenvolvidos nos primeiros anos de escolarização, são a base para o ensino dos conceitos mais complexos, nos anos subsequentes, o problema da defasagem conceitual em Matemática, no Ensino Fundamental, prossegue nos níveis de ensino seguintes.

Tendo em vista a necessidade de estudos relacionados à formação continuada de professores e aos conceitos matemáticos iniciais, esta pesquisa teve como foco verificar a eficácia de um programa de curta duração, de formação continuada em Matemática inicial, para professores, no desempenho dos alunos, a ponto de se manter por seis meses. Para isso, analisamos as estratégias utilizadas na resolução de situações-problema e avaliamos o desempenho dos alunos, quanto ao nível conceitual referente à composição aditiva, ao raciocínio aditivo e ao raciocínio multiplicativo, por meio da aplicação de questões em três momentos distintos. Outrossim, desenvolvemos um programa de formação continuada de curta duração, para professores com regência no 3º ano do Ensino Fundamental.

Quanto aos conceitos iniciais em Matemática, foi constatado, no pré-teste, que os alunos do 3º ano do Ensino Fundamental apresentaram uma defasagem conceitual em Matemática, com relação ao que se espera para o ano de escolarização. Os resultados do pré-teste mostraram que há um percentual elevado de alunos que não estabeleceram as relações numéricas avaliadas, embora essas relações estejam contempladas nos conteúdos selecionados e organizados para serem sistematizados desde a Educação Infantil, conforme legislação vigente.

Essa defasagem apresentada, quanto aos conceitos relativos à composição aditiva e ao raciocínio aditivo, também é verificada em avaliações em larga escala, que revelam que os alunos têm dificuldades em aplicar conceitos e fórmulas em questões das provas de proficiência em Matemática. Portanto, necessitam de uma intervenção focalizada para progredir no processo de sistematização e no domínio dessas habilidades e competências.

Os alunos apresentaram, no pré-teste, um menor percentual de acertos em situações-problema com composição aditiva, em tarefas de compra, e no raciocínio aditivo em problemas comparativos, em relação às situações-problema com raciocínio multiplicativo, mesmo antes de ocorrer o ensino sistematizado da multiplicação e da divisão, na escola. Esse resultado evidencia que, em contextos diferentes dos da escola, as crianças vivenciam situações-problema e coordenam esquemas de ação de juntar, retirar, correspondência um-a-um, correspondência um-a-muitos e distribuição. Com o percentual de acertos nas questões de raciocínio multiplicativo, verificamos que os alunos resolvem as situações-problema com estratégias iniciais/simples.

A partir dos resultados dos pós-testes, referimos que o programa de formação continuada de professores mostrou-se mais eficaz para o grupo experimental B, pois um maior percentual de alunos apresentou melhor desempenho. Nesse grupo, um maior percentual de alunos utilizou estratégias econômicas, como cálculos numéricos, na resolução de situações-problema. Esse resultado evidencia que, a partir da formação continuada, os alunos desse grupo passaram a coordenar os teoremas em ação, desenvolvidos na vida diária com o raciocínio lógico matemático, utilizando o sistema de numeração convencional para resolução das questões.

Diante da questão de pesquisa e dos objetivos propostos, constatamos que um programa de formação continuada de professores poderá ser eficaz, se proporcionarmos reflexões a partir do nível conceitual dos alunos que compõem as turmas dos professores participantes, fundamentando essas reflexões em referenciais teóricos sobre o processo ensino-aprendizagem dos conceitos avaliados. Isso se verifica, porque as reflexões possibilitam, aos professores, repensarem as suas ações pedagógicas, de forma a propiciar atividades para melhorar o desempenho dos alunos, bem como desenvolver condições para a evolução das estratégias a serem utilizadas. Foi verificado, porém, que a concepção dos professores quanto à formação continuada influencia na sua eficácia.

A concepção dos professores sobre a formação continuada, compreendida como um lócus de construção coletiva de conhecimento, voltado à orientação e à mediação do processo ensino-aprendizagem, contribuiu de forma significativa na aprendizagem dos alunos do grupo experimental B. Lembramos que esse grupo participou espontaneamente da formação continuada. Com base nos resultados do desempenho dos alunos desse grupo e da evolução nas estratégias utilizadas para a resolução das situações-problema, com composição aditiva, raciocínio aditivo e multiplicativo, constatamos que os professores do grupo experimental B demonstraram comprometimento com a aprendizagem dos alunos, mobilizando seus conhecimentos, transformando-os em ações. Entendemos que, por isso, a formação continuada mostrou-se mais eficaz para esse grupo. Essa inferência também tem base na autoavaliação dos professores, sobre planejamento, execução, direção e avaliação do processo ensino-aprendizagem, realizada em cada encontro do programa de formação continuada.

Nos grupos experimentais A e B, constatamos que a aprendizagem se manteve por seis meses, apesar de não ter aumentado o percentual de acertos. Além de a aprendizagem se manter por seis meses, no grupo controle, também houve melhora no percentual médio de acertos; entretanto, os alunos continuaram a utilizar estratégias iniciais/simples no pós-teste 2, no 4º ano.

Os resultados evidenciam que, para a evolução das estratégias e do desempenho dos alunos em conceitos iniciais em Matemática, faz-se necessária uma intervenção focalizada. Nesse sentido, a formação continuada é uma oportunidade para os professores desenvolverem saberes docentes indispensáveis a essa ação, quando não os desenvolveram na formação inicial, nos cursos de nível médio, de aproveitamento de estudos e de licenciatura.

Com base nesta pesquisa, podemos afirmar que a formação continuada realizada na escola representa uma oportunidade para os profissionais da área da Educação aperfeiçoarem saberes quanto à aprendizagem dos alunos. Isso se verifica, especialmente, a partir de um ensino baseado em evidências, tendo como referência as avaliações do nível conceitual antes e após as intervenções. É imprescindível refletir sobre ações pedagógicas considerando o conhecimento prévio dos alunos, particularmente sobre as estratégias utilizadas, comumente denominadas como “erros” ou “dificuldades de aprendizagem”. Essas ações exigem, por parte do professor, conhecimentos sobre como representar, formular, explicar situações do processo ensino-aprendizagem, para torná-lo compreensível aos alunos.

Para os professores que concebem a formação continuada como uma oportunidade de aperfeiçoamento profissional, em prol da busca de qualidade na aprendizagem dos alunos, os resultados da avaliação em larga escala, como os da Provinha Brasil de Matemática ou a

Avaliação Nacional de Alfabetização (ANA), servem de indicadores para reflexão sobre a qualidade da aprendizagem dos alunos. A partir desses indicadores, entretanto, cabe ao professor investigar as estratégias que os alunos utilizam e a compreensão que têm sobre o sistema de numeração, para planejar atividades que possam levá-los à resolução de situações-problema com estratégias econômicas, com respostas numéricas.

Pelas estratégias utilizadas pelos alunos do grupo controle nos pós-testes, constatamos a necessidade de mediação na evolução conceitual, com intervenção focalizada em sala de aula, a partir de uma formação centrada na escola. Essa formação permite ao professor aprimorar-se, em seu contexto de trabalho, refletindo sobre a sua prática.

Conforme os resultados do pós-teste 1, do grupo experimental A, não houve mudança significativa no desempenho dos alunos quanto ao raciocínio aditivo, em situações-problema de inversão e comparação, e ao raciocínio multiplicativo, abordados na formação continuada. Nesse sentido, sugerimos pesquisar o motivo que leva os professores a participarem de um programa de formação continuada e a eficácia desse nos seus saberes.

Considerando que não há retenção no 1º e 2º anos do Ensino Fundamental e os resultados do desempenho dos alunos do grupo controle, no pós-teste 2, sugerimos pesquisar a influência da formação continuada a longo prazo, no desempenho dos alunos em avaliação em larga escala no contexto escolar. Para tal, propomos uma avaliação da formação continuada em longo prazo, em programas como o Pacto Nacional pela Alfabetização da Idade Certa (PNAIC) e de avaliação em larga escala, com a Provinha Brasil e a ANA.

Com relação à eficácia da formação continuada de professores no desempenho dos alunos, frente aos resultados apresentados e à análise realizada, referimos que são necessárias mais pesquisas nessa área. Presumimos que pesquisas com esse foco trarão contribuições significativas ao período de transição, frente às mudanças propostas pela legislação de 2010 e às tendências pedagógicas contemporâneas. Nesse sentido, acreditamos que tais pesquisas possam contribuir para que o foco da formação inicial e continuada passe das certificações à busca por uma forma adequada de operacionalização do binômio teoria-prática, com o objetivo de melhorar a qualidade do ensino e a aprendizagem do aluno.

Ressaltamos, com base nos resultados desta pesquisa, na legislação vigente e no projeto educacional do país "Todos pela Educação", que a formação continuada de professores é uma das alternativas para melhorar o desempenho dos alunos, formação essa que já está estipulada na legislação vigente, em prol da concretização das metas previstas para IDEB até 2021. O desafio, na atualidade, está em como transformar a falta de motivação dos professores convocados, para os programas de formação continuada, em comprometimento em prol da diminuição da defasagem conceitual dos alunos. Observamos, ainda, que a eficácia de uma formação para professores, com posteriores intervenções focalizadas, está diretamente relacionada às concepções dos profissionais da área da Educação.

Essas concepções, mesmo adquiridas em experiências vivenciadas na escola, podem ser reconstruídas na formação inicial dos professores. Caso fiquem lacunas, esse processo pode ser retomado durante a carreira profissional, na formação continuada, simultaneamente, com as experiências cotidianas no contexto escolar. Portanto, a presente pesquisa contribui para a reflexão sobre a elaboração de programas de formação continuada, com foco em intervenções específicas, relacionadas aos conceitos matemáticos iniciais, em especial, para professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Entendemos, ainda, que o estudo evidencia lacunas da formação inicial, que sinalizam a demanda por mudanças institucionais, acadêmicas e pedagógicas, no sentido de melhorar a qualidade dos cursos de licenciatura.

Para concluir, a presente pesquisa traz evidências relacionadas aos pressupostos necessários à elaboração de programas de formação continuada sobre os conceitos matemáticos iniciais, em prol de condições efetivas de aprendizagem, por parte dos alunos, nos primeiros anos de escolarização. Da mesma forma, contribui à reestruturação de cursos de formação inicial e continuada de professores, para que possam atender à demanda de forma condizente com as reformas educacionais para a Educação Básica.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, Maria Helena Menna Barreto (Org). **Avaliação e Erro Construtivo Libertador: Uma Teoria-Prática Includente em Educação**. Porto Alegre: EDIPURS, 2000.

AMARAL, Josiane Carolina Soares Ramos do. **A Gestão Democrática da Educação na Rede Estadual de Ensino do Rio Grande do Sul** (1985-2001) RBPAE - Vol. 24, n.2, pp. 249-271, mai./ago, 2008.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei nº. 9394 de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Diário Oficial da União, [da República Federativa do Brasil], Brasília. DF, Vol. 134, n.248, 23 dez. 1996. Seção I, p. 27834-27841.

______. Lei nº. 11.274, de 6 de fevereiro de 2006. Altera a redação dos arts. 29, 30, 32 e 87 da Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Dispondo Sobre a Duração de 9 (nove) Anos para o Ensino Fundamental, com Matrícula Obrigatória a Partir dos 6 (seis) Anos de Idade**. Diário Oficial da União, [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, 2006.

______. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Brasília: MEC/SEF, 1997.

______. **Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil/Conhecimento de Mundo**. Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria de Educação Fundamental. Brasília, MEC/SEF, Vol. 3, 1998.

______. Parecer CNE/CP nº. 9/2001. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em Nível Superior, Curso de Licenciatura, de Graduação Plena**. Diário Oficial da União, [da República Federativa do Brasil], Brasília. DF, 18 jan. 2001. Seção I, p. 31.

______. Resolução CNE/CP nº 1/2002. **Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em Nível Superior, Curso de Licenciatura, de Graduação Plena**. Diário Oficial da União, [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, 18 fev. 2002.

______. Parecer CNE/CEB nº 7/2010. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica**. Diário Oficial da União, [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, 9 jul. 2010a, Seção 1, p.10.

______. Resolução CNE/CP nº 4/2010. **Define Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica**. Diário Oficial da União, [da República Federativa do Brasil], Brasília. DF, 14 jul. 2010b. Seção I, p. 824.

______. Portaria nº 482/2013. **Dispõe Sobre o Sistema de Avaliação da Educação Básica - SAEB**. Diário Oficial da União, [da República Federativa do Brasil], Brasília. DF, 10 jun. 2013, nº 109.

BRIZUELA M. Bárbara. **Desenvolvimento Matemático na Criança: Explorando Notações**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

BROUSSEAU, Guy. **Théorie des situations didactiques**. Grenoble, La Pensée Sauvage, 1998.

BUTTERWORTH, Brian. **What Counts: How Every Brain is Hardwired for Math**. New York: The Free Press, 1999.

______. **The Development of Arithmetical Abilities**. Journal of Child Psychology and Psychiatry, New York, Vol. 46, No. 1, pp. 3-18, Jan. 2005.

CANÁRIO, Rui. **A Escola tem Futuro? Das Promessas às Incertezas**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

CARPENTER, Thomas P.; MOSER, James M. **The Acquisition of Addition and Subtraction Concepts in Grades One through Three**. Journal for Research in Mathematics Education, Vol.15, No. 3, pp. 179-202, May, 1984.

CARRAHER, Terezinha Nunes. **O Desenvolvimento Mental e o Sistema Numérico Decimal**. In: T. N. CARRAHER (ed.): Aprender Pensando: Contribuições da Psicologia Cognitiva para a Educação, pp. 51-68, Petrópolis, Brasil: Editora Vozes, 1982.

CARRAHER, Terezinha Nunes; CARRAHER, David William; SCHLIEMANN, Ana Lúcia Dias. **Na Vida, Dez; na Escola, Zero: os Contextos Culturais da Aprendizagem da Matemática**. Cadernos de Pesquisa, 42, pp. 79-86, 1982

CARRAHER, Terezinha Nunes; SCHLIEMANN, Ana Lúcia Dias., **A Adição e a Subtração na Escola: Algorítimos Ensinados e Estratégias Aprendidas**. Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, Vol. 64, pp. 234-242, 1983.

CARRAHER, Terezinha Nunes; CARRAHER, David William; SCHLIEMANN, Ana Lúcia Dias.. **Mathematics in the Streets and in Schools**. British Journal of Developmental Psychology, Vol. 3, 21-29, 1985.

______. **Na Vida, Dez; Na Escola Zero**. São Paulo: Cortez, 1988.

CELLARD, André. **A Análise Documental**. In: POUPART, J. et al. A Pesquisa Qualitativa: Enfoques Epistemológicos e Metodológicos. Petrópolis: Vozes, 2008.

CENTURIÓN, Marília Ramos; RODRIGUES, Arnaldo Bento; SANTOS NETO, Mário Batista dos. **Porta Aberta: Alfabetização Matemática: 1° ano**. São Paulo: FTD, 2008.

CORREA, Jane; MOURA, Maria Lucia Seidl de. **A Solução de Problemas de Adição e Subtração por Cálculo Mental**. Psicologia: Reflexão e Crítica, Vol. 10, No. 1, 1997.

CORREIA, Carlos Eduardo Felix. **Formação Continuada de Professores Polivalentes: o Potencial da Análise de Erros no Processo Ensino/Aprendizagem da Matemática**. Dissertação de Mestrado. PPG em Educação. Rio Claro: Unesp, 131f, 2009.

CORREIA, Carlos Eduardo Felix. **Os Erros no Processo Ensino/Aprendizagem em Matemática**. EDUCAÇÃO: Teoria e Prática - v. 20, n.34, p. 169-186, 2010.

CRESWELL, John. **Projeto de Pesquisa: Métodos Qualitativo, Quantitativo e Mi**sto. Porto Alegre: Artmed, 2007.

CURI, Edda A. **Matemática e os Professores dos Anos Iniciais**. São Paulo: Musa Editora, 2005.

CURY, Helena Noronha. **Análise de Erros: o que Podemos Aprender com as Respostas dos Alunos**. Belo Horizonte: Editora Autêntica. 2007.

DAVIS, Cláudia L. F.; ESPOSITO, Yara Lúcia. **Papel e Função do Erro na Avaliação Escolar**. Cadernos de Pesquisa, São Paulo, SP, No. 74, pp. 71-75, 1990.

DEBONA, Daniela e MARINI, Rudimar. **A História da Educação em Bento Gonçalves: Reflexões Sobre a Educação do Imigrante Italiano**. In: Anais do VII Congresso Internacional de Educação. Profissão Docente: Há futuro para esse ofício? São Leopoldo, Brasil, 2011.

DEHAENE, Stanislas. **Number Sense: How the Mind Creates Mathematics**. New York: Oxford University Press, 1997.

DELVAL, Juan. **Introdução à Prática do Método Clínico: Descobrindo o Pensamento das Crianças**. Trad. Fátima Murad, Porto Alegre, ARTMED EDITORA S.A., 2002.

DEVLIN, Keith. **The Math Gene: How Mathematical Thinking Envolved and Why Numbers are Like Gossip**. California: Basic Books, 2000.

DEVLIN, Keith. **O Gene da Matemática: o Talento para Lidar com Números e a Evolução do Pensamento Matemático**. Tradução Sérgio Moraes Rego. Rio de Janeiro: Record, 2004.

DORNELES, Beatriz Vargas. **Princípios da Contagem Numérica: Uma construção Progressiva**. In: Seminário Pesquisa em Educação: região sul, 5, 2004, Curitiba. Anais. Curitiba: PUCPR, 2004. 1 CD-ROM.

______. **Reflexões Contemporâneas Sobre a Construção Numérica: Dificuldades e Possibilidades**. In: VI Congresso Brasileiro de Psicopedagogia, São Paulo. Anais, 2003. 1 CD-ROM.

______. **La Construcción de los Pricipios del Contaje: Herramientas Iniciales del Lenguaje Matemático**. In: Congreso Psicologia y Educación em tiempos de Cambio, 2005.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 14a ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2000.

FÜRKOTTER, Monica; MORELATTI, Maria Raquel Mioto; MACHADO, Andréia Teixeira; FAUSTINO, Monica Podsclan. **Formação Continuada de Professores que Ensinam Matemática na Rede Municipal de Ensino de Regente Feijó**. 2007. Disponível em: http://rad/PDFNE2006/ artigos/capitulo4/formcontinuadadeprofs.pdf pp. 595-606. Acesso em: 23/08/2010.

GEARY, David C. **Reflections of Evolution and Culture in Children`s Cognition: Implications for Mathematical Development and Instruction**. American psychologist. Columbia: American Psychologist Association, Vol. 50, No. 1, pp. 24-37, 1995.

GELMAN, Rachel; GALLISTEL, C. Randy. **The Child's Understanding of Number**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.

GENS, Alberto Carlos. **Educação Comunitária Luterana: Uma Abordagem Histórico-Filosófica da Imigração Alemã no Sul do Brasil**. In: Anais do VII Congresso Internacional de Educação. Profissão Docente: Há futuro para esse ofício?, São Leopoldo, Brasil, 2011.

GERSTEN, Russell; CLARKE, Ben; MAZZOCCO, Michèle M. M. **Historical and Contemporary Perspectives on Mathematical Learning Disabilities**. In: BERCH, D. B.; MAZZOCCO, Michele.M.M. Why is Math so Hard for Some Children?:the nature and origins of mathematical learning difficulties and disabilities. Maryland: Brookes, 2007.

GOIS, Antônio; PINHO, Angela. **Brasil é Reprovado, de Novo, em Matemática e Leitura**. 2007. Disponível em: http://www1.folha.uol.com.br/folha/educacao/ult305u351481.shtml. Acesso em: 13 Ago. 2010.

GOLBERT, Clarissa Seligman. **Matemática nas Séries Iniciais: O sistema Decimal de Numeração, Jogos Athurma 2**. Porto Alegre: Mediação, 2000.

GRIFFIN, Sharon. Early. I**ntervention for Children at Risk of Developing Mathematical Learning Difficulties**. In: BERCH, D. B.; MAZZOCCO, M.M.M. Why is Math so Hard for Some Children?: the nature and origins of mathematical learning difficulties and disabilities. Maryland: Brookes, 2007.

JUSTO, Jutta Cornelia Reuwsaat. **Resolução de Problemas Matemáticos Aditivos: Possibilidades da Ação Docente** - Porto Alegre, 2009. 198 f. + Apêndices. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

INEP. **IDEB - Resultados e Metas**. Disponível em: http://portalideb.inep.gov.br/. Acessado em: 15/Ago/2010.

KAPLAN, Abraham. **A Conduta na Pesquisa: Metodologia para as Ciências do Comportamento**. São Paulo: Herder/EDUSP, 1969.

KISHIMOTO, Tizuko Morchida. **Formação do Professor de Educação Infantil no Curso de Pedagogia**. In. PINHO, Sheila Zambello de. (Org.) Formação de professores: o papel do educador e sua formação. São Paulo: UNESP, 2009.

KRASILCHIK, Myriam. **Docência no Ensino Superior**. In. PINHO, Sheila Zambello de. (Org.) Formação de professores: o papel do educador e sua formação. São Paulo: UNESP, 2009.

LA TAILLE, Yves de. **O Erro na Perspectiva Piagetiana**. In: AQUINO, J. G. (org.). Erro e fracasso na Escola: alternativas teóricas e práticas. São Paulo: Summus, 1997.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 2003.

MARGOLIS, Eric; LAURENCE, Stephen. **How to Learn the Natural Numbers: Inductive Inference and the Acquisition of Number Concepts**. Cognition, Vol. 106, No. 2, Fev., pp. 924-939, 2008.

MARZANO, Robert J.; PICKERING, Debra J.; POLLOCK, Jane E. **Ensino que Funciona: Estratégias Baseadas em Evidências para Melhorar o Desempenho dos Alunos**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

MAY, Tim. **Pesquisa Social: Questões, Métodos e Processo**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

MAYER, Janice e BREDEMEIER, Maria Luíza Lenhard. **Educação Matemática nas Escolas de Imigração Alemã no Rio Grande do Sul: um Estudo Sobre o Periódico Jornal Geral do Professor para o Rio Grande do Sul - Folha da Associação de Professores Alemães Evangélicos no Rio Grande do Sul no ano de 1934**. In: Anais do VII Congresso InternRcional de Educação. Profissão Docente: Há futuro para esse ofício?, São Leopoldo, Brasil, 2011.

MELLO, Guiomar Namo de. **Formação Inicial de Professores para a Educação Básica: Uma (re)visão radical**. São Paulo Perspec. [online]. Vol.14, No. 1, pp. 98-110, 2000.

______. **Formação de Professores**. In. PINHO, Sheila Zambello de. (Org.) Formação de professores: o papel do educador e sua formação. São Paulo: UNESP, 2009.

MINAYO, Maria. Cecília de Souza. **O Desafio do Conhecimento: Pesquisa Qualitativa em Saúde.** 10 ed. São Paulo: Editora Hucitec, 2007.

MIRANDA, Werventon dos Santos: SILVA, Francisco Hermes Santos da. **A Inter-relação entre Avaliação, Obstáculo e Erro**. In: XIII Conferência Interamericana de Educação Matemática-CIAEM, Recife, Brasil, 2011.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: UNIJUÍ, 2007.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise Textual Discursiva: Processo Reconstrutivo de Múltiplas Faces**. Ciência & Educação, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006

MORELATTI, Maria Raquel Mioto, FÜRKOTTER, Monica; FAUSTINO, Monica Podsclan, **Formação Continuada de Professores que Ensinam Matemática nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental da Rede Municipal Visando uma Mudança no Processo Ensino e Aprendizagem: Avanços e Dificuldades**. 2007. Comunicação Cientifica: IX ENEM - Encontro Nacional de Educação Matemática, Belo Horizonte - MG, 18-21 Jul. Disponível em: http://www.sbem.com.br/files/ix_ enem/Html/ comunicacaoCientifica.html - Acesso em: 23/08/2010.

MORIN, Edgar. **Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro**. 3ed. São Paulo: Cortez, 2001.

NACARATO, Adair Mendes; MENGALI, Brenda Lemes da Silva; PASSOS, Carmem Lúcia Brancaglion. **A Matemática nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: Tecendo Fios do Ensinar e do Aprender**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2009.

NUNES, Terezinha e BRYANT, Peter. **Crianças Fazendo Matemática**. Porto Alegre: Artmed, 1997.

NUNES, Terezinha; CAMPOS, Tânia Maria Mendonça; MAGINA, Sandra; BRYANT, Peter. **Introdução à Educação Matemática: os Números e as Operações Numéricas**. São Paulo: Proem, 2001.

______. Educação Matemática 1: **Números e Operações Numéricas.** 2. Ed., São Paulo: Cortez, 2009.

NUNES, Terezinha; BRYANT, Peter; BELL, Daniel; EVANS, Deborah; BARROS, Rossana. **Teaching children how to include the inversion principle in their reasoning about quantitative**

relations. Educational Studies in Mathematics, Springer, published on line, Vol. 79, pp. 371-388, 2012.

OLIVEIRA, Joselba Liliane et al. **Os Conceitos de Erro, Obstáculo e Contrato Didático segundo Guy Broussea**. III EIEMAT, pp. 1-6, 2012.

PAIAS, Ana Maria. **A Operação Potenciação e os Números Inteiros Negativos**. XIII CIAEM-IACME, Recife, Brasil, pp. 1-11, 2011

PALHARES, Pedro (org). **Elementos de Matemática para Professores do Ensino Básico**. Lisboa: Lidel, 2004.

PARK, Jee-Hyun, e NUNES Terezinha**. The Development of the Concept of Multiplication**. Cognitive Development, Vol. 16, pp. 763-773, 2001.

PARAGUASSÚ, Lisandra. **Brasil tem 3ª Maior Evolução no Pisa, mas Matemática Ainda é Desafio**. Abrelivros, 2010. Disponível em http://www.abrelivros.org.br/ abrelivros/01/index. php?option=com_content&view=article&id=4134:brasil-tem-3o-maior-evolucao-no-pisa-mas-matematica-ainda-e-desafio&catid=1:noticias&Itemid=2. Acessado em 13 Ago. 2010.

PASSOS, Célia; SILVA, Zeneide. **Eu Gosto de Matemática, 1ª série.** São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1996.

PERRENOUD Philippe. **Dez Novas Competências para Ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

PIAGET, Jean. **Para Onde Vai a Educação?** 12 ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1994.

PIMENTA, Selma Garrido. **Programa de Formação de Professores - USP**. In. PINHO, Sheila Zambello de. (Org.) Formação de professores: o papel do educador e sua formação. São Paulo: UNESP, 2009.

PINTO, Neuza Bertoni. **O Erro Como Estratégia Didática: Estudo do Erro no Ensino da Matemática Elementar**. Campinas, SP: Papirus, 2000.

REED, H. J.; LAVE, Jean. **Arithmetic as a Tool for Investigating Relations Between Culture and Cognition**. Em R. W. Casson (Ed.) Language, Culture and Cognition. New York: Mc Millan, 1981.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Estado da Educação. LEI Nº 10.576. **Gestão Democrática do Ensino Público**, 1995. Disponível em http://www.educacao.rs.gov.br/ dados/lei_10.576_compilado .pdf. Acesso em set/2010.

______. Secretaria do Estado da Educação. **Boletim Pedagógico de Avaliação da Educação: SAERS-2008**. Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Educação, CAEd. Vol.1, jan./dez., Juiz de Fora, 2008.

______. Secretaria do Estado da Educação. **Boletim Contextual, Revista da Escola**. SAERS, Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Educação, CAEd. Vol. 3, jan./dez., Juiz de Fora, 2009a.

______. Secretaria do Estado da Educação. **Boletim Pedagógico de Avaliação da Educação: SAERS-2009**. Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Educação, CAEd. Vol.3, jan./dez., Juiz de Fora, 2009b.

______. Secretaria do Estado da Educação. **Guia de Estudos-Avaliação Continuada: Apropriação e Utilização dos Resultados da SAERS-2008**. Juiz de Fora: FADEPE, 2009c.

______. Secretaria do Estado da Educação. 2009d. 1 CD-ROM.

SÁ-SILVA, Jackson Ronie; ALMEIDA, Cristóvão Domingos de; GUINDANI, Joel Felipe. **Pesquisa Documental: Pistas Teóricas e Metodológicas**. Revista Brasileira de História & Ciências Sociais. Ano 1. n. 1, p. 1-14, jul. de 2009.

SCHLIEMANN, Analúcia Dias. **Escolarização Formal Versus Experiência Prática na Resolução de Problemas**. Psicol., Teori., Pesqui., Brasília, Vol. 2, No. 3, pp. 233-244, set./dez., 1986.

SENNA, Maria Teresa Telles Ribeiro. **Um Estudo dos Conceitos Numéricos Iniciais em Crianças Inseridas no Ambiente Escolar da Educação Infantil**. Porto Alegre, 2010. 195 f. + il. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação, Porto Alegre, 2010.

SHULMAN, Lee. **Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform**. In: Havard Educational review. Vol. 57, No. 1, pp. 1-21, 1987.

SHULMAN, Lee. **Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching**. In: Educational Researcher, Vol. 15, No. 2, pp. 4-14, 1986.

SIEGLER, Robert S.; JENKINS, Eric. **How Children Discover New Strategies**. Hillsdale, New York: Erlbaum, 1989.

SILVA, Eleonora Maria Diniz da. **A Virtude do Erro: Uma Visão Construtiva da Avaliação**. In Estudos em Avaliação Educacional, Vol. 19, No. 39, 2008.

SUCLA Vivian Maria. **O Sentido Construtivo do Erro no Processo de Alfabetização**. ISBN do CD do EDUCERE 2006-85-7292-166-4. Anais do VI EDUCERE - CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO PUCPR-PRAXIS, 2006.

SINCLAIR, Anne. **A Notação Numérica na Criança**. In. SINCLAIR, A. (Org.) A produção de notações na criança: linguagem, número, ritmos e melodias. São Paulo: Cortez, 1990.

SOARES, Jose Francisco; ANDRADE, Renato Júdice de. **Nível Socioeconômico, Qualidade e Eqüidade das Escolas de Belo Horizonte**. Educ., Rio de Janeiro, Vol.14, No. 50, pp. 107-126, jan./mar. 2006.

SOARES, Eduardo Sarquis. **Ensinar Matemática: Desafios e Possibilidades**. Belo Horizonte: Editora Dimensão, 2009.

SOUZA, Eliane Kiss. **Desenvolvimento do Raciocínio Aditivo: Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Rio Grande do Sul**. Anais do XV ENDIPE- Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino, Belo Horizonte, 2010.

______. **Análise de Estratégias Utilizadas para Resolução de Situações-Problema Envolvendo Raciocínio Multiplicativo**. IN: Anais do IX ANPEDSUL – Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul. Caxias do Sul, RS, 2012.

SOUZA, Denise Trento Rebello. **Formação Continuada de Professores e Fracasso Escolar: Problematizando o Argumento da Incompetência**. Educação e Pesquisa, São Paulo, Vol. 32, pp. 477-492, set./dez., 2006.

SOUZA, Luzia Aparecida de; GARNICA, Antonio Vicente Marafioti. **Formação de Professores de Matemática: Um Estudo Sobre a Influência da Formação Pedagógica Prévia em Um Curso de Licenciatura**. Ciência & Educação, Bauru, Vol. 10, n. 1, 2004.

STAREPRAVO, Ana Ruth. **Jogando com a Matemática: Números e Operações**. Curitiba: Aymará, 2009.

TARDIF, Maurice. **Saberes Profissionais dos Professores e Conhecimentos Universitários**: **Elementos para uma Epistemologia da Prática Profissional dos Professores e suas Conseqüências em Relação à Formação para o Magistério**. Revista Brasileira de Educação, No. 13, jan./abr., 2000.

______. **Saberes Docentes e Formação Profissional**. 2. ed., Petrópolis: Vozes, 2002, 325p.

TARDIF, Maurice; LESSARD, Claude. **O Trabalho Docente: Elementos para Uma Teoria da Docência como Profissão de Interações Humanas**. Petrópolis: Vozes, 2008.

TODOS PELA EDUCAÇÃO. **Dados Sobre as 5 Metas**. Disponível em: http://www.todospelaeducacao.org.br/educacao-no-brasil/dados-sobre-as-5-metas. Acesso em: 13/08/2010.

TOLEDO, Marília; TOLEDO, Mauro. **Teoria e Prática de Matemática: Como Dois e Dois**. São Paulo: FTD, 2009.

VAN DE WALLE, John A. **Matemática no Ensino Fundamental: Formação de Professores e Aplicação em Sala de Aula**. Tradução Paulo Henrique Colonese. 6ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

VERGNAUD, Gérard. **Multiplicative Structures**. In Lesh, R. and Landau, M. (Eds.) Acquisition of Mathematics Concepts and Processes. New York: Academic Press Inc. pp. 127-174, 1983.

______ **Multiplicative Structures**. In Hiebert, H. and Behr, M. (Eds.). Research Agenda in Mathematics Education. Number Concepts and Operations in the Middle Grades. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum. pp. 141-161, 1988.

______ **Teoria dos Campos Conceituais**. In Nasser, L. (Ed.) Anais do 1º Seminário Internacional de Educação Matemática do Rio de Janeiro, pp. 1-26, 1993.

______ **Multiplicative Conceptual Field: What and Why?** In Guershon, H. and Confrey, (Eds.) The development of multiplicative reasoning in the learning of mathematics. Albany, N.Y.: State University of New York Press, pp. 41-59, 1994.

______ **A Teoria dos Campos Conceituais**. IN: BRUN, Jean. Didática das Matemáticas. Lisboa: Instituto Piaget, 1996.

______ **A Criança, a Matemática e a Realidade: Problema do Ensino da Matemática na Escola Elementar**. Tradução: Maria Lucia Faria Moro; revisão técnica Maria Tereza Carneiro Soares. 3 ed. Curitiba: Editora da UFPR, 2009.

APÊNDICE A – Questionário Aplicado aos Professores Inscritos no Programa de Formação Continuada

Questionário

1- Qual sua formação e ano de conclusão?

2- Qual o seu tempo de serviço como docente?

3- Qual o tempo de serviço na rede municipal de Novo Hamburgo?

4- Qual o tempo de serviço como regente no 3º ano do Ensino Fundamental de nove anos?

5- Se possui experiência como regente no 3º ano do Ensino Fundamental de nove anos, que conteúdos há no plano de estudo que envolvem o sistema de numeração.

6- Que material há disponível na sua escola para o ensino do sistema de numeração? Gostaria de receber informações sobre como usá-los?

7- Qual é o livro didático usado pela escola para o 3º ano? Qual sua opinião sobre o livro didático?

8- Descreva dificuldades apresentadas pelos alunos em Matemática neste início de ano letivo.

9-Observe o número 45789 e responda:
A) Qual o algarismo que ocupa a quarta ordem? _________Qual seu valor relativo? __________Qual a classe deste algarismo? ____
B) Quantas unidades simples há neste número? ____
C) Quantas centenas há neste número? ____

10- Relate uma atividade desenvolvida com os alunos envolvendo:
unidades, dezenas e centenas;
situação-problema (adição);
situação-problema (subtração).

APÊNDICE B – Ficha de Autoavaliação

Programa de Formação Continuada de Professores na Área da Matemática Inicial

NOME:____

07/04/2011

26/05/2011

16/06/2011

30/06/2011

06/07/2011

04/08/2011

25/08/2011

01/09/2011

29/09/2011

26/10/2011

APÊNDICE C – Programa da Formação Continuada de Professores

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL/SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO DE NOVO HAMBURGO

Formação Continuada de Professores: Matemática Inicial

Período: 07/04 a 01/09
Local: Auditório do 4º andar da PMNH

Objetivo Geral: Possibilitar aos professores que atuam como docente no 3º ano do Ensino Fundamental de 9 anos uma reflexão em torno do ensino de conceitos iniciais de matemática.

Público alvo: professores regentes do 3º ano do Ensino Fundamental da Rede Municipal de Novo Hamburgo.

Carga Horária: 20 horas

Horário: 17:30 às 20:00 horas

Órgão Promotor: Linha de Pesquisa Psicopedagogia, Sistemas de Ensino/Aprendizagem e Educação em Saúde, do Programa de Pós -Graduação em Educação

Órgão Emissor: Prefeitura de Novo Hamburgo

Responsável: Eliane Kiss de Souza (Pedagoga, Orientadora Educacional, Psicopedagoga e Mestre em Educação), Doutoranda em Educação da UFRGS, sob orientação da Profª Beatriz Vargas Dorneles

Cronograma:

07/04: Quinta-feira
Reunião

- Apresentação da proposta de formação continuada de professores na área da matemática inicial;
- Convite para participar da formação;
- Inscrição;
- Aplicação do questionário.

26/05: Quinta-feira
Palestra
Princípios e estratégias de contagem
Composição aditiva
Raciocínio aditivo

16/06: Quinta-feira

Oficina com atividades de relações numéricas

30/06: Quinta-feira

Oficina com atividades de composição aditiva

06/07: Quarta-feira

Oficina com atividades de adição

04/08: Quinta-feira

Oficina com atividades de subtração

25/08: Quinta-feira
Oficina com atividades de representação

01/09: Quinta-feira
Autoavaliação

APÊNDICE D – Ficha de Inscrição de Adesão ao Programa

FICHA DE INSCRIÇÃO

Formação continuada de professores: Matemática Inicial

1 - Dados Pessoais

Nome:____

____

Telefone: ____

Email:____

2 - Dados Profissionais

Escola:____

____

Endereço:____

____

Telefone:______________________________

Turno:______________________________

APÊNDICE E – Situações-problema/Raciocínio Aditivo

Situações-problema / raciocínio aditivo

Simples de relação do todo e suas partes:

1. Ivone tem 9 bolitas. Jogou com Juliana e ganhou 4 bolitas. Com quantas bolitas Ivone terminou o jogo?
2. Cássia tinha 8 figurinhas. Jogando com Jane perdeu 4. Quantas figurinhas ela tem agora?
3. Paulo tinha 2 animaizinhos de brinquedo. Mamãe chegou do mercado com mais 4. Quantos animaizinhos ele tem agora?
4. No canteiro do jardim plantei 3 rosas. Minha mãe plantou mais 2. Fiquei com...
5. Júlia tinha 5 réguas e emprestou 2 para seus colegas. Com quantas réguas Júlia ficou?
6. Num vaso havia 1 margarida. Foram plantados 3 girassóis. Quantas flores foram plantadas?

Comparação:

1. Ivone tem 13 bolitas. Juliana tem 7. Quantas bolitas Ivone têm a mais que Juliana? Quantas bolitas faltam para que Juliana tenha a mesma quantidade de Ivone?
2. Cássia tem 15 figurinhas e Jane tem 6 figurinhas. Quantas figurinhas Cássia têm a mais?
3. Paulo tem 5 carrinhos vermelhos e 3 azuis. Quantos carrinhos vermelhos ele tem a mais?
4. Mariana tem 6 cravos. Roberta tem 4 margaridas. Quantas flores a mais têm Mariana?
5. Maria tinha 4 réguas e Carlos tinha 3. Quantas réguas Maria têm a mais que Carlos?
6. No vaso laranja tem 5 flores e no vaso azul tem 3 flores. Qual vaso tem mais flores? Quantas têm a mais?

Inverso de relação parte-todo:

1. Juliana tem 27 bolitas no final do jogo. Ao iniciar o jogo ela tinha 13 bolitas, então quantas bolitas Juliana ganhou durante o jogo.
2. Cássia tem 8 figurinhas e Jane tem 4 figurinhas. Quantas figurinhas as duas têm juntas?
3. Paulo tinha 9 carrinhos. Seu irmão pegou alguns carrinhos emprestados. Quando foi ver Paulo ficou com 5. Quantos o irmão pegou?
4. No meu jardim há 7 flores. Destas, 4 são cor de rosa. Quantas são brancas?
5. Júlia tinha 4 réguas e João tinha 2. Quantas réguas os dois tinham ao todo?
6. Júlia plantou 3 flores em um vaso e ainda tem 2 para plantar. Quantas flores terão no vaso?

APÊNDICE F – Situações-problema/Raciocínio Multiplicativo

Correspondência um-a-muitos:

1. Zequinha fez dois canteiros. Em cada canteiro plantou 5 flores. Quantas flores ele plantou ao todo?
2. Ivone tem 3 vasos com 3 flores em cada. Quantas flores Ivone têm ao todo?
3. Da seleção brasileira 7 jogadores têm dois carros cada um. Quantos carros eles têm ao todo?
4. Num aquário tem 4 peixes. Quantos peixes terão em dois aquários?
5. Tenho dois aquários e vou colocar 5 peixes em cada um. Quantos peixes vou colocar ao todo?
6. João, Pedro e Lucas estão jogando cartinhas. Cada um tem 5 cartinhas. Quantas cartinhas eles têm juntos?
7. Em uma partida de futebol havia 2 times com 6 jogadores em cada um. Quantos jogadores disputaram a partida?
8. Ana tem 2 vasos com 5 flores em cada. Quantas flores ela tem ao todo?
9. Numa caixa há 6 lápis. Quantos lápis haverá em duas caixas?
10. Na fruteira há uma caixa com 4 fileiras. Sabendo que em cada fileira há espaço para 5 frutas, quantas frutas cabem nesta caixa?
11. Na turma de Ana existem 3 mesas. Em cada mesa há 4 meninas. Quantas meninas têm na turma?
12. Maria deve limpar as janelas de um prédio de 5 andares. Cada andar tem 4 janelas. Quantas janelas Maria limpará ao final do dia?
13. No canteiro de Júlia tem 3 fileiras com 4 mudas plantadas. Quantas mudas têm ao todo?

Distribuição:

1. A professora tem 3 balas e vai dar para dois alunos. Quantas balas cada um receberá?
2. Cássia tem 9 flores e 3 vasinhos. Ela quer distribuir as flores igualmente nos vasinhos. Quantas flores terão cada vasinho?
3. Tenho 6 peixes e quero distribuir igualmente em 2 aquários. Quantos peixes colocarei em cada aquário?
4. João possui 16 cartinhas e irá distribuí-las entre ele e seus três amigos. Quantas cartinhas cada um irá receber?
5. Em um saquinho havia 18 bolitas que foram divididas entre 3 amigos. Quantas bolitas cada um recebeu?
6. Laura tem 10 balas e quer dividir igualmente com sua amiga. Quantas balas cada uma ficará?
7. Maria comprou 8 docinhos e repartiu com seu irmão. Quantos docinhos cada um receberá?
8. Pedro tem 3 filhos. Ele distribui 18 reais entre eles. Quantos reais cada filho recebeu?
9. Júlia tem 12 mudas e quer plantá-las em 3 floreiras. Quantas mudas Júlia plantará em cada floreira?

APÊNDICE G – Quadro com as Médias de Acertos

	Turma	Grupo	Teste	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	A1	A2	A3	A4	A5
A	1	1	1	0,578947	0,526316	0,947368	0,842105	0,789474	0,578947	0,578947	0,473684	0,842105	0,947368	0,552632	0,894737	0,684211	0,526316	0,894737
	2	1	1	0,571429	0,571429	1	0,857143	0,785714	0,714286	0,571429	0,642857	0,785714	0,5	0,571429	0,928571	0,75	0,607143	0,642857
	3	1	1	0,285714	0,214286	0,928571	0,714286	0,642857	0,857143	0,785714	0,785714	0,928571	1	0,25	0,821429	0,75	0,785714	0,964286
	4	1	1	0,333333	0,444444	0,833333	0,888889	0,944444	0,611111	0,555556	0,5	0,722222	0,833333	0,388889	0,861111	0,777778	0,527778	0,777778
	5	1	1	0,428571	0,285714	0,928571	0,642857	0,714286	0,357143	0,214286	0,214286	0,785714	0,785714	0,357143	0,785714	0,535714	0,214286	0,785714
	6	1	1	0,357143	0,357143	0,928571	0,714286	0,5	0,428571	0,285714	0,214286	0,857143	0,785714	0,357143	0,821429	0,464286	0,25	0,821429
B	1	2	1	0,647059	0,470588	0,882353	0,882353	0,411765	0,588235	0,647059	0,647059	0,882353	0,705882	0,558824	0,882353	0,5	0,647059	0,794118
	2	2	1	0,333333	0,222222	0,555556	0,666667	0,444444	0,777778	0,444444	0,555556	0,888889	0,555556	0,277778	0,611111	0,611111	0,5	0,722222
	3	2	1	0,8125	0,5625	0,875	0,625	0,75	0,875	0,5625	0,625	0,9375	0,8125	0,6875	0,75	0,8125	0,59375	0,875
	4	2	1	0,4375	0,375	0,9375	0,75	0,4375	0,5	0,4375	0,4375	0,875	0,875	0,40625	0,84375	0,46875	0,4375	0,875
	5	2	1	0,3	0	0,9	0,6	0,7	0,5	0,3	0,3	0,7	0,6	0,15	0,75	0,6	0,3	0,65
	6	2	1	0,6	0,45	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,55	0,85	0,7	0,525	0,85	0,7	0,575	0,775
	7	2	1	0,230769	0,461538	0,923077	0,461538	0,923077	0,615385	0,461538	0,538462	0,769231	0,846154	0,346154	0,692308	0,769231	0,5	0,807692
	8	2	1	0,65	0,55	0,9	0,85	0,7	0,7	0,55	0,6	0,95	0,75	0,6	0,875	0,7	0,575	0,85
C	1	3	1	0,631579	0,421053	0,894737	0,789474	0,578947	0,421053	0,315789	0,368421	0,789474	0,736842	0,526316	0,842105	0,5	0,342105	0,763158
	2	3	1	0,2	0,133333	0,666667	0,466667	0,333333	0,533333	0,066667	0,066667	0,8	0,466667	0,1	0,566667	0,433333	0,066667	0,633333
A	1	1	2	0,684211	0,684211	1	0,947368	0,736842	0,789474	0,578947	0,526316	0,947368	0,894737	0,684211	0,973684	0,763158	0,552632	0,921053
	2	1	2	0,857143	0,785714	1	1	0,785714	0,714286	0,857143	0,642857	0,785714	0,928571	0,821429	1	0,75	0,75	0,857143
	3	1	2	0,714286	0,428571	0,928571	0,928571	0,785714	0,928571	0,571429	0,571429	1	1	0,571429	0,928571	0,857143	0,571429	1
	4	1	2	0,833333	0,722222	1	0,722222	0,777778	0,722222	0,555556	0,5	0,722222	0,722222	0,777778	0,861111	0,75	0,527778	0,722222
	5	1	2	0,5	0,357143	1	0,714286	0,714286	0,714286	0,5	0,571429	0,928571	0,785714	0,428571	0,857143	0,714286	0,535714	0,857143
	6	1	2	0,785714	0,642857	1	1	0,857143	0,785714	0,428571	0,285714	0,714286	0,785714	0,714286	1	0,821429	0,357143	0,75
B	1	2	2	0,823529	0,647059	1	1	0,941176	0,823529	0,823529	0,705882	1	0,882353	0,735294	1	0,882353	0,764706	0,941176
	2	2	2	1	0,777778	0,888889	1	0,555556	0,777778	0,444444	0,333333	0,888889	1	0,888889	0,944444	0,666667	0,388889	0,944444
	3	2	2	0,875	0,75	1	0,9375	0,8125	0,75	0,875	0,8125	0,75	0,9375	0,8125	0,96875	0,78125	0,84375	0,84375
	4	2	2	0,8125	0,4375	1	1	0,6875	0,875	0,6875	0,625	0,9375	0,9375	0,625	1	0,78125	0,65625	0,9375
	5	2	2	0,9	0,4	1	0,9	0,8	0,6	0,4	0,4	1	0,8	0,65	0,95	0,7	0,4	0,9
	6	2	2	0,75	0,7	1	0,85	0,65	0,9	0,75	0,75	0,95	0,95	0,725	0,925	0,775	0,75	0,95
	7	2	2	0,692308	0,538462	0,923077	0,769231	0,846154	0,769231	0,538462	0,461538	0,923077	0,769231	0,615385	0,846154	0,807692	0,5	0,846154
	8	2	2	0,9	0,8	0,95	0,95	0,85	0,9	0,9	0,85	0,95	0,9	0,85	0,95	0,875	0,875	0,925
C	1	3	2	0,736842	0,526316	1	0,789474	0,631579	0,684211	0,473684	0,473684	0,842105	0,894737	0,631579	0,894737	0,657895	0,473684	0,868421
	2	3	2	0,466667	0,333333	0,933333	0,333333	0,6	0,4	0,133333	0,2	0,6	0,533333	0,4	0,633333	0,5	0,166667	0,566667
A	1	1	3	0,631579	0,736842	1	0,894737	0,947368	0,894737	0,578947	0,578947	0,947368	0,842105	0,684211	0,947368	0,921053	0,578947	0,894737
	2	1	3	0,642857	0,785714	1	0,928571	0,785714	0,857143	0,642857	0,642857	0,785714	0,857143	0,714286	0,964286	0,821429	0,642857	0,821429
	3	1	3	0,714286	0,642857	1	0,857143	0,785714	0,857143	0,857143	0,857143	0,928571	0,785714	0,678571	0,928571	0,821429	0,857143	0,857143
	4	1	3	0,833333	0,777778	1	0,833333	0,666667	0,666667	0,611111	0,611111	0,888889	0,722222	0,805556	0,916667	0,666667	0,611111	0,805556
	5	1	3	0,714286	0,5	1	0,857143	0,785714	0,857143	0,5	0,5	0,928571	0,785714	0,607143	0,928571	0,821429	0,5	0,857143
	6	1	3	0,928571	0,571429	1	1	0,642857	0,857143	0,571429	0,714286	0,928571	1	0,75	1	0,75	0,642857	0,964286
B	1	2	3	0,941176	0,764706	1	0,823529	0,705882	0,823529	0,823529	0,764706	1	0,882353	0,852941	0,911765	0,764706	0,794118	0,941176
	2	2	3	0,888889	0,333333	1	0,888889	0,888889	0,777778	0,555556	0,666667	1	1	0,611111	0,944444	0,833333	0,611111	1
	3	2	3	0,875	0,875	1	0,9375	0,8125	0,8125	0,875	0,75	1	0,875	0,875	0,96875	0,8125	0,8125	0,9375
	4	2	3	0,875	0,625	1	1	0,6875	0,8125	0,625	0,5625	0,9375	0,875	0,75	1	0,75	0,59375	0,90625
	5	2	3	0,9	0,4	0,9	0,9	0,5	0,8	0,4	0,5	1	0,9	0,65	0,9	0,65	0,45	0,95
	6	2	3	0,95	0,85	0,95	0,75	0,9	0,85	0,8	0,85	0,9	0,85	0,9	0,85	0,875	0,825	0,875
	7	2	3	0,692308	0,615385	1	0,846154	0,769231	0,923077	0,615385	0,615385	0,923077	0,846154	0,653846	0,923077	0,846154	0,615385	0,884615
	8	2	3	1	0,8	1	0,95	0,75	0,85	0,8	0,85	0,9	0,8	0,9	0,975	0,8	0,825	0,85
C	1	3	3	0,842105	0,631579	1	0,842105	0,789474	0,684211	0,526316	0,578947	1	0,947368	0,736842	0,921053	0,736842	0,552632	0,973684
	2	3	3	0,6	0,466667	1	0,866667	0,533333	0,6	0,466667	0,533333	0,866667	0,533333	0,533333	0,933333	0,566667	0,5	0,7

APÊNDICE H – Percentual de Erros das Questões dos Blocos

Grupos	Testes	Questões									
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Experimental A (93 alunos)	**Pré-teste**	50,85	59,09	7,23	21,15	26,18	36,7	50,14	52,82	17,98	19,13
	Pós-teste 1	27,09	38,78	1,19	11,46	22,38	22,42	41,81	48,37	15,03	15,64
	Pós-teste 2	25,58	31,9	0	12,6	21,91	16,83	37,31	34,93	9,87	16,79
Experimental B (121 alunos)	**Pré-teste**	46,91	57,06	12,72	28,15	37,29	33,05	47,31	45,89	13,09	25,58
	Pós-teste 1	16,32	35,46	3,76	7,42	22,59	18,67	28,7	33,74	7,51	9,96
	Pós-teste 2	10,97	30,16	1,87	9,29	22,01	16,88	28,4	28,48	4,24	11,52
Controle (34 alunos)	**Pré-teste**	55,79	69,65	18,6	34,56	51,75	52,28	80,88	75,61	20,53	39,82
	Pós-teste 1	39,82	54,39	3,33	41,23	38,42	43,16	67,02	63,68	27,89	25,96
	Pós-teste 2	27,89	45,09	0	14,56	33,86	35,79	50,35	44,39	6,67	23,33

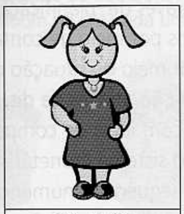
ANEXO A – Questões da Prova de Proficiência em Matemática do SAERS

(M030139A8) Para realizar um jogo, a professora organizou um grupo de 12 meninas e um grupo de 19 meninos.
Como os grupos devem ser iguais, quantas meninas faltam para empatar com os meninos?

A) 7 meninas.
B) 12 meninas.
C) 19 meninas.
D) 31 meninas.

Questão da prova de proficiência em matemática SAERS-2008

(M030144A8) Sabrina quer comprar esta boneca que viu na vitrine de uma loja.



R$ 45,00

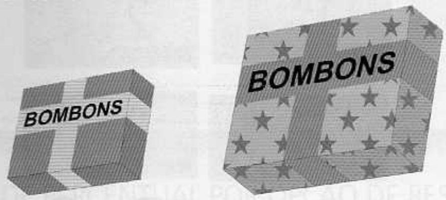
Mas, ela possui apenas

Quantos reais faltam para completar o valor da boneca?

A) R$ 15,00
B) R$ 13,00
C) R$ 10,00
D) R$ 5,00

Questão da prova de proficiência em matemática SAERS-2008

(M030106A8) Helena comprou duas caixas de bombons.
Veja quantos quilogramas de bombom há em cada uma.



1 quilograma e 500 gramas | 3 quilogramas

Quantos quilos de bombons Helena comprou?

A) 3 quilogramas e meio.
B) 4 quilogramas.
C) 4 quilogramas e meio.
D) 5 quilogramas.

Questão da prova de proficiência em matemática SAERS-2008

ANEXO B – Matriz de Referências da Provinha Brasil - 2013

Matriz de Referência para Avaliação da Alfabetização Matemática Inicial

1º EIXO	**Números e Operações**
Competências	Descritores/Habilidades
C1 - Mobilizar idéias, conceitos e estruturas relacionadas à construção do significado dos números e suas representações.	D1.1 – Associar a contagem de coleções de objetos à representação numérica das suas respectivas quantidades.
	D1.2 – Associar a denominação do número a sua respectiva representação simbólica
	D1.3 – Comparar ou ordenar quantidades pela contagem para identificar igualdade ou desigualdade numérica.
	D1.4 – Comparar ou ordenar números naturais.
C2 – Resolver problemas por meio da adição ou subtração.	D2.1 - Resolver problemas que demandam as ações de juntar, separar, acrescentar e retirar quantidades.
	D2.2 - Resolver problemas que demandam as ações de comparar e completar quantidades.
C3 – Resolver problemas por meio da aplicação das idéias que preparam para a multiplicação e a divisão.	D3.1 - Resolver problemas que envolvam as idéias da multiplicação.
	D3.2 - Resolver problemas que envolvam as idéias da divisão.
2º EIXO	**Geometria**
Competências	Descritores/Habilidades
C4– Reconhecer as representações de figuras geométricas.	D4.1 – Identificar figuras geométricas planas.
	D4.2 – Reconhecer as representações de figuras geométricas espaciais.
3º EIXO	**Grandezas e Medidas**
Competências	Descritores/Habilidades
C5 – Identificar, comparar, relacionar e ordenar grandezas.	D5.1 – Comparar e ordenar comprimentos.
	D5.2 – Identificar e relacionar cédulas e moedas.
C5 – Identificar, comparar, relacionar e ordenar grandezas.	D5.3 - Identificar, comparar, relacionar e ordenar tempo em diferentes sistemas de medida.
4º EIXO	**Tratamento da Informação**
Competências	Descritores/Habilidades
C6 – Ler e interpretar dados em gráficos, tabelas e textos.	D6.1 – Identificar informações apresentadas em tabelas.
	D6.2 – Identificar informações apresentadas em gráficos de colunas.
	D6.3 – Identificar informações relacionadas a Matemática apresentadas em diferentes portadores textuais.

ANEXO C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Autorização dos responsáveis para a participação na pesquisa.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACED - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

Pelo presente documento, eu ____ portador da identidade número_______________________________ responsável pelo (a) aluno (a) ____ autorizo a participação deste (a) na pesquisa intitulada "Formação Continuada de Professores na Área da Matemática Inicial", realizada pela professora Eliane Kiss de Souza, doutoranda da UFRGS, sob a orientação da Profª. Beatriz Vargas Dorneles, durante o período letivo de 2011.

Declaro ter conhecimento de que os procedimentos metodológicos que serão adotados incluem a realização de tarefas nas áreas da Matemática. As atividades serão desenvolvidas individualmente em horário de aula, no espaço da sala de aula, previamente combinado com a coordenação e devidamente comunicado.

A pesquisadora assegura a privacidade do aluno pela não divulgação de seu nome. O aluno tem o direito de não participar ou de se retirar da pesquisa a qualquer momento.

As informações coletadas serão utilizadas para análise e discussão da pesquisa. Assim, a pesquisadora fica autorizada a publicar os resultados encontrados.

Quaisquer dúvidas sobre o andamento da pesquisa, a pesquisadora está à disposição para esclarecimentos.

Porto Alegre, ____ de ___________________ de 2011.

____

Assinatura do responsável