

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM EDUCAÇÃO

VALDIVINA ALVES FERREIRA

**A FORMAÇÃO DE CONCEITOS MATEMÁTICOS NOS ANOS  
INICIAIS: COMO PROFESSORES PENSAM E ATUAM COM  
CONCEITOS**

GOIÂNIA - GOIÁS  
2013

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM EDUCAÇÃO

**A FORMAÇÃO DE CONCEITOS MATEMÁTICOS NOS ANOS  
INICIAIS: COMO PROFESSORES PENSAM E ATUAM COM  
CONCEITOS**

Tese apresentada à Banca Examinadora de Defesa do Programa de Pós-Graduação em Educação da Pontifícia Universidade Católica de Goiás – PUC-Goiás – como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Educação, sob a orientação da Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Raquel Aparecida Marra da Madeira Freitas.

GOIÂNIA - GOIÁS  
2013

Dados Internacionais de Catalogação da Publicação (CIP)  
(Sistema de Bibliotecas PUC Goiás)

Ferreira, Valdivina Alves.

F383f A formação de conceitos matemáticos nos anos iniciais  
[manuscrito] : como professores pensam e atuam com conceitos /  
Valdivina Alves Ferreira.-- 2013.  
154 f.; 30 cm.

Tese (doutorado) -- Pontifícia Universidade Católica de  
Goiás, Departamento de Educação, Goiânia, 2013.

“Orientadora: Profa. Dra. Raquel Aparecida Marra Madeira  
de Freitas”.

1. Matemática (Ensino fundamental) - Estudo e ensino. 2.  
Didática. 3. Professores de matemática. I. Freitas, Raquel  
Aparecida Marra Madeira de. II. Título.

CDU 37.02(043)

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

VALDIVINA ALVES FERREIRA

### **A FORMAÇÃO DE CONCEITOS MATEMÁTICOS NOS ANOS INICIAIS: COMO PROFESSORES PENSAM E ATUAM COM CONCEITOS**

Tese apresentada à Banca Examinadora de Defesa do Programa de Pós-Graduação em Educação da Pontifícia Universidade Católica de Goiás – PUC-Goiás – como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Educação, sob a orientação da Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Raquel Aparecida Marra da Madeira Freitas.

Aprovada em \_\_\_\_\_

#### **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Raquel Aparecida Marra da Madeira Freitas (Presidente)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Veleida Anahi Silva (membro externo – Universidade Federal de Sergipe)

---

Prof. Dr. Wellington Lima Cedro (membro externo – Universidade Federal de Goiás)

---

Prof. Dr. José Carlos Libâneo (Pontifícia Universidade Católica de Goiás)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Beatriz Aparecida Zanatta ((Pontifícia Universidade Católica de Goiás)

Ao DIVINO, por compartilhar de meus sonhos e ajudar-me a realizá-los. Pelo amor, carinho, apoio, incentivo e presença em todos os momentos e, principalmente, nas horas em que vacilei diante das dificuldades.

Aos meus filhos Johnny e Éverson, cujo carinho e presença me fazem sentir que vale a pena viver.

À Terah, Kalel e Miguel Divino, que chegaram a este mundo para ensinar-me a arte de ser avó e por serem responsáveis pela continuidade de nossa família.

A todas as pessoas da família, por todo amor, amizade e incentivo.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela luz e energia espiritual que ilumina os meus passos.

À Professora Doutora Raquel Aparecida Marra da Madeira Freitas, pela competência na direção deste estudo, pelo apoio e pela confiança em meu trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Educação da Pontifícia Universidade Católica de Goiás – PUC –, curso de Doutorado, pela contribuição às minhas reflexões sobre o processo de ensinar e aprender de acordo com a Teoria Histórico-Cultural.

Aos professores que ensinam Matemática aos alunos brasileiros, em especial ao grupo de professores que participou do estudo empírico deste trabalho e que viabilizou as condições para a reflexão da atividade de ensinar do professor e da atividade de aprender do aluno na rede pública desse município.

Faço questão de acrescentar: “agradeço a Deus por ter colocado você, Divino, no meu caminho!”.

## RESUMO

Esta pesquisa parte de uma compreensão ancorada na fundamentação teórica histórico-cultural, segundo a qual a escola é o lugar privilegiado da formação de conceitos científicos pelos estudantes, sendo esta a forma de aprendizagem que melhor contribui para o seu desenvolvimento como ser humano integral. O problema central que se buscou esclarecer foi o que o professor que ensina matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental pensa acerca da formação de conceitos matemáticos pelos alunos e, em particular, do conceito de quantidade. Para tanto abordou-se a formação de conceitos, particularmente do conceito matemático de quantidade, com interesse teórico e prático voltado ao professor que ensina matemática nos anos iniciais do ensino fundamental, nível de ensino que apresenta muitas insuficiências no ensino e na aprendizagem de matemática, expressas principalmente pelo baixo desempenho da maioria dos alunos nas várias avaliações escolares internas e externas. Pressupondo-se que um dos fatores que contribui para este problema está ligado à prática de ensino do professor e seu conhecimento sobre a formação de conceitos, as questões que se buscou esclarecer foram: que entendimento expressa o professor que ensina matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental acerca da formação de conceitos pelo aluno? E sobre o conceito de quantidade? Como essa compreensão influencia a sua prática pedagógica? Utilizando-se do referencial teórico da Teoria Histórico-Cultural e da Teoria do Ensino Desenvolvimental, a pesquisa teve como objetivos: analisar que entendimento os professores expressam sobre o processo de formação de conceitos pelos alunos e sobre o conceito matemático de “quantidade”; analisar as relações entre as concepções expressas e a forma como os professores organizam e atuam no ensino; identificar os fatores do contexto escolar que influenciam no ensino e aprendizagem dos alunos. Para investigar o problema foram realizadas duas etapas envolvendo pesquisa bibliográfica e pesquisa de campo. A pesquisa bibliográfica abrangeu o período de 2002 a 2012, com foco na formação de conceitos matemáticos. A pesquisa de campo envolveu sete escolas municipais da zona urbana de Goiânia, tendo como sujeitos professores efetivos dos anos iniciais que se encontravam ensinando matemática. A coleta de dados incluiu entrevistas com os sujeitos e observações das aulas de matemática. Na análise dos dados foram adotadas as orientações de Bogdan & Biklen (1994) para a categorização e sistematização dos dados, delineando-se às seguintes categorias: o ensino para a formação de conceitos; o ensino do conceito de quantidade; a formação de conceitos e o conceito de quantidade: entendimento dos professores; concepção teórico-pedagógica dos professores; fatores que influenciam no ensino e aprendizagem da matemática. Os resultados obtidos revelam que: há um entendimento do processo de formação de conceitos intimamente relacionado à materialização da prática do professor; as ações de ensino permanecem voltadas ao conhecimento empírico; o ensino do conceito de quantidade como o conceito nuclear da matemática está ausente do entendimento do professor.

**Palavras-chave:** Ensino desenvolvimental, Formação de conceitos, Ensino de matemática, Didática.

## ABSTRACT

This research is a theoretical understanding anchored in cultural-historical, according to which the school is the privileged place of the formation of scientific concepts by students, which is the best form of learning that contributes to their development as whole human being. The central problem was sought to clarify what the teacher teaches mathematics in the early years of elementary school think about the formation of mathematical concepts by students and, in particular, the concept of quantity. For both addressed the formation of concepts, particularly the mathematical concept of quantity, with theoretical and practical interest facing the teacher who teaches mathematics in the early years of elementary school, grade level that has many shortcomings in the teaching and learning of mathematics, expressed mainly by the poor performance of most students in the various internal and external school evaluation. Assuming that one of the factors that contributes to this problem is linked to the teacher's teaching practice and their knowledge of the formation of concepts, issues that were sought clarification: express understanding that the teacher who teaches mathematics in the early years of education fundamental concepts about the formation of the student? What about the concept of quantity? As this understanding influences their practice? Using the theoretical framework of Cultural - Historical Theory and the Theory of Developmental Education, the research aimed to: examine teachers express that understanding about the process of concept formation by students and the mathematical concept of "quantity"; analyze the relationships between the concepts expressed and how teachers organize and act in teaching, to identify the contextual factors that influence school in teaching and student learning. To investigate the problem involved two stages involving literature research and field research. The literature search covered the period from 2002 to 2012, focusing on the formation of mathematical concepts. The research involved seven public schools in the urban area of Goiânia, having as subject teachers effective early years who were teaching math. Data collection included interviews with the subjects and observations of mathematics lessons. In the data analysis were adopted guidelines Bogdan & Biklen (1994 ) for the categorization and systematization of data, delineating the following categories: education for the formation of concepts; teaching the concept of quantity, the formation of concepts and concept of quantity: understanding teachers; design theory and the work of teachers, factors that influence the teaching and learning of mathematics. The results show that: there is an understanding of the process of formation of concepts closely related to the materialization of teacher practice; the teaching actions remain focused on empirical knowledge, the teaching of the concept of quantity as the core concept of mathematical Understanding is absent teacher.

Keywords: developmental education, training concepts, concept of quantity, Teaching Math

## SUMÁRIO

|  |     |
|--|-----|
| <b>LISTA DE FIGURAS</b> .....  | 09  |
| <b>LISTA DE QUADROS</b> .....  | 10  |
| <b>LISTA DE TABELAS</b> .....  | 11  |
| <b>INTRODUÇÃO</b> .....  | 12  |
| <br>   |     |
| <b>CAPÍTULO I – A FORMAÇÃO DE CONCEITOS EM MATEMÁTICA: AS PESQUISAS</b> .....  | 26  |
| 1.1 INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE A PESQUISA BIBLIOGRÁFICA .....  | 26  |
| 1.2 OBJETIVOS E ORIENTAÇÕES METODOLÓGICAS NAS DISSERTAÇÕES E TESES FUNDAMENTADAS NA TEORIA HISTÓRICO CULTURAL .....                | 37  |
| 1.3 ESTUDOS ESPECÍFICOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE CONCEITOS, EM PARTICULAR DO CONCEITO DE QUANTIDADE.....                        | 42  |
| <br>   |     |
| <b>CAPÍTULO II - A FORMAÇÃO DE CONCEITOS NA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL</b> .....  | 47  |
| 2.1 A FORMAÇÃO DAS FUNÇÕES PSICOLÓGICAS HUMANAS .....  | 47  |
| 2.2 AS RELAÇÕES ENTRE APRENDIZAGEM E DESENVOLVIMENTO DAS FUNÇÕES PSÍQUICAS .....   | 53  |
| 2.3 O PROCESSO DE FORMAÇÃO DE CONCEITOS SEGUNDO VYGOTSKY .....   | 57  |
| 2.4 O PROCESSO DE FORMAÇÃO DE CONCEITOS SEGUNDO DAVYDOV .....  | 65  |
| 2.4.1 Atividade humana, consciência e atividade de aprendizagem .....  | 66  |
| 2.4.2 A lógica formal e a constituição do pensamento empírico.....   | 68  |
| 2.4.3 A lógica dialética e a constituição do pensamento teórico.....   | 71  |
| 2.4.3.1 <i>O procedimento de ascensão do abstrato ao concreto</i> .....  | 74  |
| 2.5 APRENDER TEORICAMENTE NO ENSINO DESENVOLVIMENTAL .....   | 77  |
| 2.6 O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO TEÓRICO EM MATEMÁTICA.....   | 82  |
| 2.7 O CONCEITO MATEMÁTICO DE QUANTIDADE NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL .....  | 85  |
| 2.7.1 A organização da atividade de ensino para a formação do conceito de quantidade nos anos iniciais do Ensino Fundamental ..... | 87  |
| <br>   |     |
| <b>CAPÍTULO III - A FORMAÇÃO DO CONCEITO DE QUANTIDADE SEGUNDO PROFESSORES DE MATEMÁTICA DO ENSINO FUNDAMENTAL</b> .....           | 92  |
| 3.1 MÉTODO E PROCEDIMENTOS .....   | 92  |
| 3.1.1 A seleção das escolas, os sujeitos e os instrumentos de coleta de dados .....  | 94  |
| 3.2 OS PROFESSORES, SUA FORMAÇÃO E ATUAÇÃO .....   | 100 |
| 3.3 O ENSINO PARA A FORMAÇÃO DE CONCEITOS: O ENSINO DO CONCEITO DE QUANTIDADE.....   | 101 |
| 3.4 A FORMAÇÃO DE CONCEITOS E O CONCEITO DE QUANTIDADE: ENTENDIMENTO DOS PROFESSORES.....  | 116 |
| 3.5 FATORES QUE INFLUENCIAM NO ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA .....   | 120 |
| 3.6 A CONCEPÇÃO TEÓRICA PEDAGÓGICA.....  | 124 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....  | 129 |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....   | 134 |
| <b>ANEXOS</b> .....  | 143 |
| Anexo 01 - Autorização da Secretaria Municipal de Educação indicando as escolas<br>Campo da Pesquisa ..... | 144 |
| Anexo 02 - Termo de Consentimento como Sujeito da Pesquisa .....   | 145 |
| Anexo 03 - Declaração de Autorização para Gravação em Áudio e Vídeo .....                                  | 146 |
| Anexo 04 - Roteiro de entrevista semiestruturada com o professor .....                                     | 147 |
| Anexo 05 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....  | 149 |
| Anexo 06 - Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa .....                                    | 154 |

## LISTA DE FIGURAS

|           |  |     |
|-----------|--|-----|
| Figura 01 | - Tarefa de construção de um perímetro ..... | 106 |
| Figura 02 | - Tarefa de construção de um perímetro ..... | 106 |
| Figura 03 | - Tarefa com Divisão .....                   | 109 |
| Figura 04 | - Representação de Frações .....             | 110 |

## LISTA DE QUADROS

|  |    |
|--|----|
| Quadro 01 - Comparação entre conhecimento empírico e teórico ..... | 76 |
| Quadro 02 - Ações que formam o conceito de quantidade .....        | 83 |

## LISTA DE TABELAS

|  |     |
|--|-----|
| Tabela 01 - Resultado das três aplicações do PISA no Brasil entre 2000 e 2009 .....  | 14  |
| Tabela 02 - Anos Iniciais do Ensino Fundamental - 4ª série - Taxa de Aprovação do IDEB, Prova Brasil em 2005, 2007, 2009.....                                | 16  |
| Tabela 03 - Teses e Dissertações abordando o tema formação de conceitos em Matemática no período de 2002-2012 .....  | 17  |
| Tabela 04 - Áreas do Conhecimento em que se situam as Teses e Dissertações abordando o tema formação de conceitos no período de 2002-2012 .....              | 29  |
| Tabela 05 - Formação, tempo de atuação na docência e na escola dos professores <sup>1</sup> sujeitos da pesquisa na Rede Municipal de Ensino de Goiânia..... | 100 |

---

<sup>1</sup> Para omitir a identificação foi atribuído apenas um número a cada professor. Doravante toda referência a eles se dará apenas por meio deste número.

## INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como ponto central analisar o que o professor que ensina matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental pensa acerca da formação de conceitos matemáticos pelos alunos e, em particular, do conceito de quantidade. Esse entendimento tem profunda relação com o desempenho dos alunos na aprendizagem de matemática, ainda que o professor não possa ser o responsável isolado por esse desempenho.

Nos dados oficiais divulgados pelo governo sobre a avaliação do sistema de ensino se evidencia o grande número de alunos que chega à segunda etapa do Ensino Fundamental com deficiências. Em relação à matemática, um desses indicadores, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), tem como objetivo avaliar o desempenho individual do aluno ao término da escolaridade básica. O desempenho do aluno no ENEM tem relação com o monitoramento constante por meio da aplicação da Provinha Brasil e do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) nos anos iniciais do Ensino Fundamental, cujo objetivo é conhecer o que se agregou à aprendizagem das crianças no período avaliado.

Sobre esse monitoramento, Valeriano (2012, p. 50) alerta: “monitorar o que está acontecendo nas escolas não garante que os alunos estejam realmente aprendendo”. Acrescenta, ainda, ser necessário que “as informações que estão disponibilizadas sobre os resultados nos testes possibilitem enriquecimento na prática dos professores”. Embora o Ministério da Educação alerte que os resultados globais não possam ser considerados representativos das redes de ensino e nem permitam comparações entre os estados devido ao caráter voluntário desse exame, na grande maioria de suas edições anuais, em relação à Matemática, o ENEM apresenta dados que permitem afirmar que as competências e habilidades esperadas em relação ao desempenho do aluno estão longe de ser contempladas.

Em 1998, a questão com menor percentual de acerto (10%) referia-se a conteúdo básico de matemática: o conceito de grandezas físicas e sua unidade de medida. A habilidade requerida para a resposta e que apresentou mais dificuldade foi a de identificar os pressupostos que estruturam interpretações e pressupõem um domínio conceitual da matemática para interpretar dados na resolução de situações concretas vividas pelo aluno em seu cotidiano.

Dois anos depois, em 2000, nas questões que exigiam a habilidade de caracterizar, relacionar, calcular e utilizar as formas geométricas foi detectado o menor índice de acertos:

21%. Mais uma vez, a maior dificuldade demonstrada pelos alunos para encontrar a resposta correta relacionou-se a um conteúdo de medidas de grandezas (quantidade) ensinado na matemática.

Nos anos 2001 e 2002, o resultado do ENEM revelou como maior dificuldade no desempenho dos alunos a competência de enfrentar e resolver situações-problema. A pergunta de número 4 da prova de 2002 também envolvia um conceito matemático: as relações de dependência entre grandezas.

Em 2003, 2004, 2005 e 2006, os resultados mostram que os participantes tiveram mais dificuldade em responder às questões objetivas, em particular aquelas que avaliam a capacidade de relacionar informações, representadas de diferentes formas e exigindo a disponibilidade de distintos conhecimentos sobre situações concretas. Tais questões pediam a habilidade de identificar os pressupostos que estruturam interpretações e pressupõem um domínio conceitual das temáticas estudadas na matemática.

Na média nacional de desempenho dos alunos em 2007 observou-se um avanço em relação aos anos anteriores: 51,52 na parte objetiva. Em compensação, em 2008, os alunos que concluíram a educação básica obtiveram 37,27 nas questões objetivas. Observe-se que houve um decréscimo no total de questões respondidas acertadamente.

Em 2009 e 2010, embora o ENEM tenha sido marcado por várias complicações, desde vazamento de informações sobre as questões, provas com erros no cabeçalho e inversão de assuntos a serem respondidos, se pode afirmar que foram conseguidos pelos alunos os melhores resultados em matemática. Em 2009, o desempenho foi pontuado com notas que vão de 345,9 a 985,1. Em 2010, a nota em matemática foi 972,3, o maior resultado observado em toda a história do ENEM.

Os resultados apresentados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) permitem observar que o desempenho dos alunos não apresenta o que o MEC preconiza enquanto objetivos para a educação básica, em particular aqueles relacionados aos conteúdos da matemática.

Logo, pode-se apresentar a hipótese de que o aluno, ao longo de sua aprendizagem escolar, não tirou proveito efetivo de um processo de ensino que, ao ser organizado pelo professor, tenha de fato privilegiado a formação dos conceitos considerados essenciais na matemática.

Além dos problemas observados anteriormente, que podem ser decorrentes da forma como se ensina matemática aos alunos na educação básica, ainda é possível constatar, no Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA), alguns elementos que permitem

avaliar como está a aprendizagem dos alunos em matemática. O PISA é uma proposta de avaliação promovida pela Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), entidade intergovernamental dos países industrializados que atua com o objetivo de promover o desenvolvimento econômico e social de seus membros, principalmente influenciando a educação escolar desses países, sendo um dos instrumentos o mecanismo das avaliações.

O PISA é uma avaliação sistemática que compara os resultados em âmbito internacional, focalizando as áreas da Matemática, Ciências e Língua. A pesquisa é realizada a cada três anos e em cada etapa enfoca uma das áreas citadas - em 2000, Língua; em 2003, Matemática; em 2006, Ciências. O exame seleciona amostras de alunos com idade entre quinze anos e três meses e dezesseis anos e dois meses. De acordo com Waiselfisz (2009), a competência matemática refere-se à capacidade dos alunos para raciocinar, analisar e comunicar operações matemáticas. Essa compreensão implica a capacidade de utilizar o raciocínio matemático na elucidação dos problemas e das questões que precisam ser enfrentadas no cotidiano. O INEP é o responsável por realizar essa avaliação no Brasil e divulgar as notas obtidas por estado da federação. Em 2009, o resultado na área do conhecimento matemático foi de 386 pontos, superando em 52 pontos a nota obtida em 2000. É visível o crescimento que os estudantes brasileiros alcançaram em relação à competência esperada no Programa e às metas estabelecidas no Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), que era de 395 pontos na média das três áreas. Apresenta-se, a seguir, uma tabela contendo dados comparativos da evolução dos resultados nas três áreas avaliadas pelo PISA:

**Tabela 01** - Resultados das três aplicações do PISA no Brasil entre 2000 e 2009.

| <b>Etapas/Modalidades de Educação Básica</b> | <b>Pisa 2000</b> | <b>Pisa 2003</b> | <b>Pisa 2006</b> | <b>Pisa 2009</b> |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Número de alunos participantes               | 4.893            | 4.452            | 9.295            | 20.127           |
| Leitura                                      | 396              | 403              | 393              | 412              |
| Matemática                                   | 334              | 356              | 370              | 386              |
| Ciências                                     | 375              | 390              | 390              | 405              |

**Fonte:** OEI (Organização dos Estados Iberoamericanos para a Educação a Ciência e a Cultura). Disponível em: <http://www.oei.es/noticias/spip.php?article8006>.

Embora se verifique o avanço no desempenho dos alunos brasileiros em relação aos anos anteriores, permanece em aberto a necessidade de um conjunto de medidas para que efetivamente ocorra uma transformação para melhor. Embora a meta do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE) fosse alcançar a média de 395 pontos nas três

disciplinas, os resultados obtidos em 2009, na comparação com os de outros países, deixam o Brasil na 53ª posição. As ações compartilhadas entre União, Estados e Municípios devem ser assumidas com responsabilidade por todos aqueles que fazem parte da Educação. Os desafios persistem e requerem ações imediatas. Muitos alunos ainda são incapazes de identificar um tema científico dentre diversos outros.

Outra questão importante é o papel do professor como principal agente/mediador nesse esforço por qualidade no ensino. O relatório do PISA 2009 confirma a importância da formação desse profissional e reconhece sua tarefa social como educador. São questões que reforçam a intenção, nesta tese, de buscar explicações para as concepções que os professores têm acerca de como ocorre o processo de formação de conceitos matemáticos por parte do aluno ao tratarem da organização do ensino sobre a noção de quantidades.

Nesse sentido, é importante observar as capacidades definidas nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental estabelecidas como objetivos para o ensino de Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental:

Ampliar o significado do número natural pelo seu uso em situações-problema e pelo reconhecimento de relações de regularidades; construir o significado do número racional e de suas representações, a partir de diferentes usos no contexto social; interpretar e produzir escritas numéricas, considerando as regras do sistema decimal e estendendo-as para a representação dos números racionais na forma decimal; resolver problemas, consolidando alguns significados das operações fundamentais e construindo novos, em situações que envolvam números naturais e, em alguns casos racionais; refletir sobre procedimentos de cálculo que levem a ampliação do significado do número e das operações, utilizando a calculadora como estratégia de verificação de resultados; identificar características das figuras geométricas, percebendo semelhanças e diferenças entre elas, por meio de composição e decomposição, ampliações e reduções; utilizar diferentes registros gráficos – desenhos, esquemas, escritas numéricas – como recurso para expressar ideias, ajudar a descobrir formas de resolução e comunicar estratégias e resultados; construir significado das medidas, a partir de situações-problema que expressem seu uso no contexto social e em outras áreas do conhecimento e possibilitem a comparação de grandezas de mesma natureza; utilizar procedimentos e instrumentos de medida usuais ou não selecionando o mais adequado em função da situação-problema e do grau de precisão do resultado; representar resultados de medições, utilizando a terminologia convencional para as unidades mais usuais dos sistemas de medida, comparar com estimativas prévias e estabelecer relações entre diferentes unidades de medida. (BRASIL, 2006, p. 51-53)

Verifica-se, no entanto, que os resultados demonstrativos do desempenho dos alunos em matemática tanto no ENEM quanto no PISA não representam o alcance dos objetivos esperados pelo MEC em relação aos conceitos aprendidos pelo aluno nos anos anteriores. Dessa maneira, a formação de conceitos matemáticos fica comprometida, constatação evidenciada nos resultados do SAEB e da Provinha Brasil.

Outra avaliação de desempenho dos alunos na educação básica é a Prova Brasil. Um de seus objetivos é produzir informações que subsidiem a comunidade escolar no estabelecimento de metas e na implantação de ações pedagógicas, visando à melhoria da qualidade do ensino. A Prova Brasil é parte do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB), sendo desenvolvida e realizada pelo INEP. Sua primeira edição ocorreu em 2005 e compõe-se de questões que contemplam os conteúdos de Língua Portuguesa e de Matemática, em cuja elaboração foram consideradas as recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais. Observando-se o desempenho dos alunos em matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental, tendo por referência a nota do SAEB, verifica-se um crescimento de 21,91 pontos entre o ano de 2005 e o de 2009 na área de Matemática.

**Tabela 02** - Anos Iniciais do Ensino Fundamental - 4ª série - Taxa de aprovação - IDEB, Prova Brasil em 2005, 2007, 2009

| Rede      | Nota SAEB 2005 |        |                | Nota SAEB 2007 |        |      | Nota SAEB 2009 |        |      |
|-----------|----------------|--------|----------------|----------------|--------|------|----------------|--------|------|
|           | Mat            | LP     | N <sup>2</sup> | Mat            | LP     | N    | Mat            | LP     | N    |
| Total     | 182,38         | 172,31 | 4,58           | 193,48         | 175,77 | 4,89 | 204,29         | 184,28 | 5,22 |
| Pública   | 177,08         | 167,58 | 4,39           | 189,14         | 171,40 | 4,69 | 199,52         | 179,57 | 5,04 |
| Privada   | 226,14         | 211,41 | 6,12           | 227,73         | 210,18 | 6,14 | 240,74         | 220,21 | 6,57 |
| Municipal | 174,86         | 165,07 | 4,30           | 190,06         | 172,35 | 4,73 | 201,38         | 181,36 | 5,11 |
| Estadual  | 181,14         | 172,20 | 4,55           | 192,95         | 175,96 | 4,85 | 207,13         | 186,22 | 5,31 |

**Fonte:** Ministério da Educação / INEP – Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – 2011.

Observa-se que a avaliação referente ao ano de 2009 obteve, em todos os segmentos avaliados nos anos iniciais do Ensino Fundamental, certo avanço em relação à avaliação aplicada nos anos anteriores. Contudo, o conhecimento do diagnóstico apresentado pela Prova Brasil não garante por si só a solução dos problemas enfrentados pelos professores na condução da organização do ensino ministrado em sala de aula.

Outro indicador de qualidade do ensino, criado pelo INEP em 2005, foi o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), que tem por objetivo monitorar a qualidade da educação por meio da análise do fluxo escolar e de medidas de desempenho nas avaliações. O IDEB é calculado utilizando informações do Censo, do SAEB e da Prova Brasil, e seus resultados servem para o fomento de políticas públicas que atendam às demandas das unidades escolares.

<sup>2</sup> Nota média padronizada.

**Tabela 03** - Anos Iniciais do Ensino Fundamental - 4ª série - Taxa de aprovação - IDEB, Projeções em 2005, 2007, 2009.

| Rede      | IDEB<br>2005 | IDEB<br>2007 | IDEB<br>2009 | Projeções |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------|--------------|--------------|--------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|
|           |              |              |              | 2007      | 2009 | 2011 | 2013 | 2015 | 2017 | 2019 | 2021 |
| Total     | 3,8          | 4,2          | 4,6          | 3,9       | 4,2  | 4,6  | 4,9  | 5,2  | 5,5  | 5,7  | 6,0  |
| Pública   | 3,6          | 4,0          | 4,4          | 3,6       | 4,0  | 4,4  | 4,7  | 5,0  | 5,2  | 5,5  | 5,8  |
| Privada   | 5,9          | 6,0          | 6,4          | 6,0       | 6,2  | 6,6  | 6,8  | 7,0  | 7,2  | 7,4  | 7,5  |
| Municipal | 3,4          | 4,0          | 4,4          | 3,5       | 3,8  | 4,2  | 4,5  | 4,8  | 5,1  | 5,4  | 5,7  |
| Estadual  | 3,9          | 4,3          | 4,9          | 4,0       | 4,3  | 4,7  | 5,0  | 5,3  | 5,6  | 5,9  | 6,1  |

**Fonte:** Ministério da Educação / INEP - Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – 2011.

Observa-se, nos resultados dessas avaliações aplicadas em larga escala, a busca por mostrar a eficiência das escolas e das políticas públicas implementadas. Embora os resultados sejam a cada ano melhores e maiores em relação aos anos anteriores, é preciso tomar cuidado para que não se tenha um olhar ingênuo sobre esses dados.

Tendo em vista uma educação que de fato contribua para o desenvolvimento dos alunos e de suas possibilidades de exercício da cidadania, esses resultados servem somente como ponto de partida para o questionamento acerca da real qualidade do ensino de matemática nas escolas. As avaliações aplicadas em larga escala, como PISA, IDEB, Prova Brasil e ENEM, não devem ser vistas como operações essencialmente teóricas na busca de resultados de consenso levando a informações por meio de índices estatísticos. No entanto, podem possibilitar uma compreensão da realidade escolar, viabilizando a tomada de decisões para organizar ou repensar ações regionais e locais. Pode-se questionar, nesse caso, como vêm sendo ensinados nas escolas os conteúdos de matemática considerando-se o processo de formação de conceitos matemáticos. Os resultados quantitativos não mostram, por exemplo, se os alunos de fato se apropriaram dos conceitos matemáticos fundamentais nessa etapa de sua escolaridade. Os resultados do PISA antes descritos indicam dificuldades muito básicas em relação a conceitos matemáticos, além de mostrarem a necessidade de se questionar e procurar compreender como está sendo considerada a formação de conceitos pela política educacional, pelas escolas e pelos professores.

Considerando que a formação de conceitos científicos na escola, como formularam Vygotski<sup>3</sup> (2009) e Davydov<sup>4</sup> (1988, 1982), está na base do processo de desenvolvimento do

<sup>3</sup> O sobrenome do autor aparece com diferentes grafias. Neste texto utiliza-se Vygotsky sempre que a referência for à sua pessoa. Quando se tratar de referência a uma obra segue-se a grafia como aparece na bibliografia referenciada.

<sup>4</sup> O sobrenome do autor aparece com diferentes grafias. Neste texto utiliza-se Davydov sempre que a referência for à sua pessoa. Quando se tratar de referência a uma obra segue-se a grafia como aparece na bibliografia referenciada.

pensamento dos alunos, permitindo ir além de uma aprendizagem com dimensão puramente quantitativa para alcançar a dimensão qualitativa, é relevante focalizar o problema da formação de conceitos, privilegiando, para isso, os anos iniciais do Ensino Fundamental e o conceito matemático de “quantidade”.

Essa opção se justifica por algumas razões teóricas e práticas. Primeiramente, pelo fato de o conceito de “quantidade”, considerado em uma rede de conceitos básicos, ser primordial para que o aluno forme o conceito de número nessa fase da educação básica. As pesquisas publicadas até o momento pouco priorizam, no processo de ensino e aprendizagem, o conceito de quantidade como básico da matemática. A maioria das pesquisas que tratam da formação de conceitos matemáticos volta-se para temas como: análise e discussão do ensinar e aprender os conceitos de aritmética e geometria, conceitos de trigonometria, formação do conceito de volume e números inteiros, função linear e conceito de infinito. O estudo desses temas apresenta informações importantes sobre a atuação do professor em sala de aula, sobre como esse profissional concebe o processo de aprendizagem desses conceitos e como efetivamente atua em sala de aula.

A respeito do ensino propriamente dito, pesquisas apontam a necessidade de se estudar o conhecimento do professor, tendo em vista a disciplina que ele ensina e a influência das crenças e atitudes provenientes de sua formação, bem como de seus conhecimentos profissionais (PIMENTA, 2001; SANT’ANNA, 2001; DIAS, 2001; LEITE, 2002; PATAKI, 2003; LEDUR, 2004; CURI, 2004; AMADEI, 2005; CAETANO, 2004; LIMA, 2005; FABRÍCIO, 2006; CAMILO, 2007; FERIGOLO, 2007; SOARES, 2007; FRANÇA, 2007; ARDENGHI, 2008; CEDRO, 2004, 2008; BUENO, 2009; ROSA, 2009; BARBOSA, 2007; PERES, 2010; VASCONCELOS 2005).

Em segundo lugar, são poucas as produções científicas que apresentam os conceitos matemáticos relacionados à ideia de formação do conceito científico enfocando de fato o conceito de “quantidade” como forma basilar da formação do pensamento matemático. No Brasil, o ensino para a formação de conceitos matemáticos tem sido objeto de pesquisa em alguns trabalhos realizados por diferentes pesquisadores nos últimos anos.

Encontrou-se, por exemplo, na Teoria Histórico-Cultural, o estudo de Cedro, Moraes e Rosa (2010), no qual os autores criticam o ensino do conceito de quantidade pautado apenas na lógica formal e apresentam as possibilidades de organizar o ensino do conteúdo sobre a formação de quantidade levando-se em conta ações que possibilitem o desenvolvimento do pensamento dos estudantes do geral para o particular, do abstrato para o concreto. Para eles (2010, p. 434), “isso implica, começar na escola, pelos números reais, e não pelos números

naturais, como de costume, pois o número natural, que surge da contagem das unidades naturais, aquelas que se encontram isoladas, é uma particularidade do conceito de número real”.

Rosa, Soares e Damazio (2011) levantam alguns questionamentos sobre a forma de trabalhar o conceito de número nos anos iniciais do Ensino Fundamental a partir da contagem de objetos, mostrando à criança um procedimento que ela já conhece e, assim, tornando ineficaz o avanço no desenvolvimento cognitivo em direção à formação do conceito teórico de número. Segundo os autores, o ensino organizado para a formação de conceitos deve considerar as relações dinâmicas entre os diversos conceitos:

[...] é só no campo dos números reais, tomados em sua dinâmica, atividade e movimento, que o conceito de número reflete sua verdadeira natureza. A relação do número real com o objeto pressupõe a existência de relação entre os naturais, racionais, irracionais e inteiros, ou seja, um sistema de conceitos. (ROSA; SOARES; DAMAZIO, 2011, p. 5)

Como já mostrou Davydov (1988, 1982), a finalidade da atividade de aprendizagem é possibilitar aos alunos a condição de incorporarem, em seu repertório, as relações, abstrações e generalizações que caracterizam o conceito de número real.

Nessa perspectiva, Corrêa (2000, p. 48) mostra interconexões explícitas entre informações coletadas referentes aos instrumentos de trabalho dos pescadores artesanais e o bloco de Grandezas e Medidas: braças para medir as redes e contagem para o número de peixes, por meio do cesto como unidade de medida, relações estas estabelecidas pelos alunos e classificadas como pertencentes ao conteúdo de Grandezas e Medidas. Destaca-se neste trabalho o pensamento teórico dos alunos sobre um conceito e o movimento que permitiu esse aprendizado foi constituído pela apreensão das relações estabelecidas entre o conceito em formação e as particularidades que permeiam o objeto de estudo, bem como a maneira como essa relação apareceu em diversos problemas específicos.

Cedro e Moura (2007), em pesquisa realizada no Clube da Matemática (USP), buscaram criar situações que permitissem aos alunos o estabelecimento de relações entre os elementos que compõem os aspectos abstratos e concretos do conceito. A pesquisa demonstrou que as crianças agem intencionalmente em busca de aprendizagem e que a atuação do professor junto ao aluno durante a realização da atividade pedagógica contribui para as discussões sobre o ensino de matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Já Vasconcelos (2005) verificou e analisou as dificuldades que os alunos demonstram em relação à apropriação dos conceitos matemáticos ao concluírem as séries iniciais do

Ensino Fundamental. Também identificou e examinou as concepções que os professores desses alunos possuem a respeito do ensino desses conteúdos. O estudo evidenciou que há uma forte possibilidade das concepções dos professores interferirem no ensino que realizam e na aprendizagem dos alunos. Enfatiza ainda que a interferência negativa de outros fatores durante o processo de aprendizagem deve ser entendida e contornada pela atuação do professor bem formado.

Outro trabalho importante foi a pesquisa empreendida por Moysés (1997), que apresenta a possibilidade de formação de conceitos na perspectiva vygotskiana. Conforme a autora, a formação de conceitos pelo indivíduo decorre do confronto que se constitui entre o desenvolvimento dos conceitos espontâneos – adquiridos no cotidiano, a partir do contato com determinados objetos, fatos ou fenômenos, sem intencionalidade – e científicos – sistematizados e transmitidos intencionalmente com o propósito de atingir determinados objetivos e, portanto, tratados no ambiente de aprendizagem escolar. Pressupõe uma relação consciente entre o sujeito e o objeto do conhecimento, em que a ação do professor requer o entendimento de como se processa a aprendizagem por parte do aluno.

Essas pesquisas permitem afirmar que há pesquisadores que optaram pela investigação sobre o ensinar e o aprender matemática preocupando-se com a qualidade das ações empreendidas tanto por aqueles que ensinam quanto pelos que aprendem matemática no ambiente de aprendizagem escolar. No entanto, não focam o ensinar e o aprender o conceito de quantidade nos anos iniciais do Ensino Fundamental, o que torna importante a proposta da presente pesquisa.

A opção por focar nesta pesquisa a formação de conceitos, em particular o conceito “quantidade”, segundo o professor que o ensina, tem em vista contribuir para esclarecer algo que, à primeira vista parece óbvio. O que esse professor entende sobre a lógica da formação de conceitos? Como esse professor conceitua quantidade? Como organiza o seu ensino? Poder-se-ia simplesmente fazer uma afirmação generalizante pressupondo que o professor não tem um conceito de quantidade e que este não tem sido ensinado aos alunos, dados os baixos resultados de desempenho dos alunos mostrados nos indicadores oficiais. Contudo, como em pesquisa não é possível contentar-se com o que aparenta obviedade, principalmente na ciência dialética, tal questão merece ser investigada em busca de elementos que nos forneçam uma compreensão mais clara, dada a importância do problema do ensino e da aprendizagem de matemática no contexto escolar brasileiro atual.

Entre os profissionais da educação, aquele que se destaca por atuar diretamente junto ao aluno nas instituições escolares de ensino é o professor. A ele atribui-se, na maioria das

vezes, a responsabilidade pelo sucesso ou pelo fracasso do aluno frente à aprendizagem alcançada ao final de uma etapa escolar. Entende-se que o conjunto de conhecimentos esperado do aluno ao final de cada etapa apresenta uma estreita relação com os conceitos que este conseguiu desenvolver durante seu processo de formação educacional (BERTONI, 2011; LIMA, 2011). A aquisição de conceitos, por sua vez, depende muito da atividade de ensino do professor. Para além de simplesmente atribuir ao professor o fracasso ou o baixo desempenho dos alunos, faz-se necessário compreender o que se encontra na base da atividade do professor, em que concepções ele se fundamenta, que conceitos possui acerca do que ensina e como essas concepções e conceitos fundamentam (ou não) sua atividade de ensino.

A escolha do objeto de pesquisa recaiu no Ensino Fundamental porque os dados oficiais comprovam que é nesse nível que se concentra a maioria das crianças. É nessa etapa que os alunos têm contato com os primeiros conceitos científicos, que devem constituir-se como a base para o desenvolvimento posterior da aprendizagem de conceitos mais complexos da matemática e de outras ciências correlatas. Entende-se que a qualidade da aprendizagem de conceitos nessa etapa depende fortemente da atuação do professor, de seu modo de organizar o ensino e das atividades de aprendizagem dos alunos. Estas devem estar orientadas para a formação de conceitos, como defende Davydov (1988), pois as crianças menores já são capazes de aprender pelo processo de formação de conceitos.

Como se sabe, a aprendizagem humana ocorre em diferentes momentos e nas diversas instâncias da vida social e individual da pessoa, em íntima relação com suas experiências sociais e culturais. Libâneo (2005) descreve que a aprendizagem pode ocorrer de forma sistemática ou de forma assistemática, dependendo da instância em que ocorre. A aprendizagem assistemática decorre das situações do dia-a-dia dos indivíduos, incluindo todos os aspectos da vida humana em sociedade. Já a aprendizagem sistemática refere-se a uma situação de ensino com objetivos intencionais, organizados de forma sistemática, cujas atividades acontecem por meio de situações educativas realizadas tanto em instituições não convencionais de educação como naquelas que fazem parte de grupos sociais específicos, como agências formativas e organizações profissionalizantes, caracterizando uma educação não formal. Nessa modalidade as práticas educativas apresentam alto grau de intencionalidade, sistematização e institucionalização, abrangendo aquelas que ocorrem em sistemas escolares de educação formal e sob a responsabilidade dos profissionais da educação. A aprendizagem de matemática na escola requer esse grau de intencionalidade, sistematização e institucionalização, o que significa privilegiar a formação de conceitos científicos de matemática, entre eles o de quantidade, fundamental no sistema conceitual da matemática.

O conceito de quantidade desempenha um papel fundamental na aprendizagem da matemática na escola, visto ser essencial ao aluno na compreensão de inúmeros outros conceitos da matemática. Além disso, exerce um papel na transformação das relações do aluno com a matemática em sua vida cotidiana. Por exemplo, a formação do pensamento teórico de número real torna possível a realização de todas as operações do cálculo. Essa é a razão principal da preocupação em investigar, nesta pesquisa, o entendimento do professor que ensina matemática no ensino fundamental acerca da formação de conceitos pelo aluno e também acerca do conceito de quantidade. Desse modo, é preciso se debruçar sobre o problema: como o professor que ensina matemática no ensino fundamental caracteriza a formação de conceitos pelo aluno? De que forma esse professor caracteriza o que é um conceito? E o conceito de quantidade, como o caracteriza? De que forma esse entendimento manifesta-se em sua prática de ensino de matemática? Ele adota uma referência teórica pedagógica? Como o professor organiza a atividade dos alunos para a aprendizagem do conceito de quantidade? Que relações há entre essa forma de organização, a concepção teórico-pedagógica expressa pelo professor, e o modo como concebe o conceito de “quantidade”?

Considerando-se que a organização da atividade de ensino e da atividade de aprendizagem sofre influências de outros fatores dentro da escola, também se faz necessário questionar: que fatores são esses e quais o professor identifica como aqueles que influenciam o ensino e a aprendizagem de matemática? No contexto escolar, a quem o professor atribui as dificuldades no ensino para a formação de conceitos?

O problema que a presente pesquisa busca esclarecer pode ser assim resumido: Que entendimento expressa o professor que ensina matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental acerca da formação de conceitos pelo aluno? E sobre o conceito de quantidade? Como essa compreensão influencia a sua prática pedagógica?

Os objetivos específicos foram assim definidos:

- Analisar que entendimento estes professores expressam sobre o processo de formação de conceitos pelos alunos;
- Analisar que conceito matemático de “quantidade” expressam;
- Analisar as relações entre as concepções expressas e a forma como os professores organizam e atuam no ensino;
- Identificar os fatores do contexto escolar que influenciam no ensino e aprendizagem dos alunos.

Conhecer “que conceito de conceito” tem o professor que ensina matemática nos anos fundamentais e, ainda, “que conceito ele tem de quantidade”, é um passo importante na compreensão do problema da aprendizagem escolar de matemática nos anos fundamentais. Os resultados desta pesquisa buscam contribuir com uma análise do que já foi pesquisado sobre o tema da formação de conceitos, especificamente na área da educação matemática. Ademais, procura oferecer uma análise com elementos que auxiliem na compreensão das insuficiências do ensino escolar de matemática em nosso país, expressas no baixo desempenho da maioria dos alunos.

O processo de aprendizagem humana tem sido objeto de investigação de diversos teóricos e pesquisadores ao longo da história, particularmente os psicólogos e pedagogos. No que se refere à aprendizagem por meio da formação de conceitos destacam-se, no Brasil, a presença de estudos e pesquisas que seguem a escola piagetiana e também os que seguem a escola vygotskiana movidos, de modo geral, pela busca da explicação sobre o processo de desenvolvimento psicológico humano em sua relação com a aprendizagem. Na presente pesquisa opta-se por seguir a tradição teórica da escola vygotskiana, que a nosso ver supera em diversos aspectos a teoria piagetiana, sobretudo no que se refere ao processo social da formação e desenvolvimento do pensamento humano, com importantes contribuições para o ensino e a aprendizagem escolares.

A Teoria Histórico-Cultural, formulada pelo psicólogo russo Lev Semenovich Vygotsky, oferece uma análise e explicação do processo de formação de conceitos com grande relevância para a educação não somente por seu enfoque nos processos psicológicos, mas, sobretudo, por mostrar que o desenvolvimento humano possui gênese social, histórica, cultural. No Brasil, vários pesquisadores se ocuparam e se ocupam em estudar os principais conceitos elaborados pelo pesquisador russo, entre eles Oliveira, Costa e Moreira (2001, p. 43), que afirmam sobre Vygotsky:

Inspirado nas ideias de Marx enfatizou o caráter transformador da atividade humana, reafirmando a ideia de que o homem, ao mesmo tempo em que age na natureza transformando-a, sofre os efeitos dessa transformação que ele mesmo promove. Essa forma de atividade que retrata a relação homem-mundo é intencional, planejada, movida por motivos sociais e mediada pelo uso de instrumentos, ultrapassando assim a sua dimensão estritamente biológica.

As atividades que o homem desenvolve são mediadas por instrumentos que favorecem e viabilizam suas ações sobre os objetos. Quando a sua mão não alcança o alvo que deseja, o

homem procura ou constrói um objeto que favoreça a sua ação, ou seja, constrói outro recurso que o auxilia (OLIVEIRA; COSTA; MOREIRA, 2001).

O homem, ao usar esses recursos, procura facilitar suas ações, e o que lhe permite realizar essa atividade é a sua capacidade de inventar e criar meios que viabilizem a resolução de um problema ou situação ou mesmo atender a uma necessidade. Portanto, através de sua capacidade mental, registra a sua experiência e guarda o instrumento utilizado para fazer uso dele em outras situações. Além disso, em decorrência da utilização de instrumentos e do pensar sobre o uso destes, o homem é capaz de desenvolver mecanismos internos que se transformam em funções psicológicas superiores, ligadas a sua consciência, a sua capacidade de articular mentalmente o que deseja. Esse movimento permite a criação de um conjunto de elementos que contribuem para o seu desenvolvimento como sujeito, afirma Vygotsky.

Os estudos empreendidos por Vygotsky sobre os processos de desenvolvimento e de aprendizagem constituem uma inestimável contribuição para a educação escolar. Segundo esse estudioso, o processo de aprendizagem é anterior ao desenvolvimento, tendo em vista que os processos iniciais, os chamados brotos de desenvolvimento, constituídos por situações anteriores, são favorecidos efetivamente por meio das experiências sociais significativas decorrentes da aprendizagem, viabilizadas com a mediação de outras pessoas com quem o indivíduo interage e convive.

Esse tipo de experiência social possibilita ao indivíduo compreender as formas de funcionamento psicológico alcançadas através do meio cultural. Ao assumi-las, torna-as suas: reelabora-as ou as recria, e as incorpora às estruturas já existentes. O indivíduo constrói seus próprios significados e emprega-os como instrumentos de seu pensamento individual para atuar no mundo, de acordo com as suas necessidades (OLIVEIRA; COSTA; MOREIRA, 2001).

Por considerar de extrema importância pedagógica e didática os princípios da Teoria Histórico-Cultural de Vygotsky e o avanço desses princípios consubstanciado na teoria do ensino desenvolvimental de Davydov, optou-se por tê-las como fundamentação teórica principal da presente pesquisa.

Para alcançar os objetivos, a pesquisa foi desenvolvida em duas etapas, uma envolvendo pesquisa bibliográfica e outra envolvendo pesquisa empírica. A pesquisa bibliográfica consistiu no levantamento das principais pesquisas realizadas no período entre 2002 e 2012 e que buscaram o entendimento sobre a formação de conceitos matemáticos. Ademais, foram buscados, na literatura científica, os principais aportes teóricos que

explicitam a questão da formação do conceito tendo como base a Teoria Histórico-Cultural, mais precisamente as teses de Vygotsky e de seus seguidores, em particular Davydov.

A pesquisa empírica teve como cenário geográfico o município de Goiânia e como sujeitos os professores que atuam nos anos iniciais do Ensino Fundamental. As entrevistas e as observações em sala de aula foram os instrumentos adotados para a coleta de dados, a fim de evidenciar o entendimento do que expressa o professor sobre a formação do conceito matemático, em especial o de quantidade e a relação desse entendimento expresso pelo professor e por sua prática pedagógica.

Este texto descreve integralmente a pesquisa, por meio de três capítulos, além da introdução e das considerações finais. No primeiro capítulo abordam-se e reúnem-se as pesquisas que tratam sobre a formação de conceitos matemáticos, com uma análise detalhada de sua natureza, objeto, fundamentação teórica, contribuições e limites. O segundo capítulo apresenta o referencial teórico e parte da teoria histórico-cultural de L. S. Vygotsky para alcançar a teoria do ensino desenvolvimental de V. V. Davydov, tendo como foco principal o processo de formação de conceitos, sua importância e as implicações para o ensino de matemática, em particular do conceito de quantidade. No terceiro capítulo faz-se a exposição da pesquisa empírica, com a apresentação dos dados e sua análise. Por fim, são apresentadas algumas considerações a partir dos resultados encontrados tanto nos aportes teóricos quanto na atuação e no entendimento expresso pelo professor sobre a formação do conceito de quantidade pelos alunos.

## **CAPÍTULO I**

### **A FORMAÇÃO DE CONCEITOS EM MATEMÁTICA: AS PESQUISAS**

#### **1.1 INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE A PESQUISA BIBLIOGRÁFICA**

A educação matemática no Brasil vem se desenvolvendo com crescente preocupação frente às questões e abordagens com temas como formação de professores de matemática, ensino de matemática, aprendizagem de matemática, currículo e conteúdo de matemática, pesquisa sobre educação matemática, entre outros, com diversas abordagens teóricas, posições político-filosóficas e desdobramentos para a educação matemática, particularmente no contexto escolar (FIORENTINI, 1994, 2008; D'AMBROSIO, 2011; FIORENTINI e CRECCI, 2012; FIORENTINI e LORENZATO, 2007; MOREIRA e DAVID, 2005).

A presente pesquisa se desenvolveu em torno da questão norteadora central: o entendimento do professor que ensina matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental a respeito do processo de formação de conceitos pelo aluno e a influência desse entendimento na sua prática pedagógica. Em seu escopo, tornou-se necessário esclarecer questões como: as pesquisas e os estudos em educação matemática têm tratado do problema da formação de conceitos matemáticos no ensino escolar? O que tem sido discutido a esse respeito? O que tem sido investigado sobre metodologia e procedimentos de ensino da matemática? Para que níveis de ensino essas pesquisas e estudos têm se voltado? Que bases teórico-conceituais predominam como fundamentos desses estudos e pesquisas?

Buscando o esclarecimento dessas questões, realizou-se uma pesquisa bibliográfica definindo-se como período de abrangência os anos de 2002 a 2012 e, neste capítulo, busca-se descrever a pesquisa e seus resultados. Considerando-se a influência dos estudos de Piaget sobre a discussão do ensino e aprendizagem de matemática e, mais recentemente, também a influência da Teoria Histórico-Cultural, o objetivo geral da pesquisa foi identificar e descrever as pesquisas e os estudos já realizados na área da educação e de educação matemática abrangendo o tema da formação de conceitos, verificando essas duas influências. Os objetivos específicos foram: a) destacar o que tem sido investigado sobre métodos e procedimentos de ensino em matemática, enfocando os conceitos em matemática; b) identificar as bases teóricas que sustentam as pesquisas sobre formação de conceitos matemáticos.

Considerando-se o grande número de Programas de Pós-Graduação em Educação e a significativa produção resultante de pesquisas de dissertações e teses, bem como o fato de que nem todos esses trabalhos são divulgados por meio de outras publicações, a pesquisa teve como uma das fontes o Banco de Teses da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), que disponibiliza integralmente as teses e dissertações defendidas em Programas de Pós-Graduação no país. A opção por essa base de dados justifica-se também por outros fatores: a) permite uma abrangência nacional, considerando-se a existência de Programas de Pós-Graduação em todas as regiões do país; b) os Programas dedicam-se à formação de professores e ao seu desenvolvimento para a atuação no ensino e na pesquisa, concentrando grande parte da pesquisa sobre os temas educacionais e, particularmente, sobre educação matemática; c) a avaliação contínua dos Programas de Pós-Graduação pela Capes considera a qualidade acadêmica e científica das dissertações e teses.

Para a busca e identificação das teses e dissertações foram utilizados descritores mais amplos: formação de conceitos, formação do conceito de quantidade e modos de organização do ensino de matemática.

Devido ao grande volume de dissertações e teses encontrado, adotou-se o critério de leitura somente dos resumos, exceto quando estes não descreviam metodologia e/ou a fundamentação teórica utilizada. Nesses casos a busca pelos dados omissos nos resumos foi feita a partir da leitura panorâmica do trabalho completo. Embora esse seja um fator que pode limitar o entendimento da pesquisa em pauta, procurou-se atentar para que os dados localizados fossem suficientes para o alcance do objetivo. Após a seleção dos trabalhos por meio dos critérios estabelecidos para a busca e do enfoque eleito na pesquisa, foi realizada a leitura dos textos na íntegra.

Para manter o direcionamento ao objetivo e o foco nas questões problematizadas foram definidos os seguintes critérios de verificação e análise do material encontrado: a) bases teórico-conceituais utilizadas, com especial atenção para a presença ou não das perspectivas construtivista (Piaget) e histórico-cultural (Vygotsky); b) formação de conceitos matemáticos; c) níveis de ensino investigados; d) formas de ensino da matemática.

A grande quantidade de trabalhos encontrados gerou a necessidade de se estabelecer mais alguns critérios, visando o refinamento da seleção, a saber: trabalhos com data de publicação mais recente; proximidade com o tema formação de conceitos; formas de organização do ensino.

Com a utilização dos descritores e a aplicação dos critérios, foram encontrados 367 trabalhos abordando o processo de formação de conceitos matemáticos, sendo 261

Dissertações de Mestrado e 106 Teses de Doutorado. Quanto ao descritor ‘ensino de conceitos de quantidade’ enquanto conceito nuclear da matemática, apenas dois trabalhos foram localizados na busca. Do início para o final do período analisado verificou-se a tendência de crescimento da quantidade de trabalhos, sendo um dos possíveis motivos desse crescimento a elevação do número de Programas de Pós-Graduação na Área de Educação e de Matemática<sup>5</sup>.

Analisando-se os temas em relação aos descritores utilizados, foi possível chegar-se a três agrupamentos envolvendo “formação de conceitos”, descritos na tabela a seguir:

**Tabela 03** - Teses e Dissertações abordando o tema formação de conceitos em Matemática no período de 2002-2012.

| Ano  | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | Total |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Descritor: Formação de Conceitos Matemáticos                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| Dissertações   | 06   | 06   | 06   | 06   | 08   | 04   | 12   | 07   | 13   | 16   | -    | 84    |
| Teses  | 01   | 01   | -    | 01   | 02   | 01   | 01   | 01   | 03   | 01   | -    | 12    |
| Descritor: Ensino de Conceitos Matemáticos                                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| Dissertações   | 10   | 06   | 13   | 05   | 13   | 05   | 14   | 07   | 47   | 57   | -    | 177   |
| Teses  | 05   | 03   | 04   | 06   | 13   | 11   | 12   | 14   | 09   | 16   | -    | 93    |
| Descritor: Ensino de Conceito de Quantidade (conceito nuclear da Matemática) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| Dissertações   | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 00    |
| Teses  | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 01   | -    | -    | 01   | 02    |
| Total de dissertações  | 16   | 12   | 19   | 11   | 21   | 09   | 26   | 14   | 60   | 73   |      | 261   |
| Total de teses   | 06   | 04   | 04   | 07   | 15   | 12   | 13   | 16   | 12   | 17   | -    | 106   |
| Total geral  | 22   | 16   | 23   | 18   | 36   | 21   | 39   | 30   | 72   | 90   | 01   | 368   |

**Fonte:** Tabela elaborada pela autora com base em dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior - CAPES - Banco de Teses e Dissertações.

Verifica-se que o quantitativo de trabalhos ano a ano mantém-se mais ou menos regular, com uma elevação das dissertações a partir do ano de 2009 nas temáticas “formação de conceitos matemáticos” e “ensino de conceitos matemáticos”. Chama a atenção o fato de haver no período apenas duas teses envolvendo o tema “ensino de conceito de quantidade”, o que indica que não tem havido por parte dos pesquisadores da área a preocupação com esse tema, embora o conceito de quantidade seja basilar para o desenvolvimento do pensamento do aluno em matemática. Realça também a importância e a necessidade de se realizarem pesquisas sobre o tema, como a proposta nesta tese.

Aspecto importante a ser analisado diz respeito à área de conhecimento em que as pesquisas se inserem ao tratarem da educação matemática e, particularmente, da formação de conceitos matemáticos. Pode-se verificar a presença de cinco áreas, sendo frequente um

<sup>5</sup> Em informações na página da Capes em abril de 2013 consta que na Área da Educação existem 143 Programas, sendo 23 Mestrados Profissionais, 58 Mestrados Acadêmicos e 62 Mestrados Acadêmicos e Doutorados. Na Área da Matemática são 48 Programas, sendo dezenove apenas Mestrado Acadêmico, 21 Mestrado Acadêmico e Doutorado, três apenas Doutorado e cinco somente Mestrado Profissional.

mesmo trabalho adotar fundamentos teóricos de distintas áreas, argumentando ser de forma complementar.

**Tabela 04** - Áreas do Conhecimento em que se situam as Teses e Dissertações abordando o tema formação de conceitos no período de 2002-2012

| Área Conhecimento                           | Referências  | Nº  |
|---|--|-----|
| Pedagogia,<br>Didática, Formação<br>Docente | Chevallard - Transposição Didática   | 10  |
|   | Douady - Interação entre Domínios (dialética ferramenta objeto)            | 08  |
|   | Hargreaves - Formação Docente  | 02  |
|   | Schön - Formação Reflexiva   | 12  |
|   | Schulman - Conhecimento Profissional Docente                               | 11  |
|   | Tardif - Saberes Docentes  | 10  |
|   | Fiorentini - Formação de Professores                                       | 08  |
|   | Nóvoa - Formação de Professores  | 07  |
|   | Brousseau - Teoria das Situações Didáticas                                 | 13  |
| Psicologia                                  | Piaget - Epistemologia Genética  | 25  |
|   | Vigotsky - Teoria Histórico-Cultural                                       | 114 |
|   | Ausubel - Aprendizagem Significativa                                       | 10  |
|   | Klausmeier e Goodwin - Modelo de Formação de Conceitos                     | 01  |
|   | Leontiev - Teoria da Atividade   | 05  |
|   | Davydov - Ensino Desenvolvimental  | 09  |
| Filosofia                                   | Bachelard - Teoria do Obstáculo Epistemológico                             | 01  |
|   | Lakoff e Johnson - Teoria da Cognição Corporificada                        | 01  |
|   | Wittgenstein - Filosofia Analítica   | 06  |
| Matemática,<br>Educação<br>Matemática       | Campbel e Zaskis - Teoria Elementar dos Números                            | 03  |
|   | D'Ambrósio - Etnomatemática  | 17  |
|   | Duval - Teoria dos Registros de Representação Semiótica                    | 24  |
|   | Tall e Vinner - Formação de Conceitos nos Três Mundos da Matemática        | 05  |
|   | Van Hiele - Teoria da Elevação do Desenvolvimento dos Níveis de Pensamento | 09  |
|   | Vergnaud - Teoria dos Campos Conceituais                                   | 23  |
| Sociologia                                  | Chartier - Conceito de Apropriação   | 04  |
|   | Chervel - Conceito de Disciplina Escolar                                   | 05  |

**Fonte:** Tabela elaborada pela autora com base em dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior - CAPES - Banco de Teses e Dissertações.

As pesquisas situadas na área da Sociologia, como a de Soares (2008), oferecem contribuições à compreensão da educação matemática escolar a partir de análises sobre: mecanismos de apropriação das ideias por parte do professor e seu uso na modificação ou reforço das ideias já existentes na cultura escolar (Chartier); determinação pela sociedade do conteúdo a ser ministrado (Chervel). A defesa que o professor faz dos conteúdos que lhe são confiados é uma questão que merece atenção, pois a ação do professor deve ser organizada intencionalmente e lhe confere o poder de interagir com o aluno para potencializar seu desenvolvimento por meio da aprendizagem desses conteúdos. No entanto, ao discutirem a

apropriação dos conteúdos matemáticos, essas pesquisas não atingem um aspecto central da educação escolar: a apropriação mental do conceito matemático pelo aluno.

Entre as pesquisas situadas no campo da Filosofia, algumas mostram a dificuldade que o professor tem em lidar com a prática docente. Gomes (2006), por exemplo, com base em Bachellard, buscou identificar os obstáculos epistemológicos e didáticos que permeiam a aprendizagem matemática de futuros professores em séries iniciais com o intuito de provocar desequilíbrio e desestabilizar algumas crenças fortemente arraigadas e que comprometem a prática docente. As discussões permeiam perspectivas de cunho filosófico-educacional, ora enfatizando o desenvolvimento da racionalidade na criança ora a comunicação como princípio básico para potencializar o entendimento do aluno no processo de construção de conceitos matemáticos.

Grande número de trabalhos realizados a partir de autores consagrados e de suas respectivas teorias foram incluídos no agrupamento Pedagogia/Didática/Formação Docente. Nesse grupo, as pesquisas mostram uma diversidade de abordagens que contemplam a formação docente, a prática pedagógica, o conhecimento profissional docente e os saberes necessários à atuação docente. Brousseau, Schön e Schulman foram os mais citados nos trabalhos cujas discussões nortearam a questão da formação do professor de matemática. Puentes, Aquino e Quillic Neto (2009) apresentam uma pesquisa que teve como objetivo analisar diferentes classificações e tipologias sobre a formação de professores. Esses autores mostram a diversidade de abordagens e como essas pesquisas tem se propagado nas últimas décadas, apontando que se destacam na literatura científica, dentre os assuntos mais discutidos, os conhecimentos, os saberes e as competências necessárias ao exercício da docência. Afirmam, ainda, que Schulman é um dos teóricos que mais tem contribuído para o fortalecimento do campo chamado “saberes docentes”. Ademais, para eles (2009, p. 173-174), Schulman está entre os primeiros a “considerar a existência, no professor, de um conhecimento didático do conteúdo, diferenciado do conhecimento próprio do conteúdo”. Libâneo (2013, no prelo) reconhece a importância do trabalho de Schulman sobre os saberes necessários para a ação docente, mas adverte que Davydov se ocupa em mostrar em suas pesquisas um entendimento sobre o conhecimento do conteúdo da disciplina e do conhecimento pedagógico, afirmando: “A abordagem de Schulman traz ricas contribuições para o conhecimento profissional do professor. No entanto, ainda que ajude a compreender a imbricação entre o conhecimento disciplinar e o conhecimento pedagógico, eles permanecem paralelos, sem ligar mais diretamente o conhecimento pedagógico do conteúdo aos aspectos epistemológicos das matérias”.

Davydov avança um pouco mais que Schulman mostrando a evolução da teoria com relação ao conhecimento científico da matéria e o conhecimento didático-pedagógico de forma integrada. Davydov faz uma proposta de ensino e aprendizagem mais concreta que Schulman. Mostra a possibilidade de unir o conhecimento da matéria com o método (procedimentos), alcançando essa integração ao propor os passos para a organização do ensino e pelos princípios que defende para a formação de conceitos. Ao organizar a tarefa de ensino em que os alunos tenham que localizar o núcleo do objeto de estudo e a partir desse núcleo serem capazes de fazer as relações particulares desse objeto com outros conceitos, reproduzindo-o mentalmente, exige que esse professor tenha um conhecimento articulado do conteúdo e dos procedimentos necessários à materialização mental desse conceito. O conhecimento teórico, conteúdo da atividade de ensino e aprendizagem, possibilita a via de desenvolvimento do pensamento teórico do aluno.

As abordagens sobre a formação do professor e dos saberes necessários à docência evidenciam a preocupação dos pesquisadores quanto ao papel desempenhado pelo professor em sua atuação docente em relação à formação recebida.

Acerca da fundamentação teórico-conceitual, identificou-se uma diversidade de abordagens, sendo expressiva a fundamentação na Teoria dos Registros de Representação Semiótica (Duval), na Etnomatemática (D'Ambrosio), na Epistemologia Genética (Piaget), na Teoria dos Campos Conceituais (Vergnaud), o professor reflexivo e a prática reflexiva (Schon) e na Teoria das Situações Didáticas (Brousseau), como mostra a tabela 04.

É significativa a presença da Etnomatemática, a partir dos estudos de Ubiratan D'Ambrosio, pesquisador brasileiro da área de matemática, figurando entre os diversos autores estrangeiros de diversas áreas. Tal expressividade denota a forte atuação dos Grupos de Pesquisa que seguem essa perspectiva teórica em contraposição a abordagens tradicionais da matemática e de seu ensino e aprendizagem.

Contudo, o que mais chama a atenção é a predominância da Teoria Histórico-Cultural (Vygosky), com grande diferença em relação às demais teorias/conceitos adotados nas dissertações e teses: mais de 33% das dissertações e mais de 31% das teses. Se considerarmos que a Teoria da Atividade (Leontiev) e a Teoria do Ensino Desenvolvimental (Davydov) situam-se dentro da tradição da Teoria Histórico-Cultural, chega-se a 38,3% das dissertações e 36,3% das teses.

Esses resultados mostram o quanto tem sido expressiva a presença dessa abordagem nos estudos e nas pesquisas em educação matemática. Pode-se inferir, a partir dessa expressiva presença, que estudiosos e pesquisadores no Brasil na década em estudo estão

preocupados em construir uma compreensão dos problemas e das questões ligadas à educação matemática e ao desenvolvimento do aluno como processos sociais e históricos. Nota-se, portanto, um deslocamento em relação ao que ocorria em décadas anteriores, quando eram mais frequentes enfoques fundamentados na Epistemologia Genética de Piaget e na compreensão do desenvolvimento do aluno como processo preponderantemente individual.

A expressiva presença da Teoria dos Registros de Representação Semiótica (Duval), da Teoria dos Campos Conceituais (Vergnaud) e da Etnomatemática (D'Ambrosio) sinaliza a preocupação efetiva com a compreensão e com o avanço qualitativo do ensino e da aprendizagem da matemática.

Balke (2011), a partir da teoria de Duval, explica que a representação de um conceito matemático pelo aluno oferece um processo de comunicação a partir do qual este é capaz de articulá-lo, relacionando-o aos demais conceitos que formam uma rede conceitual; na sequência, o ato de registrá-lo converte-o em uma significação cognitiva.

A Etnomatemática defende a compreensão de que os conteúdos ensinados na matemática devem ser os mais próximos possíveis do cotidiano do aluno, isto é, os saberes matemáticos oriundos das diversas culturas devem estar ao lado do saber matemático acadêmico. Essa concepção legitima o saber do mundo cultural do sujeito, valorizando-o. Por exemplo, a relação de quantidade é uma característica comum a todos os povos, em toda a história do homem. A relação do homem com a matemática teve início com a necessidade de quantificar as coisas e a partir daí foi imperativo a este homem ter o domínio da relação existente entre as quantidades. Surgiu então o número natural, uma forma de ter o controle sobre o estado atual de uma dessas relações: mais, menos, maior que, menor que.

Considerando a quantificação das coisas como característica comum a todos os povos, a Etnomatemática se insere enquanto tendência matemática como uma abordagem importante para analisar as particularidades do pensamento matemático de uma cultura e dos saberes culturais de um povo. D'Ambrosio (2002, p. 22) afirma que a todo instante as “pessoas estão comparando, classificando, medindo, generalizando, inferindo e, de algum modo, avaliando, usando os instrumentos intelectuais e materiais que são próprios a sua cultura”. Assim, essa tendência possibilita ao professor organizar o ensino de modo que o aluno aproprie-se dos conteúdos matemáticos e que essa apropriação seja relevante para definir as tomadas de decisão sobre os instrumentos materiais que possam subsidiar ou impulsionar o desenvolvimento do pensamento matemático do aluno. O desenvolvimento das capacidades de saber-fazer torna o aluno um ser capaz de promover ações modificadoras do ambiente em que vive e este, ao modificar o ambiente, modifica a si mesmo e aos demais.

A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, que também se destacou nas produções encontradas, situa-se na área de Psicologia e em uma perspectiva piagetiana. Vergnaud foi discípulo/orientando de Piaget e reconhecedor das ideias piagetianas de esquemas como sendo a estrutura nuclear para explicação do processo de aprendizagem do indivíduo. No entanto, critica Piaget por não tomar o próprio conteúdo do conhecimento e a análise conceitual do domínio desse conteúdo. Assim, Vergnaud passa a interessar-se pelas chamadas estruturas aditivas e estruturas multiplicativas na expectativa de explicar as dificuldades que os alunos apresentam ao lidar com a aprendizagem dos conceitos dos conteúdos ensinados na matemática. Na abordagem teórica de Vergnaud o professor deve organizar o ensino a partir de um campo conceitual, e não de um conceito isolado. Para o autor um conceito, mesmo sendo dos mais simples, é constituído a partir de várias situações, que, mesmo sendo simples, envolve um sistema de conceitos (MOREIRA, 2002).

Lopes (2011) descreve as divergências e aproximações entre Vergnaud e Piaget, aproximando-se da análise feita por Moreira (2002). Em relação à abordagem teórica de Vygotsky, Lopes assinala que as ideias de Vergnaud se aproximam dos conceitos de interação social, linguagem e uso de símbolos para designar um estado de conhecimento sobre um determinado conceito matemático. Todavia, é questionável a identificação de uma complementaridade entre considerar a Teoria dos Campos Conceituais e a Teoria Histórico-Cultural, uma vez que ambas partem de matrizes do conhecimento distintas. Enquanto Vergnaud fundamenta-se em Piaget buscando ampliar sua teoria para a didática de Matemática, Vygotsky fundamenta-se em Marx para criar uma explicação materialista dialética do desenvolvimento psicológico humano em sua relação com a aprendizagem.

É verdade que Vygotsky e Piaget consideram tanto os aspectos biológicos quanto os sociais, mas o fazem de forma distinta. Para Piaget, o meio é responsável por facilitar o desenvolvimento das estruturas psicológicas próprias do indivíduo e a experiência social se traduz em algo externo ao processo de desenvolvimento mental, representando apenas a relação entre os indivíduos. Já para Vygotsky, o meio externo é o conjunto das relações sociais e culturais em um contexto histórico, sendo o substrato que dá origem ao desenvolvimento mental do indivíduo. Segundo Vygotsky, o social é condição para o desenvolvimento cognitivo do indivíduo, condição para a existência da humanidade, todavia, não se limita às relações entre os homens, pois abrange toda a história de desenvolvimento do ser humano e seu processo de apropriação da história e da cultura e suas transformações.

Ainda, verificou-se, na análise das teses e dissertações encontradas, que a Psicologia, mais precisamente a Psicologia pedagógica, é uma área de conhecimento em que se insere

uma expressiva quantidade de trabalhos, com fundamentação na Teoria Histórico-Cultural, tendo nos conceitos de Vygotsky a sua principal referência. Em vários destes trabalhos são utilizados também outros autores a título de complementação da proposta de Vygotsky, destacando-se Vasili V. Davydov, com a Teoria do Ensino Desenvolvimental, que defende ser a apropriação do conhecimento resultado da atividade humana. Seguidor das ideias de Vygotsky, Davydov debruçou-se sobre a análise e explicação do ensino e da aprendizagem escolar como forma privilegiada de promover o desenvolvimento das crianças e jovens.

Outro aspecto verificado nas dissertações e teses foi que as abordagens teóricas defendidas por vários autores, nas áreas do conhecimento matemático, filosófico, psicológico e de formação de professores, mostram as posições em relação aos questionamentos acerca do processo de formação de conceitos matemáticos. Nessas pesquisas foi possível perceber quais conteúdos são objeto de investigação e a relação desses conteúdos com a aprendizagem e com o desenvolvimento de conceitos pelos alunos.

Constatou-se, ademais, a preocupação dos autores em investigar a formação de conceitos sobressaindo-se, no conteúdo da matemática, os conceitos de aritmética, geometria, estatística, volume, números inteiros, função linear, conceito de infinito, álgebra, área, fração, números racionais, equações, números naturais, sistema de numeração decimal, operações aritméticas, entre outros. Contudo, observou-se também que essas pesquisas enfocaram mais a busca de respostas ligadas ao contexto do processo de formação de conceitos pelo aluno do que ao processo em si.

Salientam-se, nessa perspectiva, os trabalhos de Madeira (2009), Tenório (2010), Santos (2011), Barreto (2009), Prado (2008) e Lacanallo (2011), cujas investigações buscam a compreensão de possíveis contribuições oferecidas pelos jogos, pelo uso de software e pelos materiais pedagógicos ao aluno em sua dinâmica de aprendizagem para a construção dos conceitos considerados fundamentais na matemática. Os objetivos dessas pesquisas giram em torno da investigação de como os recursos pedagógicos podem constituir-se em apoio metodológico na organização do ensino e na formação intelectual dos alunos a partir do seu envolvimento com os conteúdos matemáticos. Os resultados mostraram, de forma geral, que, se houver intencionalidade pedagógica nos objetivos ao inserir esses recursos em sala de aula, os alunos aprendem melhor e se desenvolvem intelectualmente, potencializando a apropriação dos conceitos matemáticos pelos alunos.

O enfoque sobre as situações significativas e a ênfase na resolução de problemas como orientação metodológica se fez presente em vários trabalhos. Dentre eles destacam-se Yoshida (2002), Duarte (2002), Guimarães (2009) e Quintiliano (2011), que se ocuparam em

mostrar as contribuições dessas estratégias no planejamento do estudo dos conceitos matemáticos ao serem utilizadas pelos estudantes na resolução de atividades propostas em sala de aula. As pesquisas indicam que essa dinâmica, quando inserida na prática dos professores, favorece a aprendizagem dos alunos e contribui para um ensino mais efetivo, viabilizando condições para que os estudantes agreguem significado ao conhecimento matemático. Como se vê, tais pesquisas focalizam o lado externo, periférico, da aprendizagem do aluno. Suas contribuições não recaem, portanto, sobre o processo de formação de conceitos.

Outra relação que apareceu nas dissertações e teses, de forma acentuada, foi a entre a atuação e a formação do professor. A dificuldade dos professores que ensinam matemática quanto ao necessário domínio do conhecimento do conteúdo a ser tratado pedagogicamente em sala de aula está presente nos trabalhos de Brito (2008), Vasconcelos (2008), Prestes (2003), Cervantes (2011), Ortega (2011) e Freire (2011). O conhecimento profissional dos professores que ensinam matemática e seu envolvimento com o processo de ensinar e de aprender são discutidos pelos pesquisadores como uma prerrogativa necessária para o desenvolvimento intelectual do aluno.

A relação existente entre a maneira como o professor ensina e como ele expressa conhecer o conteúdo de sua disciplina, preparando e organizando as atividades de ensino, são relevantes e merecem o envolvimento de pesquisadores nessa área. Contudo, não encontramos discussão a respeito do processo de aprendizagem e de desenvolvimento intelectual do aluno e a organização do ensino pelo professor, privilegiando a apreensão dos conteúdos matemáticos por parte do aluno. Assim, essas pesquisas permanecem no entorno, no contexto em que ocorre a aprendizagem, não considerando os processos intersíquicos e intrapsíquicos responsáveis pela aprendizagem dos conceitos, apesar de Vigotski (2000) afirmar que o desenvolvimento das funções psíquicas superiores do humano tem um duplo surgimento. Para o autor, primeiramente elas surgem nas relações entre as pessoas, em suas relações sociais, como processos intersíquicos e na sequência nas atividades individuais do sujeito como elementos pertencentes ao seu pensamento, como processos intersubjetivos, próprios da mente humana.

O quadro teórico no qual as pesquisas se fundamentam representa o aparato científico sobre o qual o pesquisador busca as explicações e interpretações que subsidiarão o caráter de pesquisa de seu trabalho, ou seja, as bases teóricas garantem a objetividade das ideias discutidas, evitando que estas se percam no senso comum. Nesta pesquisa, conhecer em que bases teóricas os pesquisadores buscam orientar suas investigações permitiu verificar uma

amplitude de fundamentos permeando a produção na Pós-Graduação na década de 2002 a 2012, particularmente quando se trata da questão da formação de conceitos matemáticos. Esse conhecimento contribui para identificar em que pontos essas pesquisas se aproximam ou se distanciam do proposto nesta discussão sobre a formação de conceitos, além de mostrar as possíveis lacunas que podem explorar temas ainda não discutidos e defendidos por pesquisadores.

Entre os referenciais teóricos predominantes nas pesquisas envolvendo formação de conceitos, como mostrado na tabela 04, o interesse da presente pesquisa restringe-se a breves considerações sobre a presença da Epistemologia Genética para, em seguida, privilegiar as pesquisas que utilizaram a Teoria Histórico-Cultural, na qual se insere a concepção de formação de conceitos aqui adotada.

Nessa perspectiva, os psicólogos soviéticos (Vygotsky, Leontiev e Davydov) contribuem para o entendimento de como se forma um conceito. Os autores centram no conceito de atividade humana o fundamento da formação do universo humano. Eles atribuem à atividade humana a essência das relações, na qual se assenta toda a estrutura responsável pela formação humana. A discussão sobre o papel da atividade humana na constituição do conceito, na visão desses autores, é descrita no referencial teórico ao tratar da atividade humana e da atividade de aprendizagem.

As ideias de Piaget também ocuparam espaço em vários trabalhos encontrados. Para fundamentar as discussões de suas teses ou dissertações, os autores adotaram da Epistemologia Genética a compreensão de que a ação do sujeito sobre o objeto é a força motriz a partir da qual se originam sucessivamente as estruturas cognitivas responsáveis pelo desenvolvimento humano.

Nessa perspectiva, foram localizadas durante a busca 25 pesquisas (catorze Dissertações e onze Teses). Alguns autores (MEZZAROBÀ, 2009; HAIASHIDA, 2004; MAGALHÃES, 2011; AZEVEDO, 2005; PAVAN, 2010; COSTA, 2011; FERRARI, 2008; COSTA, 2003; OLIVEIRA, 2007) optaram por fundamentar suas pesquisas na perspectiva piagetiana e empreenderam, em geral, a análise dos esquemas de ação do aluno na expectativa de que o professor identifique as “brechas” para interagir no processo de aprendizagem; a construção do conceito de perímetro e do conceito de número e a aprendizagem de conteúdos relacionados à aritmética também foram objeto de estudo com essa abordagem epistemológica. Observou-se ainda, nesses trabalhos, a aplicação do Método Clínico Piagetiano tendo como instrumento diferentes situações-problema do campo conceitual aditivo e do campo conceitual multiplicativo envolvendo ideias básicas do conceito de função.

A perspectiva construtivista inspirada em Piaget cresceu no Brasil em um contexto de predomínio da tendência pedagógica denominada de Escola Nova, na década de 1980 (SILVA, 2003). Essa perspectiva continua despertando interesse nos dias atuais, contudo, com menos expressão nas pesquisas em educação matemática, conforme mostra a tabela 04.

## 1.2 OBJETIVOS E ORIENTAÇÕES METODOLÓGICAS NAS DISSERTAÇÕES E TESES FUNDAMENTADAS NA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL

Sabe-se que as pesquisas fundamentadas na Teoria Histórico-Cultural de Vygotsky (1896-1934) vêm se propagando no Brasil desde as décadas de 1980 e 1990, ocasião em que apenas dezessete teses e 44 dissertações foram identificadas, como descrevem Mainardes e Pino (2012). De acordo com os autores, naquelas décadas os trabalhos tratavam de questões e temas envolvendo aprendizagem e desenvolvimento no contexto escolar, papel da linguagem, interações e mediações sociais, processos de significação, jogo simbólico, entre outros.

A elevação quantitativa desses estudos mostra que a concepção vygotskiana sobre aprendizagem e desenvolvimento vem ganhando mais espaço. Essa assertiva se sustenta na identificação de grande número de pesquisas realizadas nos últimos dez anos que tiveram como principal fundamento a Teoria Histórico-Cultural com vistas a oferecer contribuições pedagógicas e subsídios para os estudos e investigações na área da educação matemática, em especial no que se refere ao ensino e à aprendizagem de conceitos matemáticos.

Já há, no Brasil, expressiva quantidade de pesquisadores que se dedicam a tratar da relevância da formação de conceitos como atividade intelectual para a aprendizagem dos alunos. Esses pesquisadores se apoiam nos pressupostos da Teoria Histórico-Cultural. Dentre eles, Sforzi (2003) identificou a existência de um hiato entre as séries iniciais do Ensino Fundamental e a sequência da escolarização dos alunos. De acordo com a autora, enquanto na fase inicial prioriza-se a representação num movimento entre a percepção e a capacidade de síntese, na adolescência espera-se que os alunos sejam capazes de fazer generalizações teóricas. A autora observa que, nessa periodização de níveis e capacidades cognitivas, considerando a existência das diferenças na capacidade de fazer generalizações entre os alunos, está implícito o processo de formação de conceitos.

A pesquisa de Miguel (2005a, 200b) analisa as dificuldades de relacionamento dos alunos com as ideias matemáticas e a preocupação centrada nas características do que poderia

ser denominado de processo de ensino de conteúdos matemáticos situado na perspectiva da formação de conceitos. Mostra, ademais, as implicações dessa postura para a prática pedagógica docente em suas dimensões teóricas e metodológicas. Para o autor, os conteúdos matemáticos fazem parte da cultura geral do cidadão e podem ser observados em sua linguagem e nos demais elementos que constituem sua vida em sociedade. Antes mesmo de sua escolarização o indivíduo já tem consigo os conhecimentos elementares que fazem parte da matemática. O autor afirma que devem ser consideradas, na formação de conceitos matemáticos: a contextualização, que leva em conta, na prática pedagógica do professor, os conhecimentos matemáticos escolares e os conhecimentos matemáticos provenientes do meio cultural do aluno; a historicização, que consiste em mostrar ao aluno a evolução das ideias matemáticas e o enredamento que permite o movimento de articulação dos saberes matemáticos com as outras áreas do conhecimento.

O autor supracitado enfatiza que o processo de formação de conceitos matemáticos pode ser influenciado pela compreensão do educador sobre como ocorre o processo de aprendizagem e a forma como conduz a mediação do processo de aprendizagem ao propor a criação de situações pedagógicas para ensinar o aluno a exercitar a capacidade de pensar e buscar soluções para os problemas que precisa resolver. A importância da relação entre os conceitos espontâneos dos alunos e os conceitos científicos na organização do ensino de matemática também foi salientada na pesquisa. O autor ainda analisou o desenvolvimento cognitivo e a aprendizagem matemática, elencando uma série de implicações relativas a essa compreensão para a efetiva organização das ações docentes. O resultado de sua investigação destaca que, para o ensino de matemática na escola como processo de formação de conceitos, faz-se necessário repensar o papel do professor, as condições do trabalho pedagógico, a maneira de pensar a educação, bem como de agir e sentir em relação a ela.

Cedro (2004) realizou pesquisa com o objetivo de investigar as ações constituintes de um espaço de aprendizagem no ensino das equações do primeiro grau. A pesquisa foi desenvolvida por meio da elaboração, organização e análise de um conjunto de atividades preparadas com o propósito de ensinar conteúdos de matemática. O autor caracterizou o espaço da aprendizagem como o lugar onde se dá a aprendizagem pelo aluno sob orientação da ação intencional do professor. Esse espaço de aprendizagem é constituído por duas ideias: a primeira diz respeito ao objeto da aprendizagem, ao conhecimento como apropriação dos elementos da cultura historicamente formados; a segunda ao sujeito que se apropria de uma maneira ativa dos elementos culturais mediado por outros sujeitos “mais experientes” (CEDRO, 2004, p. 134). O resultado da pesquisa evidenciou que por meio da atividade as

crianças foram capazes de movimentar o pensamento em um processo de análise e síntese, possibilitando a reflexão de suas ações em relação ao conteúdo e potencializando seu desenvolvimento intelectual. A pesquisa mostrou também a inter-relação existente entre a atividade de aprendizagem do aluno e a de organização do ensino por parte do professor.

As circunstâncias e as condições necessárias para que o ensino possa se constituir em instrumento transformador, desenvolvendo a consciência de forma crítica, foram apontadas por Torres (2010). A autora mostra que na escola o aluno encontra o contexto apropriado para potencializar seu desenvolvimento intelectual por meio das diversas atividades pedagógicas preparadas intencional e conscientemente pelo professor. O resultado de sua pesquisa aponta para a importância da mediação pedagógica como uma das condições para o desenvolvimento do pensamento teórico do aluno. O domínio conceitual de um conteúdo apresenta-se como ferramenta necessária ao desenvolvimento das funções psicológicas superiores dos estudantes.

Dias (2007) apresentou um trabalho no campo do ensino e da aprendizagem matemática e teve como objetivo compreender a relação da imagem conceitual com o desenvolvimento da reta real na perspectiva da lógica histórica do conceito. A pesquisa empírica foi realizada com um grupo de professores que ensinam matemática no Ensino Médio. As atividades propostas aos professores tiveram como núcleo a transição de um campo numérico a outro, sempre com foco na reta real, partindo do sistema de numeração posicional e sua transição para o número natural, captando o sentido numérico do movimento. Nessa dinâmica, os principais nexos conceituais foram considerados no movimento do pensamento numérico. A autora afirma que o sujeito, “ao entrar em atividade externa e interna, se inserem no próprio processo de desenvolvimento do conceito”. Ou seja, a partir da “atividade externa o conteúdo do pensamento manifestado nas relações intersíquicas transforma-se em conteúdo da atividade interna, nas relações intrapsíquicas, em processo de interiorização, como é denominado na teoria histórico-cultural” (DIAS, 2007, p. 235).

Ribeiro (2008) defende o planejamento realizado pelos professores como forma de organização do ensino de conteúdos e como uma das ferramentas necessárias à apropriação de conceitos científicos por parte dos alunos. Apoiando-se nos fundamentos teóricos propostos por Nina Talízina para mostrar a importância da apropriação da habilidade do professor em planejar as situações de ensino, Ribeiro apresenta as alternativas ao desenvolvimento de estratégias mentais que potencializam a formação dos conceitos científicos pelos alunos. Planejar situações de ensino de conceitos é uma forma de estruturar antecipadamente as atividades de ensino, de modo que o aluno alcance os objetivos de aprendizagem. Esse procedimento requer dos professores o domínio dos saberes de sua profissão: saberes

disciplinares e saberes didático-pedagógicos, necessários à organização da atividade pedagógica. Esse domínio de saberes profissional deve estar vinculado ao entendimento do professor sobre a formação de conceitos.

Contudo, Ribeiro (2008) acrescenta como um dos saberes profissionais dos professores a capacidade de preparar ações para impulsionar o desenvolvimento dos alunos. Em sua pesquisa, constatou a dificuldade dos professores para realizarem as atividades relacionadas aos procedimentos lógicos exigidos durante o planejamento. A autora aponta como fatores que influenciaram essa dificuldade a falta de domínio de conceitos, de procedimentos e de categorias didáticas do planejamento do ensino.

Tal resultado permite pressupor que a concepção do professor sobre o processo de formação de conceitos e a forma como este professor conduz a organização do ensino dos conteúdos estão relacionadas.

Com foco no ensino de um conteúdo de matemática e tendo como base a Teoria Histórico-Cultural, Demartini (2009) investigou um grupo de alunos da 5ª série do Ensino Fundamental de uma escola pública quanto à formação do conceito de número racional fracionário e o desenvolvimento da capacidade de interpretar, comparar, abstrair e generalizar. O objetivo foi investigar a formação do conceito de número racional na forma fracionária e, mais especificamente, as dificuldades que os alunos enfrentam na formação do conceito de fração. Foram criadas atividades que, ao serem realizadas, exigiam dos alunos avançar a novos estágios, possibilitando-lhes desenvolverem suas capacidades de abstrair e generalizar, formando o pensamento lógico em direção ao processo de formação de conceito de fração. O resultado da pesquisa evidenciou a necessidade de um cuidado especial na elaboração e realização das atividades, de forma que os estudantes possam desenvolver o pensamento lógico em cada situação que lhe for apresentada. A autora chama a atenção para a dificuldade do aluno em formar conceito de fração na idade dos dez aos onze anos, fato que pode ser compreendido a partir da explicação apresentada por Vygotsky sobre o processo de formação de conceitos. De acordo com Vygotski (2009, p. 229), os verdadeiros conceitos se formam na adolescência, quando é possível ao ser humano pensar os objetos em suas relações complexas, pois ocorre o “amadurecimento do pensamento, [...] acessível à mente humana”.

O conceito de frações também foi objeto de estudo de Damico (2007), que realizou uma investigação com o objetivo de explicar o conhecimento conceitual e processual dos professores sobre esse conteúdo e o conhecimento pedagógico necessário para ensiná-lo. Os resultados dessa pesquisa mostram a existência de um acentuado desequilíbrio entre o conhecimento processual e conceitual, com ênfase no processual. Além disso, mostram um

baixo nível de conhecimento didático-pedagógico dos professores em relação às formas de representação dos conteúdos de frações tradicionalmente ensinados aos alunos no Ensino Fundamental.

Entre os trabalhos que trataram de currículo localizou-se a investigação de Rosa (2006) sobre os possíveis pontos de divergência e convergência entre as orientações para o desenvolvimento dos conceitos matemáticos presentes na proposta curricular do estado de Santa Catarina e o desenvolvimento de conceitos na perspectiva histórico-cultural. Na pesquisa, a autora priorizou o conceito de número e sua significação aritmética, geométrica e algébrica, entendendo ser este um conceito cujo conhecimento inicia quando a criança entra na escola e que conserva a sua identidade conceitual durante todo o processo de estudo da matemática. Os resultados dessa pesquisa apontaram que as orientações metodológicas e a sequência dos conceitos são conduzidas de forma a não privilegiar o conhecimento que o aluno já possui, os conceitos espontâneos. Assim, observa a autora, a organização do ensino não contempla o que Vygotsky sugere: privilegiar a relação entre os conceitos espontâneos e os conceitos científicos na aprendizagem dos alunos.

Rosa (2009), por sua vez, buscou analisar a aplicação prática da organização do ensino de um conteúdo de matemática, a álgebra, segundo a Teoria do Ensino Desenvolvimental de V. V. Davydov para que os alunos alcancem a aprendizagem dos conceitos de equação de 2º grau. O resultado mostra que a adoção da referida teoria permitiu que os alunos aprendessem de modo mais efetivo o conteúdo da álgebra, se apropriando de seus conceitos e tendo a possibilidade de utilizá-los de forma consciente e autônoma. O aluno, ao se apropriar da matemática como conhecimento que se converte em instrumento de sua ação matemática com os objetos, adquire condição cognitiva para continuar aprendendo novos conceitos.

Estudo desenvolvido por Soares (2007) partiu do pressuposto de que as dificuldades de aprendizagem da matemática resultam de um conjunto de fatores, sendo um deles a insuficiência do modelo de ensino vigente para causar impacto positivo na qualidade da aprendizagem dos alunos. Também com fundamento na Teoria do Ensino Desenvolvimental de V. V. Davydov, buscou responder o questionamento sobre como organizar o ensino de matemática para que ocorra a aprendizagem dos alunos do objeto “divisão dos números naturais”. A pesquisa permitiu observar que a maioria dos alunos do Ciclo II de uma escola pública conseguiu alcançar a aprendizagem do conceito ensinado. Contudo, foi observado que as dificuldades ocorridas na aprendizagem relacionavam-se ao baixo nível de desenvolvimento dos alunos em outros conteúdos, como escrita e interpretação de textos, bem como a fragilidade encontrada no entendimento dos alunos em relação a conteúdos

específicos de matemática. A elevação quantitativa desses estudos mostra que a concepção vygotskiana sobre aprendizagem e desenvolvimento vem ganhando mais espaço. Essa assertiva se sustenta na identificação de grande número de pesquisas realizadas nos últimos dez anos que tiveram como principal fundamento a Teoria Histórico-Cultural, com vistas a oferecer contribuições pedagógicas e subsídios para os estudos e as investigações na área da educação matemática, em especial no que se refere ao ensino e à aprendizagem de conceitos matemáticos.

### 1.3 ESTUDOS ESPECÍFICOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE CONCEITOS, EM PARTICULAR DO CONCEITO DE QUANTIDADE

Esta tese busca o entendimento que o professor demonstra ter sobre o processo de formação de conceito de quantidade nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Para obter respostas sobre as publicações a respeito do tema procurou-se localizar, a partir dos descritores “formação de conceitos” e “ensino de conceitos”, estudos que evidenciam a preocupação em contribuir para a qualidade do ensino e da aprendizagem dos alunos no que diz respeito aos conteúdos da matemática. Atualmente, as investigações se dão em torno a questões como: relação entre a metodologia utilizada pelo professor e a aprendizagem do aluno; conhecimento profissional dos professores e forma como estes organizam o ensino; mediação pedagógica e desenvolvimento do pensamento teórico; desenvolvimento cognitivo do aluno e formação dos conceitos matemáticos.

Especificamente sobre o desenvolvimento cognitivo do aluno no processo de apropriação de conceitos matemáticos, verificou-se haver poucos trabalhos que investigam a formação de conceitos de quantidade ou grandeza pelos alunos nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Constatou-se uma tímida discussão sobre a importância do conceito de quantidade na compreensão do aluno em relação ao conceito de número.

O conceito matemático de quantidade é considerado por Davydov (1982) como a essência dos conceitos matemáticos, ou seja, é o núcleo a partir do qual se originam os demais conceitos existentes nessa área do conhecimento. Tal conceito faz parte da concepção dialética do conhecimento e exige outra lógica do pensamento. Observa-se, nas pesquisas levantadas, que não houve um avanço teórico das ideias para além de Vygotsky (SILVA e DAVIS, 2004). O primeiro passo do estudo da formação de conceitos na direção da lógica

dialética foi dado por Davydov ao propor o ensino desenvolvimental, mantendo a premissa básica da Teoria Histórico-Cultural, que delega à escola e ao ensino as formas universais e imprescindíveis ao desenvolvimento humano. Davydov aprofundou a compreensão da teoria da atividade de Leontiev e propôs como tarefa da escola a formação do pensamento teórico científico, cuja base para a formação desse pensamento é seu conteúdo, a partir do qual derivam os métodos de ensino.

O desconhecimento da aplicação do método dialético para o ensino (que aparece apenas em Vygotsky) confirma, mais uma vez, a escassa publicação de trabalhos que centram a discussão no ensino e aprendizagem de conceitos, tendo como foco a lógica dialética do pensamento centrada na formação do pensamento teórico. Para Davydov (1988, p. 106) essa lógica “permite aos alunos assimilar os conhecimentos teóricos segundo o princípio da ascensão do pensamento do abstrato ao concreto (ou conforme o movimento do pensamento do geral ao particular)”.

A pesquisa de Rodrigues (2009) consistiu na construção e utilização de um objeto de aprendizagem na perspectiva lógico-histórica, de modo a analisar suas potencialidades quanto à formação do conceito de números inteiros por uma turma de alunos da 6ª série do Ensino Fundamental de uma escola pública. Seu objetivo era compreender as limitações da abordagem isolada dos aspectos simbólicos do conceito de números inteiros por meio de uma ferramenta da informática aplicada a diversas situações, envolvendo a formação do conceito de número inteiro. Os resultados dessa pesquisa mostram contribuições para a aprendizagem dos alunos, destacando que “na maioria das atividades, ao iniciar uma situação-problema os alunos demonstraram uma tendência em orientarem-se por suas ideias, conceitos e conhecimentos familiares [...]” (RODRIGUES, 2009, p. 212). Todavia, as atividades com o objeto da aprendizagem pensadas e interligadas por meio da perspectiva lógico-histórica exigiram dos alunos uma nova percepção do conceito de números para lidar com os contrários.

A autora utilizou vários experimentos com esse propósito, sendo um deles sobre o movimento da temperatura, em que as unidades positivas representam o estado quente e as unidades negativas representam o estado frio. Uma situação-problema deu início ao experimento, exigindo do aluno pensar os contrários num contexto de mão-dupla, aumentando ou diminuindo os elementos que compõem a temperatura: quente ou frio. Nesse caso, os contrários – positivo e negativo – foram representados pelos símbolos algébricos. Essa contradição representada pelos movimentos contrários envolve grandezas que necessitam ser quantificáveis. Na pesquisa de Rodrigues (2009), mesmo utilizando o movimento das

grandezas na organização das atividades resolvidas pelos alunos, a autora privilegiou o Objeto de Aprendizagem (OA), pois seu objetivo foi analisar suas potencialidades na aprendizagem do aluno, ou seja, promover o encontro do estudante com o conteúdo.

As situações que exigem do aluno operar mentalmente e contar os contrários deixam evidências do movimento de quantidade como qualquer elemento suscetível de medida e que pode ser representado por um número. O número surge como resultado das tentativas do homem em controlar o movimento dessa grandeza (CARAÇA, 1944). Esse modo de lidar com o conceito de número exigido do aluno se assemelha à concepção defendida por Davydov (1988) ao tratar da formação dos conceitos teóricos pelo aluno. Para o autor, apropriar-se de um conceito exige mais que orientar-se pelo que já se sabe de forma empírica. A formação do conceito teórico requer a análise do objeto “dentro de certa concretude” e é só nela que se revelam suas verdadeiras peculiaridades, convertendo-se em conteúdo do pensamento teórico. Trata-se de um tipo de atividade em que a ação cognoscitiva revela as conexões internas como fonte dos fenômenos (DAVYDOV, 1988, p. 80). As ações responsáveis por estabelecer as conexões entre os elementos externos e internos (singular e universal) formam a base para a apropriação do objeto. “A continuação do processo de formação do concreto, com ajuda destas ações, é o pensamento realizado em forma de conceitos, isto é, o pensamento teórico”, afirma Davydov (1988, p. 80).

Em pesquisa fundamentada explicitamente em Davydov, Rosa (2012) utilizou o livro didático de matemática para o primeiro ano do Ensino Fundamental elaborado por esse teórico e por sua equipe e também o Manual de Orientações davydovianas, com orientações metodológicas para os professores. Seu objetivo foi investigar as proposições de Davydov para a introdução do ensino do conceito de número e a possível interconexão das significações aritméticas, algébricas e geométricas. A autora descreve as relações quantitativas entre grandezas a partir das quais os números foram criados na história da humanidade. Toma a proposta para o ensino do conceito de número de acordo com Davydov, em que deve ser apresentado à criança, na primeira semana de estudo, o conceito de grandeza, suas relações de igualdade e de desigualdade. Ao estabelecer essas relações a criança faz comparações entre as grandezas apresentadas de forma objetual. As tarefas propostas são organizadas de modo tal que, ao serem executadas, promovam nos alunos o desenvolvimento do pensamento teórico de número. O principal tipo de tarefas são as que privilegiam a variação das relações gerais entre as grandezas. Assim, o aluno apropria-se do conceito de número a partir do movimento observado nas relações entre grandezas, orientado do geral ao particular.

[...] o sistema dos números reais é síntese do processo histórico do desenvolvimento do conceito de número composto por particularidades (as diferentes unidades de medida) e singularidade (os números naturais, inteiros, racionais e irracionais) [...]; o número real é um sistema de nexos e relações que constitui um todo indissolúvel em conexão com cada sistema numérico singular, ou seja, é o concreto. (DAVYDOV apud ROSA, 2012, p. 137).

Na pesquisa de Rosa (2012), nota-se a importância do movimento das relações existentes entre grandezas, tendo como base o material didático. O material didático elaborado por Davydov passou a ser utilizado nas escolas elementares da União Soviética na década de 1960 e 1970. Para Davydov (1988), a base para todo conhecimento matemático é o conceito de quantidade, ou seja, o conceito de grandeza, “vinculado com as relações de ‘igual a’, ‘mais que’ e ‘menos que’”. Essa múltipla relação de quantidades constitui a forma geral do número. Em outras palavras, o número é o produto dessa relação estabelecida pela ideia de quantidade, é formado por uma base, um núcleo: o conceito de quantidade, que só pode ser entendido a partir das inter-relações existentes entre os diferentes tipos de números.

Os resultados dessa pesquisa contribuíram para aclarar os procedimentos teóricos metodológicos a serem observados para o ensino na perspectiva da constituição do conceito de número, levando em conta o movimento das inter-relações de quantidades. O trabalho de Rosa (2012) é um dos primeiros a suscitar a discussão do ensino desenvolvimental na perspectiva da lógica dialética ao discutir a formação de conceitos teóricos, tendo o conceito de quantidade como o conceito nuclear da matemática. Diz Davydov (1982, p. 114):

A assimilação da ideia básica da concepção de número natural deve começar pelo domínio do conceito de quantidade e o estudo e suas principais propriedades. Então todos os tipos de número natural podem ser assimilados sobre a base de que as crianças dominem os procedimentos para concretizar estas propriedades. Neste caso a ideia do número natural “estará presente” no ensino das matemáticas desde o começo.

No entanto, conhecer como o professor que atua no Ensino Fundamental compreende o conceito de quantidade é relevante, em termos científicos, para se buscar o avanço teórico da organização do ensino na perspectiva do desenvolvimento do aluno. Então, como o professor entende o processo de formação de conceito de quantidade na lógica dialética?

A despeito das importantes contribuições das pesquisas apresentadas, nenhuma delas toma como objeto um aspecto muito importante: o entendimento do professor sobre o processo de formação desse conceito e a forma como organiza as atividades de ensino desse conceito. Como já explicou Davydov, em matemática o conceito de quantidade é nuclear, é primordial nos anos iniciais do Ensino Fundamental e aí deve ser formado pelos alunos.

Pressupõe-se que um professor de matemática dessa fase do ensino escolar deve dominar o conceito de quantidade, mas cabe questionar: de que forma o faz? De que modo o professor que ensina matemática lida com esse conceito? Como o compreende? Sua atuação no ensino depende, em grande parte, desse entendimento.

A formação de conceitos científicos na escola, como afirma Vygotski (2009) e reafirma Davydov (1988), está na base do processo de desenvolvimento do pensamento dos alunos. Portanto, permite ir além da dimensão puramente quantitativa da qualidade da educação, refletindo sua dimensão qualitativa. Em um de seus últimos trabalhos publicados, Davydov (1997) faz uma exposição respeitosa ao referir-se ao salto que Vygotsky poderia ter dado para identificar o tipo de generalização substantiva e que esse tipo de generalização só poderia ocorrer com o método dialético. Esse assunto não é tratado no livro *Pensamento e Linguagem*, uma das obras de Vygotsky mais lidas no Brasil. Portanto, é importante reforçar que Davydov aprofundou a compreensão sobre a base a partir da qual ocorre a formação de conceitos teóricos científicos na lógica dialética. Assim, a presente investigação busca lançar um foco sobre o problema da formação de conceitos, privilegiando, para isso, os anos iniciais do Ensino Fundamental e o conceito matemático de “quantidade”, mas a partir do professor e de seu domínio desse conceito.

As razões que justificam esta proposta são de ordem teórica e prática. Na teoria de Davydov, o conceito de “quantidade”, considerado em uma rede de conceitos básicos, é tido como condição para que o aluno chegue a formar para si o conceito de número. Enquanto a maioria das pesquisas vem tratando da formação de conceitos matemáticos abordando temas como análise e discussão do ensinar e aprender os conceitos de aritmética, geometria, estatística, volume, números inteiros, função linear, conceito de infinito, álgebra, área, fração, números racionais, equações, números naturais, sistema de numeração decimal, operações aritméticas, na presente tese se propõe abordar a formação do conceito de quantidade a partir do professor, com foco em sua prática pedagógica. Para esse propósito, adota-se como fundamentação o referencial histórico-cultural, principalmente Vygotsky e Davydov.

Desse modo, o próximo capítulo trata da incursão por esse referencial teórico, dando destaque às principais premissas e conceitos que embasaram o desenvolvimento da presente pesquisa.

## **CAPÍTULO II**

### **A FORMAÇÃO DE CONCEITOS NA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL**

Este capítulo apresenta pressupostos da Teoria Histórico-Cultural, a partir de L. S. Vygotsky, para chegar à teoria do ensino desenvolvimental de Vasili Vasilievic Davydov. Esta incursão busca subsidiar a abordagem do problema central investigado nesta tese de como professores de matemática compreendem ou concebem o conceito de quantidade e como trabalham esse conceito em sala de aula.

#### **2.1 A FORMAÇÃO DAS FUNÇÕES PSICOLÓGICAS HUMANAS**

A Teoria Histórico-Cultural, como se sabe, foi fundada por Lev Semenovich Vygotsky, teórico russo que se dedicou à busca de uma explicação materialista dialética sobre o processo de desenvolvimento psicológico humano. Nessa teoria Vygotsky sustenta a ideia de que a história do homem tem início na forma natural, mas ele não é simplesmente o produto dessa forma. O nascimento do homem ocorre em um ambiente constituído por valores culturais sistematizados e acumulados ao longo do desenvolvimento histórico da humanidade, a partir de critérios adotados pelo próprio ser humano. A sistematização do conhecimento historicamente acumulado no desenvolvimento histórico cultural do homem foi possível graças à sua capacidade e habilidade em orientar-se intelectualmente na direção de um propósito definido.

Pino (2005), em interlocução com as ideias de Vygotsky, afirma que o nascimento biológico não dá conta da emergência das ações definidoras do ser humano e que a humanização do homem implica um novo nascimento: seu nascimento cultural. Assim, na obra de Vygotsky há um duplo nascimento do ser humano. No conjunto de suas premissas, uma das mais basilares é a que diz respeito ao desenvolvimento das funções psíquicas humanas superiores como um dos processos mais importantes da gênese psicológica humana.

No estudo da história do desenvolvimento das funções psíquicas superiores da criança, Vygotski (2009) afirma que duas ideias são fundamentais na compreensão de como ocorre

esse processo. A primeira é que existem duas séries de funções responsáveis pela formação do homem: as naturais, reguladas pelo aparato biológico; e as culturais, constituídas historicamente. Essas séries de funções se fundem em seu funcionamento e formam um sistema complexo, interpenetrando-se de tal modo que diferenciá-las só é possível com um processo de abstração. De um lado estão as funções biológicas, sofrendo transformações pela ação das culturas e, de outro, as funções culturais vão se constituindo por meio do amadurecimento biológico. Pino (2005) afirma que o fato de as funções biológicas estarem ainda em formação quando a criança nasce possibilita que elas passem por profundas modificações sob a ação da cultura do próprio meio. A articulação dessas funções de naturezas distintas permite sua integração em uma unidade única: as funções psíquicas superiores.

Vygotski (1998, p. 75) descreveu uma lei, a lei genética geral do desenvolvimento cultural, que explica o processo de desenvolvimento humano, formulada nos seguintes termos:

Na história do desenvolvimento cultural da criança cada função aparece em cena duas vezes, em dois planos, primeiro o social, depois o psicológico, primeiro entre pessoas como uma categoria interpsicológica, depois no interior da criança como uma categoria intrapsicológica.

O autor afirma que essa lei explica o desenvolvimento das funções psicológicas atenção voluntária, memória lógica, formação de conceitos. O conteúdo dessa lei mostra que o homem está diante de um processo marcado pelo antes e pelo depois e que percorre dois planos distintos: um pessoal e outro social. As funções culturais, definidoras da especificidade humana, se originam do produto das relações que a criança estabelece com o meio, ou seja, a criança se insere no meio cultural a partir da objetivação das práticas sociais em um processo contínuo de interação com o outro. Por outro lado, as funções biológicas são registradas na estrutura genética da espécie humana e são elas que garantem um histórico biológico do homem. Embora esteja desde sempre inserida em relações sociais, ao nascer uma criança ainda não é um ser cultural. Sua existência como ser cultural decorre do resultado de sua progressiva participação nas práticas sociais e culturais: as pessoas da família e aquelas que fazem parte de seu convívio; com a mediação dos outros adquire sua forma humana, à semelhança dos outros homens (PINO, 2005).

A transformação de um processo interpessoal em um processo interno ao indivíduo, para si, de forma pessoal, resulta de uma série de acontecimentos possíveis graças às operações realizadas pelo homem com o uso de signos. A transferência do conteúdo de um

processo interpessoal para um processo intrapessoal ocorre por meio da internalização das formas culturais de comportamento humano e são reconstituídas continuamente à medida que são internalizadas.

Esse processo de transformação é o resultado de vários eventos do desenvolvimento que têm como característica a atividade humana mediada por ferramentas criadas e modificadas pelos seres humanos para que tenham acesso ao mundo real. O homem regula seu comportamento, suas interações com o mundo e com os outros por meio dessas ferramentas. Vygotski (1998) afirma que o homem, ao realizar uma atividade mediada com o uso de ferramentas, alcança a consciência. Em outras palavras, as ferramentas são instrumentos que tornam possível a união da mente humana com o objeto, estando o conceito de ferramenta incluído em um conceito mais amplo: o de atividade.

Vygotski (1998) estabelece uma analogia entre ferramenta e signo em que a característica de cada um depende da função mediadora que os caracteriza. A relação lógica existente entre o uso do signo ou da ferramenta consiste nas diferentes maneiras com que cada um deles orienta o comportamento humano:

A função do instrumento é servir como condutor da influência humana sobre o objeto da atividade; ele é orientado externamente; deve necessariamente levar a mudanças nos objetos. Constitui um meio pelo qual a atividade humana é dirigida para o controle e domínio da natureza. O signo, por outro lado, não modifica em nada o objeto da operação psicológica. Constitui um meio da atividade interna dirigido para o controle do próprio indivíduo; o signo é orientado internamente. (VYGOTSKI, 1998, p. 72-73)

No primeiro, a atividade tem como princípio o domínio da natureza e, no segundo, a atividade tem por fim o controle do próprio indivíduo. Essas atividades não são da mesma natureza e utilizam meios distintos. Contudo, a ligação entre elas redundando na ação do homem sobre a natureza, resultando na modificação e alteração da própria natureza e do próprio homem. Nas palavras de Vygotski (1988, p. 68): “a característica básica do comportamento humano em geral é que os próprios homens influenciam sua relação com o ambiente e, através desse ambiente, pessoalmente modificam seu comportamento, colocando-o sob seu controle”.

No desenvolvimento das funções psíquicas superiores o signo e a ferramenta combinam-se na atividade psicológica. Nessa combinação encontra-se o conceito de desenvolvimento cultural da conduta e de domínio dos próprios processos de comportamento. O ser humano constrói e, construindo historicamente, produz os meios para garantir às gerações futuras os conhecimentos cultural e socialmente acumulados que, por sua vez, lhe

foram garantidos pelo registro histórico de seus antecessores. A história mostra também que esse processo de desenvolvimento inclui não somente o acesso ao conhecimento já acumulado, mas a busca por novos conhecimentos e pela forma de transmiti-los de uma geração a outra.

Vygotsky parte da concepção da atividade humana em contínua interação das condições sociais que se modificam e das condições biológicas do comportamento humano. As funções mentais se originam e se modificam dependendo da natureza e das experiências sociais que a criança tem. Nesse aspecto, o processo de desenvolvimento da criança surge de duas linhas distintas: 1) as funções psicológicas elementares presentes no ser humano e em todos os animais, constituídas por atividades que empregam ações involuntárias com reações imediatas e estão sobre o controle do meio externo; 2) as funções psicológicas superiores que tem origem nas relações sociais, presentes apenas no humano, caracterizam-se por serem conscientes, intencionais e mediadas, referem-se a processos voluntários e são constituídas a partir da interação entre os fatores biológicos e os culturais. Como as funções psíquicas superiores são construídas ao longo da história social do homem e nas relações que estabelece com o mundo ao seu redor, pode-se dizer que o desenvolvimento dessas funções depende de processos de aprendizagem.

Por meio de mecanismos intencionais o ser humano é capaz de ampliar o raio de sua atividade, graças aos instrumentos (signos e ferramentas; ações mentais e a mão) se movimentando infinitamente dentro desse sistema de atividades. Vygotsky exemplifica mencionando que quando uma criança de aproximadamente um ano passa a empregar ferramentas para obter o que deseja, ela atua com um objeto sobre o outro e manifesta a sua intenção de conseguir algo. Nessa situação, a criança manifesta por meio de uma atividade a habilidade de empregar ferramentas simples na resolução de uma tarefa. A intencionalidade explícita pela ação da criança na relação com o outro, em um processo de interação e comunicação, foi guiada pelo uso de signos que carregam a experiência social acumulada e o conjunto de habilidades necessárias à apropriação da cultura historicamente acumulados.

Assim, o ser humano cria os próprios meios que serão usados para determinar suas reações, utiliza os signos e as ferramentas como meios para dominar os processos de sua própria conduta, determinando seu comportamento com o auxílio de meios criados artificialmente para uso na mediação com o outro.

Contudo, antes de dominar o próprio comportamento inserido nas relações sociais, é preciso que estas sejam criadas como resultado da atividade humana. Em circunstâncias dadas o homem age planejando, escolhendo modos de ação, e põe em movimento os recursos ao seu

alcance para modificar a realidade atingindo algo diferente de como se apresentava antes. É a evolução histórica da cultura humana se fazendo presente por meio da transformação da realidade na busca humana para a satisfação de suas necessidades. Nesse percurso, o próprio ser humano também se modifica em um processo de caráter dinâmico de permanente transformação não apenas da realidade da qual participa e é parte, mas também dos instrumentos empregados nas ações transformadoras e nas operações mentais responsáveis pelo planejamento e execução de ações da mente humana.

O movimento de apropriação da cultura social e historicamente acumulada e as interações entre os seres humanos e a natureza influenciando na modificação de ambos é possível graças à linguagem. Na teoria vygotskiana a linguagem é fator determinante para o desenvolvimento das funções psíquicas superiores, é por meio da linguagem que todas as manifestações objetivas originadas das interações entre os homens e entre os homens e a natureza se materializam. É também por meio dela que o homem representa e dá sentido ao mundo real no qual está inserido. A memória, a percepção, a imaginação, dentre outros aspectos do comportamento, se concretizam por meio do uso dos signos que representam as coisas e nos fazem lembrar algo e, ainda, permitem o registro da imaginação humana. Para Vygotski (1998, p. 169), a “fala é o comportamento do uso de signos mais importante ao longo do desenvolvimento da criança”. A linguagem, ao ser internalizada pelo significado que a palavra representa, torna-se parte permanente e profunda dos processos psicológicos superiores. Na categoria dos signos a linguagem é apresentada por Vygotsky com um dos mais importantes por promover a interação social em todas as atividades humanas.

Interpretando Vygotsky, Pino (2005) afirma que atribuir significação às coisas, tanto àquelas que o homem já encontra prontas na natureza quanto àquelas produzidas por ele ao agir sobre elas, compõe o que na Teoria Histórico-Cultural denomina-se por produzir cultura. Nessa perspectiva, entende-se que o conhecimento é construído nas e pelas relações sociais. O desenvolvimento intelectual do homem, assim como a sua aprendizagem, está em íntima ligação com as relações sociais e tem como produto a cultura, como conhecimento historicamente sistematizado pela espécie humana.

As relações entre aprendizagem e desenvolvimento das funções psíquicas adquirem especial relevância no período em que a criança inicia suas atividades escolares. Nele se concentra a transição das funções psíquicas inferiores para as funções superiores, a atenção arbitrária e a memória lógica. É nesse período que ocorre o processo de formação da tomada de consciência e a arbitrariedade. Para Vygotsky (2009, p. 283), uma função é dominada “na medida em que ela se intelectualiza. Dizer que a memória se intelectualiza [...] é o mesmo que

dizer que surge a atenção arbitrária”. A atenção se tornar arbitrária equivale a afirmar sua dependência do pensamento se intensificando cada vez mais, ou seja, a memória passa a exigir a utilização do intelecto. O desenvolvimento da capacidade para a tomada de consciência e da arbitrariedade fornece elementos que formam o conteúdo principal da atividade da criança na idade escolar.

Vygotski (2009) mostra também que no desenvolvimento intelectual da criança existem dois estágios de desenvolvimento da consciência: no primeiro predomina a percepção como via principal de desenvolvimento e a memória como função central dominante; no segundo, a criança escolar demonstra certo amadurecimento da percepção e da memória, uma vez que já possui o que deve ser conscientizado e o que deve ser assimilado. Vygotski (2009, p. 287) nos diz que “para tomar consciência de alguma coisa e apreender alguma coisa é necessário antes de qualquer coisa, dispor dessa coisa”. Ao perceber o significado dos próprios processos psíquicos, a criança generaliza as formas típicas internas de atividade e essa generalização do próprio processo de atividade dá origem a outra relação com esse processo: a discriminação. Ao discriminar a criança arbitrariamente toma consciência, pois precisa separar um dentre vários elementos de um conjunto ou coleção. “A tomada de consciência se baseia na generalização dos próprios processos psíquicos” e é por meio da generalização que resulta a apreensão, afirma Vygotski (2009, p. 290).

A criança inicia seu aprendizado desde o nascimento e, ao chegar à idade escolar, já possui conhecimento sobre várias coisas. Esse conhecimento é adquirido informalmente com aqueles que fazem parte de seu contexto: ao fazer perguntas e obter respostas daqueles que estão à sua volta; ao ser orientado pelos pais sobre procedimentos a serem adotados em algumas circunstâncias. No entanto, ao chegar à escola a criança tem contato com uma forma de conhecimento sistematizada e intencional, organizada para seu aprendizado. Nesse ambiente, as atividades realizadas pela criança introduzem elementos novos a sua aprendizagem, pois essas atividades apresentam uma natureza social específica “e um processo através do qual as crianças penetram na vida intelectual daqueles que as cercam” (VYGOTSKI, 1998, p. 115).

## 2.2 AS RELAÇÕES ENTRE APRENDIZAGEM E DESENVOLVIMENTO DAS FUNÇÕES PSÍQUICAS

Vygotsky explica a aprendizagem e o desenvolvimento como processos distintos, mas interdependentes, entre os quais há relações complexas. A aprendizagem decorre do processo de abstração e requer consciência da estrutura do objeto e das relações com suas propriedades. Portanto, a aprendizagem potencializa o desenvolvimento da criança, uma vez que requer dela desenvolver formas mentais novas para lidar com o objeto. Para Vygotsky, a aprendizagem escolar mediante o ensino é a principal via do desenvolvimento intelectual da criança.

Essas premissas de Vygotsky contrariam as primeiras abordagens que explicam a aprendizagem como o resultado do desenvolvimento, mas compreendem-no como maturação. Ao fazer a distinção entre aprendizagem e maturação, Vygotsky insere algo novo na relação entre os dois processos e apresenta a aprendizagem como possibilidade para impulsionar o desenvolvimento, mesmo considerando-o como um conjunto bem maior que a aprendizagem.

Vygotski (2007) afirma que “si durante la instrucción<sup>6</sup> el niño forma alguna estructura o aprende alguna operación, con esto habremos descubierto en su desarrollo la posibilidad no solo de reproducir dicha estructura, sino que le habremos dado posibilidades más grandes de dominar otras estructuras”. Desse modo, a função da aprendizagem é imensamente ampliada, por atribuir à educação escolar e ao ensino um papel de extrema relevância para impulsionar o desenvolvimento humano.

As investigações de Vygotsky esclareceram a compreensão das relações que permeiam o problema da instrução e do desenvolvimento da criança e proporcionaram o entendimento de como essas duas funções operam na vida do ser humano. Ele aponta aspectos que permitem compreender o processo de desenvolvimento em sua relação com a aprendizagem da criança.

Um dos primeiros aspectos é o nível das funções psíquicas em que se baseia o ensino das matérias escolares. A questão da aprendizagem da leitura e da escrita pelo escolar, enquanto função psíquica nova, é um desses aspectos. Ao chegar à escola a criança já possui

---

<sup>6</sup> “As traduções transportam do inglês a palavra aprendizagem, deformando assim o que está contido na palavra *obutchenie* para Vigotski”. No russo a palavra *obutchenie* empregada por Vigotski é definida como uma atividade-guia que gera desenvolvimento. “A atividade *obutchenie* pode ser definida como uma atividade autônoma da criança, que é orientada por adultos ou colegas e pressupõe, portanto, a participação ativa da criança no sentido de apropriação dos produtos da cultura e da experiência humana”. Acrescenta ainda: “o termo aprendizagem, no nosso entender, não consegue transmitir a ideia contida em *obutchenie* [...]. a palavra instrução é mais apropriada e figura nas traduções em espanhol. [Já] a aprendizagem é um processo psicológico próprio do sujeito” (PRESTES, 2010, p. 185-188).

certo domínio da fala e seu vocabulário demonstra um campo vasto de palavras. No entanto, encontra dificuldades na escrita das palavras, sendo um dos motivos o fato de que as condições psicológicas nas quais ocorre a linguagem falada diferem das condições necessárias à linguagem escrita. No processo de aquisição desta última não há a sonoridade, há apenas uma linguagem de pensamento e de representação. Na linguagem falada a criança já avançou na abstração em relação ao mundo material, mas para escrevê-la precisa realizar uma nova tarefa: “abstrair o aspecto sensorial da sua própria fala, passar a uma linguagem abstrata, que não usa palavras, mas representações de palavras” (VYGOTSKI, 2009, p. 313).

No processo de apreensão da escrita, a criança se depara com a dificuldade em utilizar a palavra apenas em seu pensamento, ou seja, abstrair seu próprio vocabulário e representá-lo na forma gráfica. É um processo que lhe exige dupla abstração: o aspecto sonoro da palavra e o interlocutor. A chegada da criança ao plano mais elevado da abstração é possível graças ao domínio da linguagem escrita.

O segundo aspecto é a questão dos sons que a criança emite ao pronunciar as palavras. A estrutura sonora deve ser representada nos sinais grafados. Para apreender os elementos desta estrutura sonora, a criança precisa discriminar os sons de cada palavra, desmembrá-los e, em seguida, compô-los novamente nos sinais escritos. Esse processo exige o movimento consciente e intencional do pensamento da criança, a manifestação arbitrária dos elementos que constituem a linguagem interior no campo da sua consciência.

Vygotsky também demonstrou que, na escrita, a linguagem deve ser composta de todos os elementos que constituem a sua estrutura e sistematizada de tal forma que se faça entendida pelo outro. A linguagem externa deve ser desenvolvida em seu grau máximo, isto é, a criança deve realizar operações complexas, construindo arbitrariamente o “tecido semântico”. Por sua vez, a linguagem interior é basicamente predicativa e mesmo assim se faz entendida no campo da consciência.

O autor mostra que o aspecto sonoro da fala é assimilado pela criança de modo inconsciente, espontâneo. Antes mesmo de ir à escola ela já domina a fala empregando as palavras para designar coisas, mas de forma espontânea e inconsciente. A linguagem escrita requer da criança pensamento arbitrário e intencionalidade. Assim, sua dificuldade se encontra justamente no nível de desenvolvimento da atividade espontânea, inconsciente por um lado, e no grau de apropriação e abstração consciente, por outro. A questão é que, ao iniciar o processo de aprendizagem da escrita, a criança ainda não desenvolveu as funções psíquicas necessárias à apreensão dos elementos exigidos na construção da escrita. Assim, explica Vygotski (2009, p. 318), “a aprendizagem se apoia em processos psíquicos imaturos,

que apenas estão iniciando o seu círculo primeiro e básico de desenvolvimento”. Contudo, em qualquer situação de aprendizagem escolar a criança já possui uma história prévia desse conhecimento.

No aprendizado da aritmética ocorre a mesma situação: a criança chega à escola com experiências sobre relações entre quantidades, vivenciadas em situações que lhe exigiram lidar com as operações matemáticas fundamentais, tomar decisões sobre tamanhos e lidar com as quantidades.

O terceiro aspecto na relação entre o desenvolvimento e a aprendizagem diz respeito ao ritmo ou ao prazo necessário ao desenvolvimento do pensamento, da tomada de consciência da linguagem e sua apreensão no decorrer do processo letivo. Este tem sua sequência lógica: currículo, horários, etc., é um processo cujas leis são externas, ao passo que as leis estruturadoras dos processos de desenvolvimento decorrentes da aprendizagem são internas. Cada aula de matemática ministrada não é garantia de um passo ou de avanço no desenvolvimento do aluno. A essência dessa relação temporal entre aprendizagem e desenvolvimento é que, ao assimilar uma operação envolvendo um conteúdo da matemática e apreendendo o seu significado, o desenvolvimento da operação realizada não termina, apenas começa. Assim, ao aprender um conteúdo o desenvolvimento está apenas começando. Aprendizagem e desenvolvimento não se encontram em seus pontos fulcrais, decisivos em cada curva dos processos.

No quarto aspecto Vygotsky analisou a influência das diferentes matérias sobre o processo de desenvolvimento da criança. Ele mostrou que a tomada de consciência e a apreensão, base psicológica que comunga todas as funções psíquicas superiores, cria a possibilidade de influenciar uma disciplina sobre a outra e impulsionar o desenvolvimento mental da criança. Essa experiência mostrou que a influência da aprendizagem sobre o desenvolvimento ultrapassa os domínios do conteúdo característico de determinada disciplina. A estrutura formada é imediatamente transferida para outros campos do conhecimento, diferentemente do conteúdo aprendido. A hipótese de Vygotsky é que a capacidade mental da criança entra em funcionamento independente do conteúdo escolar utilizado na operação intelectual.

O quinto aspecto investigado por Vygotsky trouxe uma das contribuições centrais de sua teoria para a questão da aprendizagem e do desenvolvimento da criança na idade escolar e diz respeito às relações entre um estágio atual de desenvolvimento e as possibilidades de desenvolvimento futuro. Contrariando os testes que em sua época buscavam somente determinar o que a criança era capaz de realizar sozinha, ou seja, seu desenvolvimento atual,

Vygotski (2009, p. 326) mostrou que considerar as operações realizadas pela criança com a ajuda de adultos mais experientes, se ajudada “com demonstrações, perguntas sugestivas, início de solução”, pode levá-la a resolver problemas, mesmo que seu desenvolvimento ainda se encontre em processo de maturação.

Para explicar o nível de desempenho autônomo da criança e aquele em que ela precisa de cooperação ou sugestão para resolver algo, Vygotsky descreve dois níveis de desenvolvimento. O primeiro é a zona de desenvolvimento real da criança, que corresponde às funções que já se encontram amadurecidas, ou seja, o ciclo e os processos de maturação já foram completados. Nesse nível a criança consegue resolver problemas sem ajuda de terceiros. Outro nível diz respeito ao que a criança só é capaz de realizar com ajuda de terceiros: a zona de desenvolvimento proximal, que corresponde ao estado em que as funções psicológicas da criança estão começando a se desenvolver.

Pode-se afirmar que a zona de desenvolvimento proximal oferece uma contribuição central para o aprendizado e desenvolvimento da criança na idade escolar. Ao observar a zona de desenvolvimento proximal do escolar o professor encontra uma série de informações que torna possível direcionar suas atividades de ensino. Se com a colaboração de seu professor o aluno pode realizar várias operações que sozinho encontraria dificuldades e não resolveria, nos limites definidos pelo estado de seu desenvolvimento e nas potencialidades de seu intelecto é capaz de se projetar ao nível das dificuldades e resolvê-las. Logo, o ensino de um novo conteúdo à criança não exige que suas estruturas mentais relacionadas a esse novo conteúdo já se encontrem presentes para que consiga aprendê-lo.

Na aprendizagem escolar, a zona de desenvolvimento proximal determina o campo de transição entre aquilo que a criança sabe fazer e aquilo que ainda vai aprender. Esse campo de transição representa um espaço determinante na relação entre aprendizagem e desenvolvimento no contexto escolar. Assim, a orientação pedagógica deve pautar-se nas atividades de organização do ensino naquilo que a criança ainda não sabe, naqueles processos de desenvolvimento que se acham na zona de desenvolvimento proximal. Portanto, afirma Vygotski (2009, p. 334), em seu papel central no desenvolvimento do aluno na escola a aprendizagem “[...] só é boa quando está à frente do desenvolvimento. [...] ela motiva para a vida toda uma série de funções que se encontravam em fase de amadurecimento e na zona de desenvolvimento imediato”.

Na realização de uma atividade a criança apropria-se primeiramente de certos hábitos e habilidades e só depois dessa apropriação é capaz de aplicá-los de forma consciente, livre e intencional, assevera Vygotsky. A aprendizagem precisa estar sempre adiante do

desenvolvimento, mas ambos em uma relação dialética, haja vista que a primeira influencia o segundo e este é por ela influenciado. Por fim, a aprendizagem é um processo que ocorre internamente pela apropriação mental do objeto e é condição para que se ative um grupo de processos mentais que desenvolverão as características humanas formadas historicamente, promovendo, assim, o desenvolvimento do sujeito.

Tendo em mente essas considerações, é possível afirmar que a aprendizagem escolar é a propulsora do desenvolvimento humano. Ao valorizar a educação escolar, delega-se ao professor a responsabilidade de conduzir importante tarefa: organizar a atividade de ensino de modo a potencializar o desenvolvimento intelectual de seus alunos, considerando as circunstâncias externas e internas que demarcam as relações entre ensino e aprendizagem na história social humana. Por ora importa caracterizar o processo de formação de conceitos pelo aluno.

### 2.3 O PROCESSO DE FORMAÇÃO DE CONCEITOS SEGUNDO VYGOTSKY

Na perspectiva histórico-cultural, a idade escolar é um dos momentos mais promissores da vida de uma criança. É nessa idade que ela entra em contato com os produtos da ciência, historicamente acumulados na cultura humana, em forma de conceitos sistematizados que favorecem consideravelmente o desenvolvimento qualitativo do seu pensamento intelectual. Conhecer os diferentes estágios da formação desse pensamento deve (ou deveria) ser um dos requisitos básicos à atuação profissional docente, principalmente daqueles inseridos nas séries iniciais do Ensino Fundamental. Feita essa reflexão, apresenta-se a seguir um detalhamento das etapas do desenvolvimento cognitivo da criança em relação à formação de conceitos com base, principalmente, nos textos do livro *A construção do pensamento e da linguagem*, escrito por Vygotski (2009).

Entre os problemas científicos a que se dedicou Vygotsky em suas pesquisas está a formação de conceitos na educação escolar. Referindo-se a esse problema no contexto da Rússia, na década de 1930, destacou o quanto era pouco conhecido e pouco compreendido:

O desenvolvimento dos conceitos científicos na idade escolar é, antes de tudo, uma questão prática de imensa importância – talvez até primordial – do ponto de vista das tarefas que a escola tem diante de si quando inicia a criança no sistema de conceitos científicos. Por outro lado, o que sabemos sobre esta questão impressiona pela pobreza. (VIGOTSKI, 2001, p. 241)

Apesar das diferenças históricas, políticas, sociais e culturais entre o contexto em que Vygotsky viveu e pesquisou e o contexto brasileiro atual, não é fora de propósito afirmar que em nosso país ainda se sabe pouco sobre a educação científica das crianças, particularmente sobre a aprendizagem de conceitos científicos.

Como mostrado anteriormente, Vygotsky descreveu uma lei genética geral do desenvolvimento das funções psíquicas superiores do ser humano que explica seu duplo aparecimento: primeiro nas atividades coletivas, sociais, como funções intersíquicas, e depois nas atividades individuais do sujeito, como propriedades internas de seu pensamento, como funções intrapsíquicas. Assim, afirma ele (2000, p. 24-25): “a relação entre as funções psicológicas superiores foi outrora relação real entre pessoas. Eu me relaciono comigo tal como as pessoas relacionaram-se comigo”.

Nesse transcurso histórico-cultural do desenvolvimento humano, a linguagem social modifica e exerce o papel de reconstruir a linguagem interior. A linguagem, que surge inicialmente como meio de comunicação entre a criança e as pessoas, é convertida em linguagem interna, fornecendo os meios fundamentais do seu pensamento. Converte-se, portanto, em uma função mental, envolvendo o processo de internalização, que corresponde, de acordo com Vygotski (2007, p. 56) “a reconstrução interna de uma operação externa”. Davydov (1988, p. 30) refere-se a esse processo como interiorização, consistindo na “transformação do intersíquico em intrapsíquico”.

A apropriação da linguagem social (signos) transforma o pensamento, é constitutiva deste. A mediação da linguagem permite o caminho que vai do objeto para a criança e da criança para o objeto, passando por outras pessoas. Assim, afirma Vygotsky, o ser humano é um ser de linguagem, ser simbólico, e em sua constituição os signos são o instrumento básico de formação das funções mentais superiores, pois são o meio pelo qual são conduzidas as operações mentais humanas. Os signos (palavras) são a base para a formação de conceitos:

O conceito é impossível sem palavras, o pensamento em conceitos é impossível fora do pensamento verbal; em todo esse processo, o momento central, que tem todos os fundamentos para ser considerado causa decorrente do amadurecimento dos conceitos, é o emprego específico da palavra, o emprego funcional do signo como meio de formação de conceitos. (VYGOTSKI, 2009, p. 170)

A formação de conceitos, aspecto central no desenvolvimento, dá-se em íntima relação com a apropriação dos signos, na forma de conhecimentos científicos, artísticos, morais, etc. Contudo, o principal aspecto é que o desenvolvimento dos conceitos na criança é guiado por um tipo de conceito: os conceitos científicos.

Vygotsky distingue os conceitos cotidianos e os conceitos científicos: os primeiros abarcam os conhecimentos adquiridos no dia-a-dia, de forma espontânea; os segundos os adquiridos na escola, não de forma não espontânea, mas sim sistematizada, por mediações exercidas de forma intencional e com objetivos bem definidos. O ensino escolar, portanto, constitui-se como uma ponte para a transição do pensamento da criança dos conceitos cotidianos aos conceitos científicos:

Se nos conceitos espontâneos a criança conhece o objeto representado no conceito, mas não toma consciência do próprio conceito, nos conceitos científicos o início ocorre onde para o conceito espontâneo, ou seja, na explicitação do seu conteúdo, na definição verbal e mediante operações que pressupõem o emprego não espontâneo dele. (VIGOTSKI, 1982, p. 250)

O desenvolvimento das capacidades psíquicas, portanto, não ocorre de modo independente da apropriação de conceitos científicos. O ensino atual não tem sido marcado pela preocupação com a qualidade do domínio de conceitos. Vygotski (2009, p. 173) assim descreve o processo de formação de conceitos:

[...] representa um novo tipo de atividade, que por princípio é diferente, não se reduz qualitativamente a nenhum volume de vínculos associativos e tem como principal traço distinto a passagem de processos imediatos a operações mediadas por leis.

Em *A construção do pensamento da linguagem*, Vygotski (2009) dedica dois capítulos ao processo da formação de conceitos. Ele explica que, no desenvolvimento dos conceitos na infância, conceitos cotidianos e conceitos científicos estão relacionados e influenciam-se mutuamente, fazem parte do processo de formação de conceitos como processo único, ambos exigindo da criança um intenso trabalho mental. No entanto, tais conceitos se formam e se desenvolvem sob condições externas e internas distintas: aprendizagem escolar e aprendizagem pela experiência pessoal (social) da criança. Portanto, a distinção entre os dois tipos de conceitos decorre do tipo de exigência de ação mental que apresentam.

A via do desenvolvimento dos conceitos científicos da criança transcorre em sentido oposto àquela em que percorre o desenvolvimento dos conceitos espontâneos. Neste a criança tem consciência do objeto, mas não tem consciência do conceito e tampouco é capaz de empregá-lo arbitrariamente no estabelecimento de relações existentes em outros conceitos. Ela não tem consciência do pensamento sobre o qual está representado esse conceito. Já o conceito científico tem sua origem na definição verbal consciente e caminha em direção às particularidades desse conceito por meio das suas relações de generalidade. No conceito cotidiano o desenvolvimento caminha do objeto para as relações, do imediato para o objeto

real, enquanto no conceito científico o desenvolvimento caminha das relações para o objeto. Os conceitos científicos se iniciam no campo da consciência e da arbitrariedade e se direcionam ao campo da experiência pessoal da criança. O caminho percorrido pelo processo de desenvolvimento do conceito científico inicia-se no abstrato em direção ao concreto.

Embora em seu desenvolvimento os conceitos científicos e os espontâneos percorram caminhos distintos, seus processos de desenvolvimento estão internamente interligados. Para que o conceito científico possa ser apreendido de forma consciente pela criança é necessário que o conceito espontâneo já esteja em um determinado nível para a tomada de consciência deste conceito.

No desenvolvimento dos conceitos o processo de amadurecimento das funções psíquicas superiores requer determinado nível de arbitrariedade do pensamento científico que só é possível mediante as condições proporcionadas pelo ensino sistematizado (VYGOTSKI, 2009, p. 244).

Na aprendizagem escolar, a aquisição dos conceitos científicos apresenta como exigência de pensamento a generalização, cujo papel é decisivo na conscientização da criança acerca de seus próprios processos mentais. Portanto, os conceitos científicos são o meio pelo qual a consciência e o domínio se desenvolvem para, posteriormente, serem transferidos a outros conceitos e áreas do pensamento.

A respeito da generalização, Oliveira (1999, p. 55-56) ressalta que a primeira dimensão presente na teoria vygotkiana sobre conceitos é a ideia de libertação dos seres humanos do contexto perceptual imediato, por meio do processo de abstração e generalização possibilitado pela linguagem: “[...] Os seres humanos refletem a realidade não só mediante formas visuais, concretas e sensoriais, mas mediante formas racionais, abstraídas da experiência, baseadas na função da linguagem como reflexo generalizado da realidade”. A abstração e a generalização são dimensões básicas dos conceitos que possibilitam a transição da sensação imediata e simplificada das coisas à sua apreensão de forma mediada e complexa.

Cada conceito é uma generalização e a relação entre conceitos é de generalidades. O pensamento mais elevado é regido pelas relações de generalidades entre conceitos. Afirma Vygotski (2009, p. 363-364):

Estamos diante de uma lei geral. Nela está a chave para o estudo das relações genéticas e psicológicas entre o geral e o particular nos conceitos infantis. Existe um sistema de relações de generalidades para cada fase da generalização; segundo a estrutura desse sistema, dispõem-se em ordem genética os conceitos gerais e particulares, de forma que o movimento do geral ao particular e do particular ao geral, no desenvolvimento dos conceitos vem a ser diferente em cada fase do desenvolvimento dos significados. Em função da estrutura de generalização

dominante nesta fase. Na passagem de uma fase a outra modificam-se o sistema de generalidade e toda a ordem genética do desenvolvimento dos conceitos superiores e inferiores.

No processo de desenvolvimento de conceitos, os conceitos científicos são uma porta para a consciência reflexiva da criança por meio do processo de generalização. De acordo com Vygotski (2009), consciência significa generalização, generalização significa formação de um conceito, ligado a outros conceitos subordinados, uma vez que conceitos científicos são sempre mediados por outros conceitos.

O processo de mudança da estrutura psicológica de formação de conceitos ocorre de cima para baixo e os conceitos científicos introduzem rudimentos de sistematização na mente da criança. Estes, por sua vez, são transferidos aos conceitos cotidianos. Descreve Vygotski (2009) que, enquanto o desenvolvimento dos conceitos cotidianos ou espontâneos é ascendente, o desenvolvimento dos conceitos científicos é descendente, começa com sua definição verbal e aplicação em operações não espontâneas, envolvendo atitudes mediadas.

Vygotsky mostrou que no processo de formação dos conceitos pela criança há três estágios básicos, cada um composto por várias fases. O processo de desenvolvimento dos conceitos não tem suas fases sujeitas a condições cronológicas ou a etapas subsequentes.

No primeiro estágio, denominado de Agregação Desorganizada ou Amontoados, a criança faz agrupamentos de objetos sem um fundamento interno suficiente, utilizando apenas objetos que estão dentro de seu campo visual, por uma percepção imediata, orientando-se apenas por vínculos subjetivos criados a partir dessa percepção e sem considerar critérios objetivos. A tentativa e o erro são características desse momento. A criança não vê semelhança interna e nem relação entre as partes que constituem o objeto; o significado das palavras ainda se encontra em um processo difuso: ela vincula seu significado a impressões, mas, internamente, os elementos estão dispersos. Há um sincretismo da percepção, ou da ação da criança, permitindo apenas que ela adquira uma imagem instável daquilo que quer/precisa conhecer. A principal característica dessa fase é a percepção sincrética dos objetos no campo espacial, o significado difuso da palavra uma “coerência incoerente”.

No segundo grande estágio, Pensamento por Complexos, a criança é capaz de unificar objetos concretos em um grupo, percebidos em sua particularidade concreta, dos vínculos objetivos, e não mais baseada somente em vínculos subjetivos, como no estágio anterior. Há a possibilidade de generalização ou simples unificação de objetos heterogêneos concretos, com vínculos diversos. A criança vai se afastando do sincretismo e avançando em direção à conquista do pensamento objetivo. No entanto, adverte Vygotski (2009, p. 179), essa

objetividade e coerência ainda não são aquelas que caracterizam “o pensamento conceitual que o adolescente atinge”. Aqui, o significado das palavras ainda está ligado à percepção que a criança tem do agrupamento que corresponde ao nome de família ou grupo de objetos com semelhança física entre si. No entanto, já não confunde suas próprias percepções com as relações objetivas entre os objetos. Na investigação realizada por Vygotsky foram observados cinco momentos básicos desse sistema complexo e que servem de fundamento às generalizações ocorridas nesse estágio.

O primeiro corresponde ao complexo do tipo associativo, que se caracteriza pelo fato de a criança incluir um objeto no grupo a partir de um núcleo, ou seja, o objeto nuclear serve de referência para as ações de agrupamento realizadas pela criança. A generalização tem como princípio a semelhança factual com o núcleo referencial adotado pela criança. A palavra, nessa fase, deixa de designar objetos isolados e passa a designar um objeto pelo nome de sua família.

O segundo momento do Pensamento por Complexo corresponde à formação de coleções, em que o critério para fazer o agrupamento consiste em encontrar características diferentes. A criança se empenha em fazer associações tendo como base características que contrastam e diferenciam o objeto, e não o agrupamento por semelhanças dos objetos. A generalização de objetos se baseia em vínculos e relações que têm como base uma operação prática, funcional. Vygotski (2009, p. 184) exemplifica citando “o conjunto usado para o almoço: a faca, o prato, o garfo e a colher”.

No terceiro momento, o Complexo em Cadeia, a criança faz associações e agrupamentos, tendo como base o princípio da combinação dinâmica e temporal de elos isolados em uma cadeia. O vínculo utilizado para combinação pode ser muito diferente da combinação utilizada com o elo anterior e os elementos podem não ter nada em comum com os outros elementos. Contudo, é suficiente que estejam aglutinados, que haja vínculo com os elos intermediários. O objeto é adicionado ao grupo a partir de características em comum com outro objeto já existente no grupo, sem um critério de hierarquia dos atributos.

O quarto momento do desenvolvimento do pensamento infantil rumo à constituição dos conceitos é denominado de Complexos Difusos. Nessa etapa as generalizações que a criança produz nos campos de seu pensamento – mas não no campo prático – são aproximações inesperadas, saltos no pensamento; a criança começa a raciocinar ou a pensar além das fronteiras de seu mundinho visível, palpável. As generalizações são difusas, não há contornos sólidos e a universalidade de vínculos passíveis de combinação faz com que haja oscilação de pensamento na ocasião de organizar os objetos na constituição da generalização.

O quinto momento é de extrema importância por se constituir como a ponte para a apropriação do conceito: os Pseudoconceitos. Vygotski (2009, p. 193) descreve o pseudoconceito:

As vias de disseminação e transmissão dos significados das palavras são dadas pelas pessoas que a rodeiam no processo de comunicação verbal com ela. Mas a criança não pode assimilar de imediato o modo de pensamento dos adultos, e recebe um produto que é semelhante ao produto dos adultos porém obtido por intermédio de operações intelectuais inteiramente diversas e elaborado por um método de pensamento também muito diferente. É isto que denominamos pseudoconceito. Obtém-se algo que, pela aparência, praticamente coincide com os significados das palavras para os adultos, mas no seu interior difere profundamente delas.

Assim, de forma alguma o modo de pensamento da criança coincide com o do adulto quanto às operações intelectuais para chegar ao pseudoconceito (ou conceito potencial). Nesse sentido, a linguagem é fundamental para o encaminhamento das ações mentais da criança em direção ao conceito. É a palavra, então, a ferramenta que viabiliza a compreensão mútua entre adultos e criança. A compreensão das coisas com o auxílio da palavra permite à criança apropriar-se de seu significado e cria condições para a ocorrência de ações mentais que dão sentido a essa palavra que, por sua vez, é portadora de um conceito. A comunicação que a criança estabelece com o adulto é fator primordial no desenvolvimento dos conceitos. Isso significa que se o sentido dado pela criança à palavra difere do dado pelo adulto, a atividade do pensamento deste difere da atividade objetiva da criança, ou seja: as operações mentais são diferentes para conceber o significado da mesma palavra. Vygotsky exemplifica descrevendo que, em um efetivo processo de comunicação, ao pronunciarem a palavra cão, a criança e o adulto a vinculam a um mesmo referente, designando um único conteúdo concreto. Mas, enquanto o adulto concebe esse significado por meio de um conceito abstrato de cão, a criança o concebe como um complexo concreto de cão.

O momento de transição, representado pelo pseudoconceito, permite à criança pensar sobre determinados objetos ou grupos de objetos, decompondo-os ou vinculando-os a características particulares fora do vínculo concreto e fatural em que estão inseridos. A operação intelectual da criança mediante a ação do pensamento sobre esses objetos possibilita seu desenvolvimento na direção do conceito. No pseudoconceito a criança forma uma generalização – mas não é uma generalização conceitual – que serve de elo entre o pensamento por complexos e o pensamento conceitual.

No desenvolvimento da capacidade de decomposição dos objetos, a criança reúne o maior número possível de semelhanças existentes entre os objetos concretos, abstrai aqueles traços considerados periféricos ou que não apresentam nenhum elemento com características

semelhantes. Passa, então, a perceber, por meio de um processo mental de abstração, um conjunto de atributos que serviram de base para reunir as semelhanças e que lhe possibilitam fazer generalizações manifestadas pelo pensamento. Esse momento é denominado por Vygotsky como um agrupamento por grau máximo de semelhança.

Outro momento característico do pensamento por conceitos é denominado por Vygotsky de conceitos potenciais, no qual os objetos são agrupados tendo como critério um atributo que se destaca dos demais; esse traço comum, essa semelhança, sobressai em meio aos demais atributos e torna-se fator marcante na formação do agrupamento. Esses conceitos potenciais têm como característica, de um lado, sua referência prática a um determinado grupo de objetos e, por outro, o processo de abstração que permite à criança isolar um atributo que lhe serve de base para a percepção do objeto.

Os conceitos potenciais apresentam uma grande contribuição ao desenvolvimento dos conceitos infantis porque é por meio deles que o vínculo concreto dos atributos é quebrado, dando lugar a operações abstratas como base para a criança formar os verdadeiros conceitos. Para Vygotski (2009, p. 226), “[...] o conceito surge quando uma série de atributos abstraídos torna a sintetizar-se e quando a síntese abstrata assim obtida se torna forma basilar de pensamento com o qual a criança percebe e toma conhecimento da realidade que a cerca”.

Nesse sentido, a palavra é a orientadora arbitrária da atenção da criança para determinada qualidade percebida. A palavra é um signo utilizado pela criança para sintetizar e simbolizar o conceito abstrato, sendo usada como meio para representar diferentes operações intelectuais: sintetizar, abstrair e generalizar os objetos.

Vygotsky alerta que, nesse momento, embora a criança tenha aprendido a operar com os processos superiores de pensamento, ainda carrega as situações características das formas elementares do pensamento. Para o autor, é na adolescência que se dá o amadurecimento do pensamento, ainda que não seja um momento de conclusão do processo de formação de conceitos, mas de crise, amadurecimento, transição. Apesar de terem todos os atributos do ponto de vista da lógica formal, os conceitos do adolescente prescindem da lógica dialética e, por isso, ainda estão no nível de noções gerais.

Primeiramente há uma apropriação do conceito para, em seguida, haver a possibilidade de articulá-lo na forma verbal. O amadurecimento do pensamento do adolescente se torna possível quando este consegue realizar a transferência de sentido e de significado de um conceito já elaborado para outras situações que não foram vivenciadas e, sempre no plano abstrato, em operações de pensamento.

Vygotsky foi o primeiro teórico a explicar a formação de conceitos a partir de uma abordagem que leva em conta o social, o cultural e o movimento histórico no processo de formação da mente e, por consequência, na própria formação de conceitos. Outros pesquisadores de sua equipe avançaram nessa perspectiva, como Luria e Leontiev. Posteriormente, Davydov, um de seus seguidores, formulou a Teoria do Ensino Desenvolvimental, que valoriza imensamente a formação de conceitos como base para a aprendizagem e o desenvolvimento do aluno na escola. Na sequência deste texto são descritas as contribuições de Davydov para o processo de formação de conceitos, com destaque para a formação de dois tipos de pensamento: o empírico e o teórico.

#### 2.4 O PROCESSO DE FORMAÇÃO DE CONCEITOS SEGUNDO DAVYDOV

Davydov (1988) define como função da escola assegurar os meios para que os alunos se apropriem dos conhecimentos e formem um modo de pensar teórico-conceitual caracterizado pela utilização de procedimentos mentais na forma de conceitos, como meios ou ferramentas para lidar com o objeto de conhecimento, agir com ele. Por sua vez, os conceitos, enquanto procedimentos mentais são formados com base nos processos lógicos e investigativos da ciência ensinada. O processo de apropriação dos conhecimentos na forma de conceitos produz mudanças no desenvolvimento psíquico dos alunos, propiciando-lhes novas capacidades intelectuais para a apropriação de conhecimentos cada vez mais complexos.

Essa posição teórica de Davydov implica que o professor necessita compreender o processo de formação de conceitos pelos alunos, bem como integrá-lo às particularidades investigativas da ciência que ensina, com seu estatuto epistemológico. Em outras palavras, para ensinar o aluno a formar conceitos o professor necessita apropriar-se do conhecimento do objeto de ensino, do processo investigativo que o originou e do processo psicológico pelo qual o aluno vem a conhecer esse objeto. Dada a importância das ideias de Davydov na sistematização a partir das ideias de Vygotsky, avançando a compreensão da formação de conceitos, torna-se relevante descrever de forma mais detalhada seus estudos.

Davydov (1988) dedica-se ao importante problema que envolve as relações entre ensino e aprendizagem, formação de conceitos e desenvolvimento do pensamento do aluno. Fundamentando-se nas ideias de Vygotsky e, ainda, no conceito de atividade humana descrito por Leontiev, esboçou a teoria do ensino desenvolvimental, que entrelaça conceitos

psicológicos e pedagógicos situados na perspectiva histórico-cultural tendo em vista a explicação de uma estrutura geral básica da atividade no ensino e aprendizagem.

Interessa para o objetivo desta tese discutir sobre a formação de conceitos. Contudo, para essa discussão será necessário analisar outras ideias centrais do autor, que estão na base de suas teses sobre a formação de conceitos. Assim, serão abordados os conceitos de atividade humana, conceitos empíricos e pensamento empírico, conceitos teóricos e pensamento teórico e, finalmente, a estruturação da atividade de ensino e aprendizagem para a formação de conceitos teóricos.

#### **2.4.1 Atividade humana, consciência e atividade de aprendizagem**

O conceito de atividade humana aparece na teoria de Davydov a partir da teoria da atividade formulada por Leontiev. Leontiev (1983, 1988) explica o desenvolvimento humano como processo de apropriação das riquezas espirituais (culturais e históricas) acumuladas pelo gênero humano, que se inicia quando a criança, por meio das inter-relações e da comunicação com os outros, vai desobjetivando para si os significados culturais dos objetos e, ao mesmo tempo, as ações que se realizam com esses objetos, atribuindo-lhes um sentido pessoal. Os significados atribuídos às coisas em contextos de relações sociais, imersos na cultura, uma vez apropriados, passam a fazer parte da atividade psíquica da criança como instrumentos (culturais, semióticos, mentais) para orientar sua ação enquanto sujeito no mundo, na realidade. Desse modo, a criança se desenvolve mediante um movimento dialético e contínuo de subjetivação e objetivação da realidade e, nesse movimento, constitui sua personalidade.

Leontiev, fundamentando-se nas teses de Marx, investigou a estrutura e o funcionamento da atividade psicológica humana, distinguindo dois tipos: a atividade humana interna – que ocorre apenas no plano mental, por meio de ações psíquicas – e a externa – que consiste na ação humana com objetos, por meio de ações no plano material. Ambas estão intrinsecamente interligadas. De um modo geral, toda atividade inclui elementos de atividade externa e interna, de atividade prática e teórica, mental. No entanto, a atividade externa tem precedência sobre a interna, pois todos os tipos concretos de atividade humana surgem a partir das diversas necessidades humanas nas relações sociais (LEONTIEV, 1983, 1988).

Freitas (2009) sintetiza a concepção de Leontiev sobre a estrutura geral da atividade humana, para o qual esta é o conjunto das suas relações reais com os objetos no mundo. Na atividade interna o ser humano não realiza ações com os objetos em si, e essas ações não são

físicas ou corporais; ele realiza ações com as imagens dinâmicas do objeto (seu reflexo psíquico) por meio de ações mentais. Para Leontiev, o traço mais característico da atividade psíquica humana é seu esforço deliberado para a transformação da sua realidade, que surge para atender ou resolver uma necessidade humana, para a qual deve ser buscado um objeto capaz de satisfazê-la. Assim, toda atividade humana é sempre caracterizada por sua orientação a um objeto com um propósito específico e existe em função daquilo que a motiva: seu objeto, e são esses motivos que dirigem essa atividade. A ação orientada ao objeto e com um objetivo é o meio pelo qual se pode satisfazer o motivo e alcançar o atendimento da necessidade. Para isso a ação se desdobra em várias operações. Ações e operações, por sua vez, são realizadas em circunstâncias específicas, em determinadas condições para sua execução, sem as quais não podem ser realizadas de forma a atingir o objetivo e satisfazer o motivo.

Dessa forma, a consciência humana é produto de relações sociais estabelecidas entre as pessoas e que se realizam somente mediante a atividade mental, psíquica. Nos processos surgidos das relações sociais entre pessoas ocorre a substituição dos objetos materiais por suas formas subjetivas, mentais, como imagens ou reflexos, na forma de consciência (LEONTIEV, 1983).

Lompscher (1999) analisa que, enquanto para Leontiev a atividade é essencialmente objetual, porque surge como relação real do sujeito com os objetos materiais no mundo, Vygotsky ressalta a importância da mediação semiótica na atividade psíquica. Contudo, de acordo com Lompscher, ambos compreendem a aprendizagem como um processo de apropriação cultural e científica, sendo o meio de promoção do desenvolvimento mental do aluno.

Já Davydov (1997) aponta que Vygotsky, ao explicar o processo de formação de conceitos não chegou a alcançar a lógica dialética pois, embora tivesse consciência de que a análise dos conceitos científicos requer instrumentos da lógica dialética, não teve tempo para assimilá-los de modo suficiente em sua teorização. Tal empreendimento tornou-se um dos objetivos para os que se dedicaram a dar continuidade às ideias de Vygotsky como El'konin, Ilyénkov e outros, inclusive o próprio Davydov, que se dedicou à distinção entre pensamento cotidiano ou empírico, e pensamento científico, ou teórico, nos quais estão envolvidos também dois tipos fundamentalmente diferentes de generalização e de conceito.

De acordo com a crítica apresentada por Davydov (1997), a falta de um delineamento na explicação do conteúdo da generalização do pensamento por parte de Vygotsky denota a ausência das bases para a distinção entre os conceitos espontâneos e os científicos. Por isso, Vygotsky diferenciou um conceito do outro atribuindo às condições de seu desenvolvimento

a falta de sistematização para o primeiro e a existência de determinada sistematização para o segundo. Assim a diferenciação entre ambos foi atribuída não ao plano do seu conteúdo objetivo e sim ao modo e ao percurso da assimilação. Davydov procurou avançar essa distinção apontando os dois tipos de pensamento humano, o empírico e o teórico, caracterizados por diferentes tipos de generalização e de conceito. Nos tópicos seguintes ficará clara essa distinção de Davydov em relação à Vygotsky, sendo possível verificar que Davydov não distingue esses dois conceitos apenas pelo grau de sistematização, mas principalmente pelos diferentes tipos e formas de pensamento conexas a eles.

#### **2.4.2 A lógica formal e a constituição do pensamento empírico**

Anteriormente a generalização foi descrita como um processo privilegiado na formação de conceitos de acordo com a teoria de Vygotsky. Para Davydov (1988), o termo generalização é frequente na literatura psicológica, didática e sobre métodos de ensino. Todavia, a generalização não é considerada uma via fundamental da formação de conceitos, que deve ser a principal finalidade do ensino na escola.

Para o autor, é comum a generalização ser compreendida como o processo pelo qual os alunos analisam e comparam entre si os objetos apresentados pelo professor, com semelhanças entre si, devendo distingui-los e identificar suas qualidades comuns. Assim, a definição do conceito é a enumeração das qualidades gerais para os objetos. O aspecto geral torna-se algo que se repete, invariável e, portanto, definidor das propriedades dos objetos. Para realizar a generalização, como abstração mental do objeto, a criança deve identificar certa qualidade comum dos objetos, invariante. Essa qualidade é designada por uma palavra, que fixa o conhecimento abstrato. Esse movimento de apreensão do objeto e de formação de seu conceito parte do aspecto sensorial do objeto para chegar à sua percepção abstrata por um processo de generalização empírica.

De acordo com Davydov (1988), a importância desse processo de generalização possibilita aos alunos as ações mentais de sistematização e de classificação dos objetos, uma das tarefas centrais do ensino escolar. Por meio desse tipo de ação mental os alunos classificam plantas, palavras, figuras geométricas, etc., e tornam-se capazes de situá-los em uma hierarquia de generalizações de acordo com suas propriedades. Ou seja, esse tipo de generalização conceitual permite ao ser humano enxergar o que é comum a toda uma classe

de objetos em cada objeto concreto. Esse caminho de generalização e formação do conceito ocorre da seguinte forma:

No processo de ensino, a palavra do professor organiza a observação dos alunos, indicando com exatidão o objeto da observação, orienta a análise para diferenciar os aspectos essenciais dos fenômenos daqueles que não o são e, finalmente, a palavra-termo, sendo associada aos traços distinguidos, comuns para toda uma série de fenômenos, se converte em seu conceito generalizador. (DAVYDOV 1988, p. 60-61)

Comum nas disciplinas escolares, esse caminho conduz os alunos às generalizações a partir da observação do objeto, em sua dimensão visual, sensorial, direta. Trata-se de um caminho de pensamento correspondente à lógica formal, que serve de base para a psicologia associacionista subjetivo-empírica, que se resume à separação de processos de pensamento isolados: a abstração e a generalização, a comparação e a classificação. Por essa lógica, o geral é compreendido apenas como semelhante ou igual em uma classe de objetos e o essencial como o traço que distingue essa classe de objetos. Desse modo, há uma transição da percepção do objeto à sua representação e depois ao seu conceito fixado na palavra.

Davydov apresenta à teoria lógico-formal do pensamento uma crítica fundamental: ela leva apenas à formação de conceitos empíricos. Embora seja a lógica utilizada amplamente na conceituação de objetos científicos das ciências naturais (plantas, algas, insetos, peixes, aves, minerais, rochas, etc.), essas abstrações e generalizações não permitem ao pensamento captar a especificidade dos conceitos científicos teóricos, que possibilitam apreender um objeto ou fenômeno por sua essência, e não meramente por seus traços sensoriais e aparentes. Nessa crítica, Davydov recorre a uma passagem de Marx:

Mas o economista vulgar crê que faz uma grande descoberta quando, em lugar de revelar a conexão interna das coisas, proclama orgulhosamente que, nos fenômenos, as coisas têm uma aparência completamente distinta. De fato, se orgulha de posicionar-se ante a aparência e toma esta como última palavra. Que falta pode fazer então a ciência? (MARX apud DAVYDOV, 1988, p. 61-62)

Ainda utilizando-se dessa crítica, Davydov aponta que a adesão à lógica formal e ao pensamento empírico refletiu, nas escolas, numa concepção didática de organização do ensino de um objeto ou fenômeno indo do seu aspecto particular ao seu aspecto geral. Vai-se da comparação de objetos particulares a uma generalização e, por fim, ao conceito, por um movimento de ascensão do sensorial-concreto ao mental-abstrato, sendo essa abstração expressa na palavra. É por isso que nessa lógica “empírico” significa sensorial, palpável, concreto, e teórico significa abstrato, verbal, geral. Conseqüentemente, quanto maior o nível

de generalização mais teórico será o pensamento. Então, equivocadamente, teórico passa a ser sinônimo de verbal.

Remetendo-se à crítica ao ensino escolar da matemática, Davydov (1988, p. 66) cita a crítica de A. Kolmogórov, para quem a separação dos conceitos matemáticos de sua origem leva a uma deficiência do ensino: "[n]os diferentes degraus do ensino se manifesta, com distinto grau de audácia e invariavelmente, uma mesma tendência: terminar o antes possível com a introdução aos números e falar somente dos números e suas correlações”.

Acrescentando sua própria crítica, afirma Davydov (1988, p. 66-67):

O divórcio entre o ensino dos conceitos e o exame das condições nas quais se originam se deriva legitimamente da teoria da generalização empírica, segundo a qual o conteúdo dos conceitos é idêntico ao que inicialmente se dá na percepção, Nela se examina somente a transformação da forma subjetiva deste conteúdo: a passagem de sua percepção imediata ao "subentendido" nas descrições verbais. Nesta teoria está ausente o problema da origem do conteúdo dos conceitos. Em relação ao método de ensino das matemáticas elementares isto implica, por exemplo, que o professor proponha às crianças, para realizar diferentes operações, um conjunto de unidades já separadas, representadas em forma de "figuras numéricas". Como e de que premissas não numéricas surgiram, como se formou historicamente o conteúdo do conceito de número, tudo isto fica fora de exame. A criança começa a familiarizar-se imediatamente com os resultados do processo que teve lugar na história do conhecimento.

Na generalização conceitual empírica as propriedades externas dos objetos, sua aparência, são tomadas como se fosse sua essência. Esse é o limite do pensamento empírico, cuja formação é proporcionada pela generalização e pelos conceitos empíricos. Para Davydov, a formação desse pensamento no processo de ensino tem sua importância e deve ser assegurado não como o tipo dominante de pensamento, mas apenas como um degrau para o desenvolvimento do pensamento teórico.

### **2.4.3 A lógica dialética e a constituição do pensamento teórico**

O pensamento racional dialético, ao buscar no objeto a unidade na diversidade, vai além dos limites da lógica formal e do pensamento empírico e tem como princípio evidenciar o movimento pelo qual ocorrem as passagens entre os diferentes aspectos de um objeto.

Davydov e os pedagogos e psicólogos russos de sua equipe colocaram como um problema a ser respondido cientificamente a aplicação dos princípios do pensamento dialético na organização da atividade de ensino para a formação de conceitos nos escolares. Seu

objetivo era oferecer uma contribuição ao avanço do ensino escolar para além do pensamento empírico, alcançando a concretização do pensamento teórico. Ao enfatizar que o conceito de atividade foi introduzido na ciência contemporânea pela lógica dialética, Davydov (1988, p. 12) ressalta seu núcleo:

A razão pensante (a mente) exacerba a diversidade do diverso para o ponto de oposição. Somente as ideias diversas (díspares), elevadas a este nível, se tornam reciprocamente móveis e, dessa forma, podem ser entendidas em seu auto movimento e vitalidade internos. Falando do “núcleo da dialética,” Lenin observou que “a dialética pode ser concisamente definida como a doutrina da unidade dos opostos”.

É pelo procedimento de ascensão do abstrato ao concreto que é possível realizar a reprodução teórica do concreto real como unidade do diverso. Esse é o “o procedimento com a ajuda do qual o pensamento assimila o concreto, o reproduz como espiritualmente concreto” (MARX apud DAVYDOV, 1988, p. 82). Significa que no pensamento humano o objeto ou fenômeno concreto aparece como uma síntese resultante de seu trabalho mental, mas também como ponto de partida que serviu a essa atividade pensante. Inicialmente o objeto é captado sensorialmente, mas apenas uma etapa para ser captado e reproduzido idealmente em suas conexões internas universais é necessária, expressando-se o seu movimento em uma lógica conceitual. Novamente citando Marx, Davydov (1988, p. 82) escreve: “Por onde começar tal reprodução? De acordo com a dialética é necessário começar pelo abstrato. As definições abstratas conduzem à reprodução do concreto por meio do pensamento”.

Para realizar esse movimento são necessárias abstrações do tipo teórico, não do tipo empírico, pois estas não alcançam a essência do objeto. A abstração pela qual começa o pensamento teórico tem como conteúdo a conexão historicamente simples do objeto (sua integralidade, universalidade). Ademais, as contradições dessa conexão devem refletir também sua essência:

Sendo um aspecto do concreto, isto é, tendo sua forma peculiar, esta conexão aparece, simultaneamente, como fundamento genético do todo (e neste sentido aparece como universal). Aqui se observa a unidade do singular (peculiar) e do universal, objetivamente existente, a conexão que mediatiza o processo de desenvolvimento do todo. (DAVYDOV, 1988, p. 82)

Para referir-se a essa abstração inicial o autor utiliza as denominações “célula” ou “abstração substantiva”. Ainda, para melhor elucidar, questiona por que denominá-la abstração se ela na verdade é real e observável. Afirma, em seguida, que a resposta é a compreensão do conceito de abstrato empregado na lógica dialética:

O abstrato e o concreto são momentos do desmembramento do próprio objeto, da realidade mesma, refletida na consciência e por isso são derivados do processo da atividade mental. A confirmação da objetividade de ambos os momentos é a peculiaridade mais importante da dialética como lógica. (DAVYDOV, 1988, p. 83)

Então, a abstração substantiva aparece como objeto simples, não desenvolvido, homogêneo, que ainda não atingiu as necessárias diferenciações. Aqui ela é a abstração geneticamente inicial de um objeto em sua totalidade. Mas, em segundo lugar, a abstração substantiva pode ter a forma já desenvolvida do objeto, na qual ele perde suas distinções particulares. Assim, a abstração realiza-se como redução das particularidades do objeto à sua forma abstrata. Externamente ao pensamento humano, os objetos e fenômenos existem como singulares, particulares, concretos, desenvolvidos a partir de uma relação real, que contém um aspecto essencial, uma “célula”. Nessa célula está sua natureza universal, base de todas as formas pelas quais o objeto aparece de maneira particular. Desenvolver essa compreensão é pensar o objeto em uma lógica dialética, exemplificada por Davydov na álgebra: “[...] Por exemplo,  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , representam os números em geral, em forma geral, mas afinal são números inteiros, em contraposição aos números  $a/b$ ,  $b/c$ ,  $c/b$ ,  $c/a$ ,  $b/a$  etc., os quais, entretanto, pressupõem estes números inteiros como elementos universais” (MARX apud DAVYDOV, 1988, p. 83-84).

Por consequência, particular e universal existem sempre na forma de relações e conexões mútuas de um objeto. “O universal existe só no individual e por meio do individual. Todo individual é (de um modo ou de outro) universal. Todo universal é (um fragmento, ou um aspecto, ou a essência de) o individual” (LENIN apud DAVYDOV, 1988, p. 83-84). Para acessar um objeto por essa forma de pensamento, isto é, partir de um fenômeno superficial, em sua imediatez, e chegar a compreendê-lo de forma mediada, em sua essência, são necessárias as ações de abstração, generalização e, por fim, expressão do objeto na forma de conceito. Chegar à essência do objeto é chegar à sua determinação universal. Como exemplo Davydov menciona o trabalho, explicando que todos os tipos particulares de trabalho humano reduzem-se ao trabalho humano universal, que contém a essência de todo trabalho.

O conteúdo específico do pensamento teórico é o objeto mediado. O ser humano entra em relação com o objeto da atividade prática e o reproduz de forma ideal, mental, pela atividade pensante, realizando com ele inúmeros experimentos mentais, os quais não se operam com representações dos objetos somente, como ocorre no pensamento empírico, mas sim com ações conceituais. A pessoa apropria-se de um conceito sobre um objeto quando é capaz de reproduzi-lo mentalmente, compreendendo e explicando a sua essência, expressando

verbalmente seu conteúdo e as particularidades deste. Assim, verifica-se o caráter essencialmente mediado e simbólico do pensamento teórico:

Na produção espiritual, assim como na material, existem meios próprios para se reproduzir o objeto. Além disso, o homem utiliza uma “artimanha”: descobre e recria as propriedades dos objetos por meio de suas relações e conexões mútuas. Uma coisa se converte em meio para encarnar as propriedades de outras coisas, atuando como seu padrão e medida. O resultado desta encarnação pode ser representado, por exemplo, em uma escala de dureza ou em uma representação das formas do espaço. Aqui as propriedades da medida e do padrão não representam sua própria natureza senão a natureza de outras coisas; a medida e o padrão aparecem como seus símbolos. Os diferentes sistemas de símbolos (materiais e gráficos) podem converter-se em meios para estabelecer padrões e, com eles, idealizar os objetos materiais, em meios de transição destes ao plano mental. E. Iliénkov escreve: “A existência funcional do símbolo consiste em que ele... atua como meio, como instrumento para revelar *a essência de outras coisas captadas sensorialmente*, isto é, sua universalidade”. A revelação e a expressão em símbolos da existência mediatizada das coisas, de sua universalidade, não é outra coisa senão a passagem à reprodução teórica da realidade. (DAVYDOV, 1988, p. 74)

Ao reproduzir mentalmente a essência do objeto o ser humano utiliza os símbolos (materiais, gráficos e mentais), que se convertem em meios para estabelecer padrões, e, com eles, idealizam objetos materiais, meio de transição destes ao plano mental. O símbolo atua como instrumento mediador na revelação da essência das coisas captadas sensorialmente pelas pessoas. Davydov (1928, p. 303) ilustra a tese do pensamento teórico, recorrendo ao exemplo de Spinoza para demonstrar o conceito de círculo:

Spinoza via a essência do círculo no ato de sua origem, de sua construção (“criação”). A definição do círculo deve expressar a causa da origem da coisa dada, o método de sua construção. O círculo segundo esta regra, [...] deve definir-se assim: é a figura escrita por qualquer linha, um de cujos extremos é fixo e o outro móvel. Aqui se indica o método para se obter quaisquer círculos infinitamente diversos.

Nesse caso, Spinoza explicitou verbalmente a idealização de um esquema de atividade que permite o detalhamento da construção e do procedimento de uma ação, utilizando nesse processo de formação o conceito de círculo, a partir de um instrumento relativamente simples: o compasso.

A essência do pensamento teórico consiste na compreensão das coisas por meio da análise das condições de sua origem e de seu desenvolvimento histórico. Em outras palavras, pelo procedimento de ascensão do abstrato ao concreto.

#### 2.4.3.1 *O procedimento de ascensão do abstrato ao concreto*

Para identificar a abstração inicial começa-se pela análise das relações particulares e nelas a identificação do aspecto que simultaneamente apresenta caráter de universalidade ou forma universal (a base genética do todo, a célula). Depois se estuda essa forma universal ou a essência, que se manifesta em todas as formas particulares. Isso corresponde a essa célula ou base genética e deve ser o fundamento para deduzir o sistema de conexões mediante as quais se desenvolve a essência do objeto e analisar por que essa essência se apresenta e se manifesta no objeto concreto. Portanto, realiza-se um processo de recriação do concreto por meio de análise e síntese. Para ilustrar essa capacidade sintetizadora da mente humana, Davydov (1988, p. 85) novamente cita Iliénkov:

As determinações abstratas isoladas, cuja síntese fornece “o concreto no pensamento” formam-se no próprio curso da ascensão do abstrato ao concreto. Deste modo, o processo teórico que leva à obtenção do conhecimento concreto, em cada um de seus elos e no conjunto, é sempre ao mesmo tempo o processo de redução do concreto ao abstrato.

Assim, a natureza do pensamento teórico se expressa no movimento de redução e ascensão ao concreto, sendo este último o mais determinante, pois é por meio dele que são reveladas as contradições dentro da relação principal identificada na abstração inicial. Para a resolução dessas contradições o pensamento teórico apoia-se nos dados reais, parte do universal, mas este não coincide diretamente com as manifestações particulares e singulares da totalidade do objeto concreto, exigindo que se reconheçam os elos mediadores para a explicação dessas manifestações.

O pensamento teórico, como pensamento característico da ciência, possibilita ao sujeito a capacidade de ver o todo antes de ver suas partes e captá-lo primeiro, capacidade esta indispensável à reprodução teórica da realidade. Esse é um dos momentos essenciais do movimento do abstrato ao concreto do ponto de vista dialético. Em resumo, o pensamento teórico se realiza por meio de análise e síntese, como processos mutuamente dependentes e que formam uma unidade na solução de tarefas ou problemas cognitivos a serem resolvidos:

1) pela análise dos dados reais e sua generalização separa-se a abstração substantiva, que estabelece a essência do objeto concreto estudado e que se expressa no conceito de sua “célula”; 2) depois, pelo caminho da revelação das contradições nesta “célula” e da determinação do procedimento para sua solução prática, segue a ascensão a partir da essência abstrata e da relação universal não desmembrada, até a unidade dos aspectos diversos do todo em desenvolvimento, ao concreto. (DAVYDOV, 1988, p. 86)

Descrito o processo de ascensão do abstrato ao concreto, é de interesse caracterizar mais detalhadamente a generalização substantiva e o pensamento teórico como aspectos desse processo de ascensão. A generalização substantiva acompanha as relações do universal abstrato com o singular e particular. Por meio do conceito teórico, abstrato, já alcançado, analisam-se os fenômenos particulares, deduzindo-os da base universal. Em resumo, a generalização substantiva consiste em tomar os fenômenos particulares e reduzi-los a uma base única, universal, revelando a unidade na diversidade, compreendendo o movimento dialético de existência do universal no particular e vice-versa.

O conceito teórico (pensamento teórico) tem um conteúdo e uma forma, sendo o primeiro reflexo das relações entre universal e particular e o segundo o procedimento de dedução deste particular a partir do universal, ou seja, o procedimento de ascensão do abstrato ao concreto. A transformação, passagem, do objeto particular ao seu universal e desse universal ao particular, apenas é acessível pelo experimento mental com o objeto idealizado, ou seja, objeto concreto reproduzido pelo pensamento na forma ideal:

No experimento mental que, a nosso ver, está intimamente vinculado aos conceitos teóricos, podem ser realizadas transformações dos objetos que não se podem efetuar por meio de ações práticas objetivas. Se estas transformações descobrem no objeto novas propriedades, constituem justamente os resultados específicos do pensamento teórico que reflete a natureza interna da realidade. (DAVYDOV, 1988, p. 88)

Davydov utiliza o termo conhecimento para designar a unidade entre abstração, generalização e conceito, que ocorrem tanto no pensamento empírico como no teórico, mas com conteúdo e formas muito distintas. Da mesma maneira, se distinguem as tarefas para cada um desses tipos de pensamento: enquanto o pensamento empírico cataloga e classifica os objetos, o pensamento teórico reproduz a essência do objeto. Assim resume suas principais diferenças:

**Quadro 01** - Comparação entre conhecimento empírico e teórico.

| <b>Pensamento / conhecimento empírico</b>   | <b>Pensamento / conhecimento teórico</b>   |
|---|--|
| São elaborados no processo de comparação dos objetos, separando suas propriedades iguais, comuns, produzindo representações sobre eles.   | São elaborados no processo de análise do papel e da função de certa relação peculiar dentro do sistema integral que, ao mesmo tempo, serve de base genética inicial de todas as manifestações do objeto. |
| No processo de comparação ocorre a separação da propriedade geral do conjunto de objetos, que é utilizada para relacionar objetos isolados a uma classe determinada, independentemente dos vínculos entre eles. | No processo de análise descobre-se a relação geneticamente inicial do sistema integral como sua base universal ou essência.  |

|   |  |
|---|--|
| Os conhecimentos empíricos apoiam-se nas observações e por isso refletem nas suas representações as propriedades externas dos objetos.          | Os conhecimentos teóricos, por apoiarem-se na transformação mental dos objetos, refletem suas relações e conexões internas “saindo” dos limites das representações.                |
| A propriedade geral formal é separada como algo pertencente à ordem das propriedades particulares e singulares dos objetos.                     | Determina-se o nexa da relação universal, real, do sistema integral com suas diferentes manifestações, o elo do universal com o singular.  |
| A concretização dos conhecimentos empíricos consiste em selecionar ilustrações, exemplos, que se encaixam na correspondente classe dos objetos. | A concretização dos conhecimentos teóricos consiste na dedução e explicação das manifestações particulares e singulares do sistema integral a partir de seu fundamento universal.  |
| As palavras-termos são o meio indispensável para expressar os conhecimentos empíricos.  | Os conhecimentos teóricos se expressam, sobretudo, nos procedimentos mentais e, posteriormente, com a ajuda de meios simbólicos e semióticos, nas linguagens natural e artificial. |

**Fonte:** Dados elaborados pela autora com base em Davydov (1988).

O pensamento teórico, característico da lógica dialética, é o modo privilegiado de reflexão racional da ciência, mas também de todas as formas superiores de consciência social. Ele se realiza fundamentalmente no plano das ações mentais, isto é, como experimento mental com os objetos de conhecimento.

Considerando que a caracterização psicológica da solução teórica de uma tarefa feita por S. Rubinstein corresponde à compreensão lógica do pensamento teórico, Davydov (1988 p. 90) cita-o: “Resolver uma tarefa teoricamente quer dizer resolver não só para o caso particular dado, mas também para todos os casos semelhantes”.

Por meio da abstração o ser humano identifica a relação inicial de certo sistema integral e, nessa ascensão mental, conserva a sua especificidade, identificando a máxima semelhança entre os objetos. Consiste, assim, em um processo que tem como princípio uma relação particular, subjetivada e individual.

O processo de generalização consiste no caminho para descobrir e acompanhar as inter-relações existentes entre o particular e o singular por meio da análise do todo e tem como objetivo captar o objeto em sua essência, nas suas relações, reduzindo os diversos fenômenos a uma base única, universal: a essência como genuína base interna de todas as modificações do objeto. O produto desse procedimento é o conhecimento sobre o objeto ou a aprendizagem. O conceito teórico aparece como unidade, a partir da redução da diversidade, ou seja: o “conceito teórico serve de procedimento para deduzir os fenômenos particulares e singulares de sua base universal”, afirma Davydov (1988, p. 87).

O autor explica que a tarefa de nosso pensamento é organizar os dados captados a partir do concreto sensorial, na forma de conceito, reproduzindo as conexões internas do objeto, suas relações, identificando e apresentando o movimento desse objeto. As relações internas e externas, bem como suas contradições e sua trajetória histórica real constituem o movimento do objeto.

O pensamento teórico se constitui no processo de análise do papel e da função das relações existentes dentro de um todo observado. Sua origem tem como base a transformação mental dos objetos, refletindo suas conexões internas, e se caracteriza como uma ponte entre o universal e o singular. Davydov (1988, p. 89) afirma que a “concretização dos conhecimentos teóricos consiste na dedução e explicação das manifestações particulares e singulares do sistema integral a partir de seu fundamento universal”. Nesse tipo de conhecimento, os procedimentos mentais, auxiliados pelos meios simbólicos, são os principais responsáveis por sua expressão.

## 2.5 APRENDER TEORICAMENTE NO ENSINO DESENVOLVIMENTAL

De acordo com Vygotski (2009), nos primeiros anos da escola básica as crianças entram em permanente atividade de aprendizagem dos conceitos formalmente constituídos pela ciência e que servem de base para seu desenvolvimento intelectual. No caso brasileiro, isso ocorre nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Na aprendizagem escolar as crianças são iniciadas no processo de intelectualização e a atividade de estudo dos objetos requer uma organização intencional das tarefas propostas às crianças.

A escola, pensada numa perspectiva dialética, é um ambiente que oferece à criança um rico material capaz de satisfazer seus interesses cognitivos, que atuam como premissas para o surgimento da necessidade de ampliar seu repertório de conhecimentos. Este, por sua vez, se compõe de conhecimento teórico, que é o conteúdo da atividade de aprendizagem. Na concretização da atividade de aprendizagem surge uma variedade de motivos que demandam da criança o cumprimento de ações de aprendizagem que viabilizam a reprodução dos conhecimentos teóricos. Para Davydov (1988, p. 97),

[a] necessidade da atividade de aprendizagem estimula as crianças a assimilarem os conhecimentos teóricos; os motivos a assimilar os procedimentos de reprodução

destes conhecimentos por meio das ações de aprendizagem, orientada para a resolução de tarefas de aprendizagem.

Davydov defende que a aprendizagem, a atividade principal da criança na idade escolar, deve ter como conteúdo o conhecimento teórico, como meio de aquisição dos conhecimentos sistematizados e legitimados pela cultura humana. Esse deve ser o papel primordial do professor: ensinar para a formação do pensamento teórico e, para formá-lo, deve ensinar de modo que os alunos reproduzam o caminho de obtenção das conclusões científicas, tornando-os coparticipantes da busca científica.

Para que os alunos operem mentalmente com os objetos do conhecimento Davydov (1988, p. 92) afirma que a forma de ensino e aprendizagem deve ser o “caminho percorrido pelo pensamento científico”, isto é, a trajetória do pensamento científico que validou esse conhecimento. O autor recorre a Skatkin para exemplificar a formação do conceito de fruto nos alunos em uma turma da terceira série. O conceito deve ser apreendido a partir do exame cuidadoso das partes externas do fruto ao mesmo tempo, também, em que se procede a uma investigação que permita conhecer as relações desse fruto com a planta, como parte constitutiva da planta, analisando seu desenvolvimento em um movimento dialético do pensamento, e não como uma comunicação pronta apresentada pelo professor. Para essa apreensão, um processo investigativo deve ser realizado por meio de uma tarefa cognitiva, cuja realização pelo aluno deve ter como parte fundamental o auxílio do professor para a identificação da relação geral básica do conteúdo e a descoberta de que ela está presente em muitas relações particulares. Em outras palavras, o professor auxilia os alunos a realizarem a abstração substantiva, que deve ser então registrada.

Após o registro dessa relação geral básica, os alunos devem descobrir os vínculos regulares dessa relação com outras manifestações particulares e, assim, chegarem a uma generalização substantiva do conteúdo estudado. Esse processo de abstração e generalização, que deve ser então utilizado pela criança para deduzir e unir as relações gerais às relações particulares, permite que ela encontre o conceito que representa o núcleo do conteúdo.

Assim, primeiramente o pensamento das crianças é orientado pelo professor de modo a percorrerem um caminho do geral para o particular, localizando o conceito basilar do objeto estudado; ao identificarem o núcleo, fazem um movimento que desvela as particularidades decorrentes desse núcleo, a partir do qual se originam os conceitos mais particulares dessa relação. Em segundo lugar, os alunos são orientados a esclarecerem as condições em que esse conteúdo dos conceitos se originou, ou seja, a partir de qual conceito outros foram se constituindo. Portanto, nas tarefas de aprendizagem propostas aos alunos o professor procura

assegurar que o pensamento deles se movimenta do geral para o particular, do abstrato para o concreto.

A atividade de aprendizagem enquanto um momento exuberante na vida escolar e sua condução deve assegurar o desenvolvimento intelectual do aluno.

Vasili V. Davydov, com base nas proposições de Vygotsky e Leontiev, elaborou a teoria do ensino desenvolvimental. Para ele, o conteúdo da atividade de aprendizagem é o conhecimento teórico, ou seja, a formação e o desenvolvimento, no aluno, de uma forma de pensamento assentada na abstração, na generalização e nos conceitos teóricos. Para formar esse tipo de pensamento, o professor deve ensinar de modo que os alunos, na atividade de aprendizagem, reproduzam o caminho de obtenção das conclusões científicas, tornando-os coparticipantes da busca científica.

Davydov entende que os métodos de ensino decorrem dos conteúdos e estes últimos formam a base do ensino. O conteúdo do ensino é o pensamento teórico científico enquanto conhecimento de um objeto mediado pela ciência e apresentado ao aluno em forma de conteúdo generalizado, abstrato. Em decorrência, o procedimento de ensino assemelha-se ao de exposição dos conceitos científicos, tal qual a exposição realizada pelo pesquisador.

Para que o pensamento dos alunos se assemelhe ao pensamento investigativo dos cientistas, utilizando-se o procedimento da ascensão do abstrato ao concreto, é necessário que o professor estruture um conjunto de ações em forma de tarefas cognitivas.

A estrutura e os elementos da atividade de aprendizagem descritos por Davydov correspondem à estrutura geral da atividade humana descrita por Leontiev, excetuando-se um novo elemento: o desejo. Segundo Davydov (1999), o desejo é a base da necessidade e, por isso, o introduz nessa estrutura. A base de funcionamento das emoções é composta por necessidades e desejos. As necessidades não podem ser consideradas separadas do desejo, pois aparecem sob a forma de manifestações emocionais. As emoções, para Davydov, são mais fundamentais que os pensamentos porque representam a base das tarefas que uma pessoa determina a si mesma, inclusive tarefas de pensamento. Não é a existência de meios físicos, espirituais e morais para uma pessoa atingir seu objetivo que a fazem decidir e agir, mas sim as emoções (DAVYDOV, 1999). Por isso, a atividade de aprendizagem deve ter por base um desejo.

Na realização das ações da tarefa os alunos acabam dominando os procedimentos de reprodução dos conceitos, imagens, valores e normas, assimilando-os como conhecimentos. A necessidade de aprender desempenha o papel de estímulo para que o aluno assimile os conhecimentos, mas são os motivos que estimulam o aluno a realizarem as ações de

aprendizagem e a resolução da tarefa. A tarefa é nada mais que a união do objetivo com a ação para que, sob certas condições, o objetivo seja alcançado. Por meio da tarefa o professor apresenta aos alunos as exigências de procedimentos mentais: 1) generalização e abstração substantivas: análise do conteúdo (objeto) para a descoberta da relação geral, governada por uma lei e vinculada às diversas manifestações ou relações particulares desse conteúdo; 2) construção do “núcleo” do objeto: com base na generalização e abstração substantivas, dedução das relações particulares do objeto em união com sua totalidade; 3) por meio desse processo de análise e síntese o aluno deve conhecer o objeto estudado, dominando o procedimento geral que serviu à sua construção.

Davydov (1988) formulou etapas compondo o caminho a ser percorrido pelo aluno e assegurado na estruturação da tarefa pelo professor, descritas a seguir:

- 1 - Transformação dos dados da tarefa e identificação da relação universal do objeto estudado.  
Pela transformação das informações e dos dados contidos na tarefa de aprendizagem os alunos devem descobrir a relação universal do objeto, caracterizada por se constituir como aspecto real dos dados transformados, mas, também, base genética e fonte de todas as características e peculiaridades do objeto, e não apenas de suas partes. Essa relação é o conteúdo da análise mental, que aparece como o momento inicial do processo de formação do conceito.
- 2 - Modelação da relação encontrada em forma objetivada, gráfica ou literal.  
Consiste na criação de um “modelo” representativo da relação universal. Este modelo, que por si já é um produto de análise mental, pode ser em forma literal, gráfica ou objetivada. O que importa na ação de construção do modelo é assegurar que represente a relação universal do objeto.
- 3 - Transformação do modelo da relação para estudar suas propriedades.  
A função dessa transformação é permitir o estudo das propriedades da relação universal do objeto. No modelo, a relação aparece “em forma pura”, abstrata, e, transformando-o e reconstruindo-o, os alunos podem estudar as propriedades da relação universal em seu aspecto concreto, e não apenas abstrato. No trabalho com o modelo, o professor dirige os alunos para que a relação universal sirva de base, para formar neles um procedimento geral de solução da tarefa. Os alunos devem extrair do núcleo do objeto suas múltiplas manifestações particulares.
- 4 - Construção do sistema de tarefas particulares que podem ser resolvidas por um procedimento geral.

Nesta ação os alunos utilizam e adotam o procedimento geral, aplicando-o a distintos casos particulares, apresentados como variantes da tarefa inicial. Daí em diante, a direção do professor deve mudar gradualmente para que os alunos elevem seu grau de autonomia na utilização do conceito.

#### 5 - Controle (ou monitoramento) da realização das ações anteriores

Essa ação visa assegurar a realização plena e correta das operações que compõem as ações da tarefa, determinando se as ações de aprendizagem estão correspondendo às exigências e às condições estabelecidas. O monitoramento permite que os alunos estabeleçam a relação entre a tarefa a ser resolvida e o resultado a ser alcançado, determinem em que medida estão obtendo e aplicando o procedimento geral de solução da tarefa, verificando se o resultado de suas ações corresponde, ou não, ao objetivo final. Desse modo, consiste em um exame qualitativo substancial do processo e, ao mesmo tempo, do resultado da sua aprendizagem. Pode-se dizer que consiste em uma avaliação contínua e de caráter formativo, uma vez que leva os alunos a observarem o conteúdo de suas ações, examinarem seus fundamentos e verificarem a correspondência com o resultado, reorientando o caminho, se necessário. Conjuntamente, também, o professor e os alunos avaliam a aprendizagem do procedimento geral como resultado da solução da tarefa.

Essas ações formuladas por Davydov são uma base geral para o ensino. Cada uma delas e suas correspondentes operações variam conforme o conteúdo em função do conceito a ser formado e das condições concretas em que se resolve uma ou outra tarefa de aprendizagem.

## 2.6 O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO TEÓRICO EM MATEMÁTICA

O entendimento do professor sobre como ocorre o processo de formação de conceitos em matemática e se estes são capazes de pensar e atuar com conceitos em sala de aula encontra explicações teóricas no ensino desenvolvimental. Davydov (1982) oferece uma crítica à organização da disciplina de matemática apresentada nos programas de ensino com um repertório de estudos que responde às etapas de um ensino centrado na história empírica. Para o autor, a descrição empírica da história dessa disciplina está pautada na sequência das matérias de estudo adotada na escola: nos cursos primários se estuda aritmética, nos médios a álgebra e nos superiores elementos de análise. Adotar essa sequência no ensino matemático, afirma ele, é mero cronologismo, consistindo em um antiquado critério sobre a função do ensino e seu papel na vida do aluno. Recorrendo às palavras de N. Ya. Vilenkin, Davydov (1982, p. 110) reafirma a crítica ao princípio empírico utilizado no ensino dos conteúdos matemáticos: “Muchos de los ejercicios que a hora se resuelven en la escuela primaria nos han llegado de la antigüedad. Se diferencian de los ejercicios que se resolvían en las escuelas babilónicas solo por la forma externa, no por su contenido matemático [...]”.

O excesso de aritmética no ensino escolar também é uma preocupação do autor, que o considera como um indício do desconhecimento dos conceitos matemáticos por parte do docente. Outra questão é a forma como vem sendo ensinada aos alunos a resolução de problemas: ensina-se a classificá-los ao invés de a resolvê-los, sendo a ação mental de análise desses problemas pobremente desenvolvida. Os alunos não conseguem resolver problemas afins, similares àqueles que já tenham resolvido em situações anteriores, pois não conseguem relacioná-los com outro tipo já conhecido. O aluno só é capaz de aplicar a experiência e as ações mentais acumuladas em situações que se identificam de imediato com as já conhecidas.

Por outro lado, se o aluno percorre uma via em sua aprendizagem movimenta-se da evidência natural para a faculdade de orientar-se nas relações das próprias grandezas (quantidades) e números, nas relações abstratas, este se torna uma condição importante para iniciar-se no domínio dos conceitos genuinamente matemáticos. À medida que ganha desenvolvimento seu intelecto vai dominando esses conceitos e a matemática aparece em seu verdadeiro aspecto.

Se o ensino escolar tem o propósito de proporcionar aos alunos capacidade para o domínio independente do número, galgando sempre novos conhecimentos científicos. Desse

modo, é necessário modificar a estrutura da disciplina, organizando um tipo novo de assimilação. Em função disso, a estrutura da atividade docente também deve ser modificada.

De acordo com Davydov (1982), se o professor espera que o aluno forme o pensamento teórico deve organizar atividades adequadas para tal. Nessa organização, o professor deve partir das teses gerais da área da matemática, não dos casos particulares, e sim da “célula” dos conceitos matemáticos. A forma de organização do ensino do conteúdo matemático, em especial do conceito de número, deve proporcionar aos alunos que criem “uma concepção circunstanciada e válida do número real, na qual se encontra oculto o conceito de quantidade. Os números naturais e reais são um aspecto particular desse objeto matemático mais geral” (DAVYDOV, 1982, p. 431). O autor enfatiza a possibilidade de familiarizar primeiro o aluno com esse objeto geral (a quantidade) e só depois deduzir os casos mais particulares, especificamente decorrentes de sua manifestação: a aritmética, a álgebra e a geometria.

No procedimento para a realização da tarefa de aprendizagem os alunos executam algumas ações, que Davydov (1988) indica para a obtenção do conceito de quantidade, conforme se verifica no quadro a seguir:

**Quadro 02** – Ações que formam o conceito de quantidade.

| Ação de Aprendizagem – AA  | Características da AA   | Exemplo concreto que ilustra a tarefa e AA – formação do conceito de número  |
|--|---|--|
| Transformação dos dados da tarefa para revelar a relação universal do objeto estudado. | Nessa ação inicial busca-se descobrir e distinguir o conceito núcleo a partir do qual se originam os demais conceitos, formando uma rede de conceitos. Consiste no processo de abstração e generalização.   | Atividades iniciais: introdução do conceito a partir de tarefas que levem o aluno a perceberem as relações existentes entre as quantidades. A criança compara a diferença das quantidades apresentadas com o uso de fórmulas literais: $a=b$ , $a>b$ , $a<$ ; atividades que possibilitem transformações numéricas, como: $a+c>b$ , $a=b-c$ , $a+c=b+c$ . O caráter múltiplo das quantidades também é objeto de tarefa a ser desenvolvida pelo aluno: tarefa na qual o aluno descobre quantas vezes a quantidade C cabe nas quantidades A e B. |
| Modelação da relação em forma objetivada, gráfica ou por meio de letras.               | Nessa ação busca-se a representação gráfica da percepção do aluno em relação a sua compreensão sobre o conceito núcleo e sua relação com outras manifestações do conceito estudado. Nesse modelo, as características internas do objeto devem ser evidenciadas. | Atividades em que os alunos possam registrar a relação múltipla e seus resultados por meio de formas objetivas (gráfica, letras, desenhos), formas espaciais e na forma verbal, seguida de numerais.   |

[continuação Quadro 02]

|   |  |   |
|---|--|---|
| Transformação do modelo da relação para estudar suas propriedades.                                  | Nessa ação busca-se o reconhecimento das propriedades necessárias para a formação do conceito nuclear. Isso é possível extraíndo do núcleo as suas manifestações particulares.                           | Atividade em que os alunos representam em forma de segmento cada elemento da igualdade: $a=b=c$ . Resolver a tarefa implica descobrir que o terceiro segmento não pode ter um tamanho arbitrário. Esse resultado depende do tamanho dos outros segmentos. É possível perceber ainda que quando o terceiro segmento representa o valor do todo requer a soma dos segmentos para determinar seu comprimento, e, quando este representa uma porção do todo, subtrai-se do segmento total o comprimento do segmento em questão. |
| Resolução de tarefas particulares utilizando o procedimento geral.                                  | Nessa ação os alunos realizam tarefas, problemas propostos pelo professor, com ações objetivas, concretas, sobre o conteúdo estudado.  | Atividade que possibilita encontrar as características numéricas dos elementos da operação (calcular ou medir apenas dois deles). O terceiro é decorrente das operações efetuadas com dois primeiros. Primeiro, o registro é feito em forma explícita, em seguida torná-las implícitas. Aqui o aluno compreende o método geral para a obtenção do número e assimila o conceito de número.   |
| Controle e realização das ações anteriores.   | Aqui se verifica a legitimidade do método utilizado na aprendizagem do conceito. Aqui se observa se há correspondência entre as ações de aprendizagem e as condições exigidas na tarefa de aprendizagem. | O aluno realiza ações que permitem obter o número e empregá-lo como meio exclusivo para comparar quantidades. Quando o professor propõe uma tarefa e muda uma de suas operações de medição, mesmo assim o aluno compreende o motivo da mudança do resultado obtido.   |
| Avaliação da assimilação do procedimento geral como resultado da solução da tarefa de aprendizagem. | Aqui se verifica se o resultado das ações de aprendizagem corresponde aos objetivos propostos. É o exame qualitativo do resultado da assimilação.  | São propostas atividades que contêm uma tarefa de aprendizagem que exige do aluno um novo procedimento de solução. A avaliação define o grau de formação do modo de ação do aluno na resolução da tarefa anterior. O que ele é capaz de fazer e o que ele precisa saber para orientar-se na busca de um novo procedimento, exigido na nova tarefa.  |

Fonte: elaborado pela autora com base em Davydov (1988).

Davydov (1982) também resume as etapas que devem ser respeitadas na elaboração da atividade de ensino: na primeira, o aluno opera com objetos e gravuras ao destacar os parâmetros de grandeza; na segunda, usa signos para registrar as relações obtidas por meio de comparações entre as grandezas; a terceira consiste no registro literal do resultado encontrado a partir das relações de comparação.

Nessa atividade evidenciam-se as condições mediante as quais se descobre a essência do conceito de número, mostrando a sua origem, conceito nuclear da matemática, o conceito de quantidade.

## 2.7 O CONCEITO MATEMÁTICO DE QUANTIDADE NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

No ensino desenvolvimental da matemática proposto por meio de suas pesquisas, Davydov (1982) determinou como objetivo criar nos alunos do I ao X Grau escolar uma concepção do número real que traz oculto o conceito de quantidade. Esta consiste na essência a partir da qual se originam todos os outros conceitos no mundo da matemática. Assim, no ensino desenvolvimental da matemática os alunos não entraram em contato direto com os números durante o primeiro semestre do I Grau, mas permaneceram assimilando detalhadamente o conceito de quantidade e suas propriedades fundamentais.

Mas o que é quantidade? Como identificá-la enquanto conceito nuclear da matemática? Deixando um pouco Davydov e recorrendo a autores do campo da matemática para elucidar a questão, buscou-se em Caraça (1944) uma compreensão acerca de quantidade. O autor inicia seu livro enfatizando a necessidade do homem em contar. Ressalta que a todos os homens se impõe, de modo frequente, nas mais diversas situações, a necessidade da ação de contagem e de medida. A contagem impera como uma necessidade, na vida humana, com caráter importante e cada vez mais urgente. O problema da necessidade de contagem foi resolvido pelo homem a partir da criação dos números naturais. Contudo, sabe-se que hoje o conhecimento que se tem sobre os números naturais não é o mesmo do homem primitivo.

Para esse matemático, a representação mental de número natural não é um produto puro do pensamento que se constitui independente da experiência, “os homens não adquiriram primeiro os números naturais para depois contarem; pelo contrário, os números naturais foram-se formando lentamente pela prática diária de contagens” (CARAÇA, 1944, p. 4). Foi a necessidade do homem de contar que desencadeou o surgimento do número natural. A respeito do número real, Caraça (1944, p. 83) o define como componente de divisão de “duas classes dum corte qualquer, no conjunto dos números racionais, se existe um número racional a separar as duas classes, o número real coincide com esse número racional; se não existe tal número, o número real dir-se-á irracional”.

O conjunto dos números racionais, formado pelo conjunto dos números inteiros e acrescido do conjunto formado pelos números fracionários, surgiu da necessidade prática da medida. Cedro, Moraes e Rosa (2010, p. 434), em interlocução com Caraça, enfatizam que

[...] medir consiste em comparar duas grandezas da mesma espécie. Há uma variedade de unidades de medida, porque há uma variedade de grandezas; o comprimento, a área, o volume, altura, a massa, o trabalho, a intensidade, a pressão de ar e o valor monetário são algumas das noções que se transformam em quantidade pelo procedimento da medição.

Pela ação da contagem e da medida o homem, em sua atividade prática, inseriu a representação mental (ideia) dos números naturais e racionais. Dessa representação surgiram consequências: para solucionar o problema teórico da medida foram criados os números irracionais e, quando as grandezas puderam ser tomadas em dois sentidos opostos (temperatura), criaram-se os números relativos para solucionar o problema.

Assim, os números reais são classificados em racionais e irracionais. Os racionais, por sua vez, em inteiros e fracionários. Observa-se que os conceitos matemáticos surgiram no enfrentamento de problemas de ordem e interesse capital, prático e teórico. “O número natural surgindo da necessidade da contagem, o número racional da necessidade da medida e o número real para assegurar a compatibilidade lógica de aquisições diferentes”, assegura Caraça (1944, p. 125).

Assim, o número natural e o número racional decorrem do número real e são conceitos antecedentes, uma abstração de número que tem por base o objeto (quantidade). Por sua vez, o número real, por ser uma abstração baseada no número, é o próprio conceito. É por meio dos números reais que todas as operações fundamentais de cálculo são possíveis de serem realizadas, afirmam Cedro, Moraes e Rosa (2010).

Caraça (1944) descreve quantidade como “tudo aquilo que é objeto de medida, ou, pelo menos, aquilo que, por natureza, admite ser medido, ainda que se não possa representá-lo efetivamente por um número”. Então, se pode afirmar que o termo quantidade é todo e qualquer elemento passível de medida; elementos que podem apresentar relações simples ou complexas em suas particularidades: conjunto de aves, de vegetais, moedas, espaço que separa dois seres, peso, tempo, temperatura ou movimento.

A ideia de número aparece no momento em que, ao realizar suas atividades, o ser humano busca assumir o controle dos movimentos existentes entre as grandezas (quantidades) e encontra-se com as limitações da palavra, cria relações e estabelece uma correspondência biunívoca (CARAÇA, 1944). O ato de contar exige uma correspondência sucessiva, na qual cada objeto da coleção corresponde a um número e ocorre somente na mente das pessoas, sendo uma operação mental de capital importância que se utiliza todos os dias. O número é uma representação mental da relação existente entre um antecedente (objeto) e um conseqüente (o número).

Essa constatação permite afirmar que o número não se encontra propriamente na natureza, e sim no pensamento do homem; em uma relação edificada por este, no intuito de buscar e apreender os movimentos da natureza (a relação entre o objeto e a coisa usada para representá-lo em um dado momento decorrente da correspondência).

O número é artifício criado pelo homem para controlar e representar o movimento das relações existentes entre os diferentes tipos de grandeza (quantidade). A base da formação de todo número natural é o conceito de quantidade, fundamento geral de todos os números naturais.

O domínio de conhecimento do aluno sobre o conceito de quantidade e o estudo de suas principais propriedades enquanto base para a assimilação da formação do conceito de número natural impulsiona-o para novas aquisições conceituais no decorrer do ensino da matemática em graus subsequentes aos dos anos iniciais do Ensino Fundamental, afirma Davydov (1982).

### **2.7.1 A organização da atividade de ensino para a formação do conceito de quantidade nos anos iniciais do Ensino Fundamental**

Entre os trabalhos que tratam da organização da Atividade de Ensino para a formação de conceitos, na perspectiva defendida por Davydov, destacamos aqui Rosa (2006), Cedro (2004), Rosa (2009), Peres (2010), Rosa e Damazio (2012), Sforzi (2003), Libâneo (2004), Moura (2002) e Rosa (2012). Essas pesquisas contribuem de forma importante, didaticamente, para o avanço do ensino fundamentado nas teorias de Vygotsky e de Davydov, podendo-se extrair delas contribuições ao ensino de conceitos em matemática dentro da lógica dialética.

As proposições de Davydov (1982) primam pela orientação do estudante na apropriação das relações gerais de um determinado conceito matemático. Mais uma vez, apresentam-se aqui as etapas que devem ser consideradas nessa apropriação, tendo em vista a elaboração da atividade de ensino: na primeira, o aluno opera com objetos e gravuras ao destacar os parâmetros de grandeza; na segunda, usa signos para registrar as relações obtidas por meio de comparações entre as grandezas; a terceira consiste no registro literal do resultado encontrado a partir das relações de comparação.

Dentre os trabalhos mencionados, tomamos para exemplificação o de Rosa e Damazio (2012), que a nosso ver contribui para a compreensão da utilização concreta da proposta de

Davydov especificamente nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Neste trabalho, foi desenvolvido um sistema de tarefas com alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental em uma escola da região metropolitana de Curitiba, Paraná. Cada tarefa foi elaborada com a finalidade de atribuir ao conceito de número um significado algébrico, geométrico e aritmético. A aplicação das bases conceituais de Davydov sobre a formação do conceito considerou a quantidade como base geral para a formação do conceito de número.

A primeira etapa do sistema de tarefas teve por objetivo a análise do material objetual. A distinção das diferentes características e relações desse objeto foi conduzida por meio de um material que foi apresentado aos alunos e consistia em dez recortes de cartolina com as seguintes medidas: recorte A - 3 cm x 3 cm; recorte B - 3 cm x 6 cm; recorte C - 3 cm x 9 cm; recorte D - 3 cm x 12 cm; recorte E - 3 cm x 15 cm; recorte F - 3 cm x 18 cm; recorte G - 3 cm x 21 cm; recorte H - 3 cm x 24 cm; recorte I - 3 cm x 27 cm; recorte J - 3 cm x 30 cm.

Nessa tarefa os alunos foram orientados a “identificar a tridimensionalidade dos recortes e suas diferentes grandezas (comprimento da altura, da largura, da espessura e área das superfícies)” (DAMAZIO e ROSA, 2012, p. 89). Nos recortes, foi observado que havia apenas uma característica comum: o comprimento da espessura. O comprimento e a área foram os dois parâmetros de grandeza que os alunos identificaram e passaram a usar para estabelecer relações de maior, menor, igual - sem o uso do número.

Davydov (1982) afirma que, no ensino e aprendizagem, a gênese do conceito de número está no estudo das grandezas em contato com os objetos ou figuras, e não a partir dos objetos mesmos, e transcorre do geral ao particular. Damazio e Rosa (2012, p. 90) mostram nessa tarefa o geral como “as diversas relações entre as grandezas representadas algébrica e geometricamente. O particular é o ponto de chegada, expresso no valor da medida da grandeza por meio de um número”.

Na realização da segunda etapa do sistema de tarefas, cuja representação das grandezas exige o uso de símbolos e de letras, foi proposto aos alunos que organizassem os recortes sobre a mesa, obedecendo ao critério do menor para o maior, tendo como referência o comprimento da altura e da base constante. Na sequência, os alunos atribuíram uma letra minúscula para substituir a grandeza (área) de cada recorte de cartolina (identificados de “a” a “j”). Nesse momento os símbolos  $>$ ,  $<$ ,  $=$  e  $\neq$  foram utilizados para designar os termos maior, menor, igual e diferente para registrar as comparações observadas nas características do material apresentado. Ou seja, as comparações entre grandezas. Damazio e Rosa (2012, p. 91) afirmam

Nessa etapa, as crianças: destacaram algumas grandezas (área, comprimento), fizeram comparações, determinaram a igualdade e desigualdade, designaram os objetos por letras maiúsculas e as grandezas por letras minúsculas, bem como, anotaram os resultados da comparação por meio de letras e símbolos. Além disso, as orientações possibilitaram para que as crianças percebessem que não bastava indicar a igualdade ou desigualdade das grandezas, mas era necessário nomeá-las.

A passagem das igualdades para as desigualdades e destas para as primeiras pela adição e subtração também foi realizada pelos alunos. Esse movimento possibilitou-lhes a formação da ideia de operações de adição e subtração. Aos poucos a manipulação dos recortes deu lugar à observação dos mesmos e, posteriormente, sua representação por meio da escrita foi efetivada pelos alunos. Segundo Davydov (1982), a representação dos modelos por meio de letras possibilita ao aluno unir o sentido abstrato com a concretização objetal.

O sistema de tarefas elaborado com o apoio do Ensino Desenvolvimental teve como propósito a “apropriação da experiência socialmente elaborada (conhecimentos e habilidades) que considera a formação, nos alunos, de abstrações e generalizações”, propriedades do pensamento teórico. Assim, as tarefas sinalizam os princípios dos conhecimentos de modo geral e abstrato que se coloca antes dos mais específicos e concretos. Na terceira etapa foi proposto aos alunos que:

[...] dividissem cada recorte em pedacinhos iguais à unidade a, ou seja, o recorte A. E, também, verificassem quantos, desse recorte, seria possível fazer com os demais. Em conformidade com os procedimentos dos estudantes, foi apresentada a notação escrita, acompanhada de ampla discussão com eles. O foco incidia na identificação da quantidade de unidade em cada recorte na comparação efetuada. (DAMAZIO e ROSA, 2012, p. 94)

Na realização dessa atividade foi necessário o uso de uma unidade de medida como princípio comparativo: o aluno teve que procurar quantas vezes a unidade de medida cabia naquilo que estava sendo medido. Aqui o aluno descobre a relação múltipla universal  $a/c=n$ . Esse modelo do processo surge a partir da constatação de quantas vezes a medida dada está contida na superfície a ser comparada. O caráter visual na modelação proposta por Davydov (1982) evidencia as relações e os vínculos internos dos objetos e dos fenômenos. Damazio e Rosa (2012) expressam sua crítica à didática tradicional: o visual concreto mostra apenas as propriedades externas dos objetos.

Usando a modelação visual os alunos perceberam, ao organizar os recortes de cartolina seguindo a ordem do menor para o maior, que a cada novo recorte era acrescido um “a” e, portanto ficava mais alto um “a”. Ao percorrer o caminho no sentido contrário, do maior para o menor, cada novo recorte ficava mais baixo um “a”. Constatou-se um avanço

dos alunos na direção do conceito de número ao perceberem e registrarem essa relação (na forma de letras), na qual “cada sucessor é maior que seu antecessor em uma unidade, como também, cada antecessor é menor que seu sucessor em uma unidade”, constataam os supracitados autores.

A tarefa seguinte foi apresentada aos alunos: o desenho de uma reta numérica em uma cartolina. Na confecção dessa tarefa teriam que obedecer à condição de observar um ponto inicial, direção e unidade (ainda a unidade “a” = recorte A - 3 cm x 3 cm). Iniciaram a tarefa localizando na reta o comprimento da altura de cada recorte. Foi interessante, pois iniciaram essa medida tendo o zero como referência inicial, e não a partir do número um. Esse procedimento foi justificado pelo aluno “do zero ao um era um a, por isso, começar do zero, para não deixar um a para trás”, registram Damazio e Rosa (2012, p. 90). As crianças perceberam também que aquela reta numérica traçada na cartolina era diferente da régua, pois apresentava uma medida três vezes maior que a régua comum. Cada unidade da reta numérica media três centímetros, a medida correspondente ao recorte A - 3 cm x 3 cm.

Na reta numérica, cada novo número representa a ideia do número anterior acrescido ou decrescido de uma unidade. O processo de representação do número na reta numérica não é finito e a maior ou menor distância desse número do zero equivale a sua menor ou maior quantidade representada. Na reta numérica o número emerge contextualizado: tem um lugar definido e uma relação com os demais números. Nesse processo, a representação mental do número é formada a partir da ideia de um conceito em movimento: o lugar deste na reta depende da relação que se estabelece com os demais números.

São as palavras de Damazio e Rosa (2012, p. 97) que reafirmam a importância da organização da atividade de ensino, de forma orientada na direção do desenvolvimento do pensamento teórico:

Com a execução do sistema de tarefas, o pensamento da criança percorreu, de forma orientada, o movimento de ascensão do abstrato ao concreto e do geral para o particular. Inicialmente as crianças não tiveram contato com os números e suas representações simbólicas. Em vez disso, estabeleceram comparações entre grandezas de forma geral, que estabelecia a inter-relação das significações algébricas e geométricas. Só mais tarde, atribuía um valor numérico (significação aritmética) para a medida da grandeza.

Essa organização do ensino implica em ações pedagógicas que se afastam da didática tradicional, ultrapassando o que hoje predomina no ensino de matemática nas escolas brasileiras. Essa mudança abrange a concepção tanto do conteúdo como dos métodos de

ensino e o planejamento das aulas pelo professor, com outra posição teórica e metodológica para suas ações.

Crê-se que esse posicionamento é mediado pela forma como o professor compreende seu papel no desenvolvimento dos alunos, mas, também, como ele próprio compreende a matemática e seus conceitos. Sua atuação docente sofre influência da concepção que tem sobre formação de conceitos. Aceitando a premissa de Davydov de que o conceito de quantidade é o conceito básico na aprendizagem de matemática, então a concepção do professor sobre esse conceito torna-se fundamental e é necessário saber como os professores a expressam para melhor compreender este problema e buscar formas de superá-lo. Daí a questão sobre a qual se debruça nesta tese: que entendimento de formação de conceitos tem o professor que ensina matemática? E de conceito de quantidade?

Sabe-se que no Brasil o ensino de matemática nos anos iniciais está sob a responsabilidade do pedagogo. Por isso, torna-se relevante abordar a relação entre a sua atuação e seu entendimento sobre o processo de formação de conceitos matemáticos. Os dados que permitem estabelecer essa relação estão no capítulo seguinte. Mais uma vez, justifica-se aqui o entendimento sobre como os professores são capazes de pensar e atuar com conceitos em sala de aula, ao ensinar os conceitos de matemática.

## **CAPÍTULO III**

### **A FORMAÇÃO DO CONCEITO DE QUANTIDADE SEGUNDO PROFESSORES DE MATEMÁTICA DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Neste capítulo descreve-se a etapa empírica da pesquisa. Inicia-se pelos aspectos metodológicos para depois apresentar os dados e a discussão orientada pelo referencial teórico escolhido.

Com apoio na afirmação de Pires (2008, p. 65) de que “a pesquisa não é um espelho da realidade e [...] ninguém pretende revelar todos os aspectos da realidade”, buscamos tomar uma parte da realidade para estudá-la e analisá-la tendo em vista elucidar a formação do conceito de quantidade segundo descrevem professores de matemática do Ensino Fundamental. Para isso, foi-se em busca desse professor, procurando acessar seu pensamento e sua prática.

#### **3.1 MÉTODO E PROCEDIMENTOS**

Cardoso (1976, 1990) aponta elementos que viabilizam uma discussão mais aprofundada sobre o significado da formação do conhecimento pelo indivíduo a partir da pesquisa em educação. O autor (1990, p. 4) enfatiza que “o conhecimento é o resultado da relação entre um sujeito que se empenha em conhecer e o objeto de sua preocupação”, é uma relação que se estabelece entre o pesquisador e uma parte da realidade escolhida por este para ser investigada, permeada pela influência da cultura conforme esta é assimilada pelo sujeito. Ademais, constitui-se por parte do conhecimento que a ciência elaborou e cuja utilização social leva ao saber que é socializado.

A possibilidade de potencializar a discussão acerca do processo de formação de conceitos a partir da abordagem qualitativa, conforme descreve Cardoso (1976, 1990), é um dos elementos que norteiam e justificam a escolha dessa abordagem para a realização desta pesquisa, que se utilizou, também, de pressupostos de autores que distinguem e caracterizam a pesquisa qualitativa em educação, tais como Bogdan e Biklen (1994) e André e Ludke (1986,

1993). Estas últimas afirmam que a pesquisa qualitativa possibilita um contato mais próximo e atencioso do pesquisador com o local e os sujeitos a serem pesquisados.

Os estudos com abordagem qualitativa permitem compreender o dinamismo interno das situações reais observadas e o significado que os sujeitos atribuem às coisas. O movimento de aproximação dos aspectos pertinentes à realidade permite a construção de certa leitura dessa realidade, afirma Pires (2008). Esses estudos apresentam credibilidade e aceitação na área da educação, principalmente quando se propõem a investigar as questões decorrentes do ambiente da sala de aula.

Bogdan e Biklen (1994) também afirmam que a pesquisa qualitativa viabiliza a busca de dados para a compreensão da maneira como se expressa o pensamento dos indivíduos participantes do processo de investigação. Acrescentam, ainda, que a pesquisa qualitativa é constituída por cinco características:

1. A origem dos dados é o ambiente natural e o pesquisador é o principal responsável pela coleta dos dados;
2. Todos os dados recolhidos e selecionados pelo pesquisador são utilizados de forma descritiva;
3. O principal interesse dos pesquisadores que utilizam essa metodologia é a possibilidade de observar e compreender o processo e não considerar o resultado o elemento mais importante;
4. A análise dos dados obtidos é realizada a partir do emprego da forma de raciocínio e argumentação indutiva;
5. A compreensão do significado que os indivíduos participantes da pesquisa atribuem as suas experiências é o principal foco de interesse do pesquisador.

Deslauriers e Kérisit (2008) distinguem os aspectos que norteiam o procedimento geral da pesquisa qualitativa: há uma questão proposta; colhem-se informações para respondê-la; tratam-se os dados; analisam-se esses dados; tenta-se demonstrar como eles podem ser geradores de uma resposta ao problema inicial. Os autores (2008, p. 134) ressaltam que o objeto de investigação, na pesquisa qualitativa, é construído “a partir da interação dos dados com a análise que deles é extraída, à luz da literatura sobre o assunto”. Nesta pesquisa buscou-se trilhar esse percurso investigativo.

Os dois polos exigidos na compreensão do objeto da presente pesquisa foram a revisão da literatura, feita como uma pesquisa bibliográfica (descrita no Capítulo I), a imersão

aprofundada no referencial teórico (descrita no Capítulo II) e a pesquisa empírica, que aqui se descreve.

A pesquisa de campo do tipo exploratório teve, tal como descrevem Marconi e Lakatos (1996), a finalidade de clarificar e aprofundar o conhecimento existente sobre uma temática, neste caso a formação do conceito de quantidade conforme professores de matemática do Ensino Fundamental. Buscou-se o uso de procedimentos que permitissem considerar a concepção deste grupo por meio de uma amostra não aleatória, para a realização da parte empírica da pesquisa, a partir de critérios de inclusão e exclusão.

### **3.1.1 A seleção das escolas, os sujeitos e os instrumentos de coleta de dados**

O cenário escolhido para a pesquisa foi o Ensino Fundamental, nos anos iniciais, que, de acordo com a organização do Sistema Escolar, funciona em unidades municipais. Para acessar este cenário foram selecionadas escolas da rede municipal de educação de Goiânia. O sistema municipal de ensino de Goiânia é constituído pela adoção do sistema de ciclos, e não de seriação. O Projeto Escola para o século XXI foi implantado na gestão de 1997-2000 e propôs a organização do Ensino Fundamental para as crianças em ciclos, denominados Ciclos de Formação e Desenvolvimento Humano na educação básica. Nesse nível de ensino organizado em ciclos, o sistema de ensino do município ficou da seguinte forma: o primeiro ciclo atende alunos na faixa etária de 6 a 8 anos, o segundo ciclo atende os alunos na faixa etária de 09 a 11 anos, e o terceiro ciclo é responsável pelo atendimento de alunos na faixa etária de 12 a 14 anos. Os três ciclos correspondem aos nove anos do Ensino Fundamental (GOIÂNIA, 2011).

Para uma amostragem qualitativa foram consideradas as escolas da zona urbana de Goiânia (Goiás), utilizando-se como critério o resultado IDEB publicado em 10 de agosto de 2011, por ser o mais recente à época da pesquisa de campo. Nessas escolas procurou-se identificar o grupo de sujeitos constituído por professores atuantes nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Conforme divulga o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), a média nacional do IDEB na rede municipal de ensino foi de 4,4 (média) em 2009 para os anos iniciais. Esse é um resultado que naquele ano situou Goiânia entre as melhores cidades do Brasil quanto à educação, pois a média do município foi de 5,1 para os anos iniciais da Educação Básica, sendo a meta projetada para o município naquele ano de

4,3. A maioria das escolas urbanas de Goiânia superou as metas projetadas e apresentou índice maior que o de 4,3 previsto pelo IDEB para o município.

Entretanto, a partir dos resultados publicados pelo INEP sobre o desempenho dos alunos na realização da Provinha Brasil, constatou-se um hiato bastante acentuado entre algumas escolas do município de Goiânia. Este pode ser representado por sete escolas, designadas aqui da seguinte forma: A, B, C, D, E, F, G, respectivamente. Os indicadores no IDEB observados em 2009, nos anos iniciais do Ensino Fundamental, foram respectivamente: 6,3 / 5,9 / 4,6 / 4,0 / 1,6 / 1,2 / e sem conceito. A Unidade Escolar A obteve o indicador educacional 6,3, superando o estabelecido pelo Plano de Desenvolvimento da Educação para os anos iniciais até 2022, que é 6,0, e a Unidade Escolar G obteve o indicador 1,2, portanto, bem aquém.

Considerando-se esse resultado, merecedor de questionamentos, reflexões e estudos, escolheu-se como campo de pesquisa as sete escolas mencionadas. Assim, optou-se por definir como cenário do campo de pesquisa as escolas que apresentam maior nota e as que obtiveram as menores notas do IDEB 2009. Ressalta-se também que o resultado em evidência positiva não descarta a possibilidade de encontrar flancos que mostrem ser o desempenho obtido diferente da situação real: é o que a pesquisa de campo permite observar e o aporte teórico na perspectiva histórico-cultural nos permite compreender e explicar. O que pode haver por detrás de um aparente bom resultado? Nessas escolas os professores que ensinam matemática expressariam entendimento sobre a formação de conceitos e sobre o conceito de quantidade?

Fez-se o contato com a Secretaria Municipal de Educação de Goiânia (SME) para obter-se autorização para a realização da pesquisa. Mediante autorização da SME, indicando como condição as escolas A, B, C, D, E, F, G. (Anexo 01), partiu-se para a seleção dos sujeitos.

Na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB 9394/96, os anos iniciais do Ensino Fundamental vão do 1º ao 5º ano. No caso da organização estruturada em ciclos, do 1º ao 5º ano corresponde ao ciclo um e ciclo dois. A realização de ações envolvendo o conceito de quantidade é esperada no final da Educação Básica e a habilidade do aluno em executar ações com esse conceito na área da matemática possivelmente é demonstrada nos resultados oficiais publicados pelo IDEB. A escolha dos ciclos um e dois deu-se por ser aí que o Projeto Pedagógico contempla o conteúdo quantidade. O 6º ano foi considerado, aqui, tendo em vista a organização pedagógica e curricular que sinaliza o esperado ao final do segundo ciclo. A

definição do 1º ao 6º ano como objeto de investigação se deu por que é nos anos iniciais do Ensino Fundamental que o aluno tem acesso ao ensino do conteúdo quantidade.

Delimitados os ciclos a serem investigados, definiu-se então a amostragem qualitativa de professores sujeitos da pesquisa, aplicando-se os critérios de inclusão e exclusão. Participaram da pesquisa apenas aqueles que atenderam aos critérios de inclusão e de exclusão, conforme apresentado a seguir.

#### Critérios de Inclusão:

- fazer parte do corpo docente das escolas A, B, C, D, E, F, G como professor efetivo, atuando no 1º e 2º ciclo;
- estar efetivamente atuando na docência dos anos iniciais do Ensino Fundamental no momento da investigação empírica e, nessa atuação, ensinar conteúdos de matemática;
- não estar afastado da atuação na docência por motivo de licença ou por qualquer outro;
- concordar, voluntariamente e livremente, em participar da pesquisa.

#### Critérios de exclusão:

- professor que esteja atuando nas escolas A, B, C, D, E, F, G em regime de trabalho que não se caracterize como efetivo;
- professor das escolas A, B, C, D, E, F, G que se encontra afastado da docência nos anos iniciais do Ensino Fundamental no momento da coleta de dados e/ou não esteja ensinando conteúdos de matemática;
- professor que não concorde em participar da pesquisa;
- professor que, mesmo atendendo a todos os critérios de inclusão, não tenha disponibilidade de horário para a realização das entrevistas.

Nas sete escolas autorizadas pela SME para a realização da pesquisa empírica havia quinze professores que correspondiam aos critérios de inclusão, e, ao serem contatados, tiveram a oportunidade de aceitar ou não participar da pesquisa. Todos aceitaram, assinando o termo de Consentimento da Participação da Pessoa como Sujeito na pesquisa (Anexo 02) e a Declaração de Autorização para Gravação em Áudio e Vídeo (Anexo 03). No decorrer da coleta de dados, duas professoras foram excluídas, uma por entrar em Licença-Maternidade e a outra por recusar-se, embora já tivesse aceitado anteriormente. Assim, os sujeitos reduziram-se a treze.

Ressalta-se que em uma pesquisa de cunho qualitativo o que mais conta é o aprofundamento qualitativo das informações coletadas e a descrição ampla e detalhada do material e de sua análise a partir dos objetivos de pesquisa. De acordo com Pires (2008), na amostragem qualitativa valoriza-se “mais as relações entre a amostra e o objeto, do que as regras técnicas de amostragem” da pesquisa quantitativa. Portanto, considerou-se que treze professores seria uma quantidade adequada para a coleta de dados.

Para a coleta de dados junto aos sujeitos foram utilizadas as técnicas de entrevista semiestruturada e a observação das aulas de matemática dos professores no 1º e 2º ciclos. A realização de entrevista, segundo Poupart (2008), se justifica a partir de três argumentos: o de ordem epistemológica, o de ordem ética e política e o de ordem metodológica. No primeiro se explora em profundidade a perspectiva dos atores, o segundo possibilita a compreensão e o conhecimento interno dos dilemas e questões que enfrentam, e o terceiro se constitui como instrumento privilegiado para se acessar sua experiência.

Como o objetivo desta tese foi investigar o processo de formação de conceitos, particularizando-se o conceito matemático de “quantidade” a partir da perspectiva do professor que ensina matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental, a técnica de entrevista tangenciou o que se esperava obter. Buscou-se, por meio da entrevista, que o entrevistado descrevesse sua experiência pondo em relevo sua compreensão sobre formação de conceitos e o conceito de quantidade. Mesmo entendendo que a entrevista não pode apreender a totalidade de uma experiência, os dados obtidos por meio desta se traduziram em uma forma de enriquecer o material de análise e o conteúdo da pesquisa.

As entrevistas foram realizadas individualmente com os treze professores, previamente agendadas, em horário de estudo destinado ao professor em sua escola, no período compreendido entre dezembro e março de 2013. O roteiro da entrevista (Anexo 04) teve como suporte as categorias de estudo delineadas previamente e que serviram de norte para a busca de respostas ao questionamento inicial da pesquisa. Foram elas: a formação de conceitos e o conceito de quantidade – entendimento dos professores, o ensino para a formação de conceitos: o ensino do conceito de quantidade, concepção teórica pedagógica dos professores e os fatores que influenciam o ensino e aprendizagem de matemática. Essas categorias guiaram as perguntas feitas aos sujeitos pesquisados, no intuito de aproximar-se o máximo possível das representações desses professores sobre o conceito de quantidade e sua importância para o ensino dos conteúdos da matemática nos anos iniciais da educação básica.

Outro instrumento de coleta de dados foi a observação. Esse instrumento permite o levantamento de informações a partir do convívio profissional com os sujeitos da pesquisa e

do compartilhamento de uma base comum de comunicação e intercâmbio de experiências pelos sentidos humanos e pelo contexto dinâmico de relações no qual os sujeitos atuam. Assegura Fernandes (2011) que a observação permite estar e observar aonde a ação acontece. Assim, buscou-se, por ela, “estar e observar onde a ação de ensino de matemática acontecia”, ou seja, a sala de aula.

Ao tratar sobre a observação direta e a pesquisa qualitativa, Jaccoud e Mayer (2008) enfatizam que a observação é uma “técnica que possibilita a coleta de dados materializados em fatos ou fenômenos e contribui para a objetivação ou para a explicação das atividades dos atores sociais e das experiências que eles vivenciam”.

Na tentativa de evitar dispersão dos vários elementos que constituem o contexto, os objetivos foram previamente elencados e construiu-se um roteiro com elementos para direcionar a coleta de dados durante a observação, atentando-se aos fatores que influenciam a aprendizagem dos alunos e as ações de ensino do professor, bem como o comportamento dos alunos durante as atividades.

As observações ocorreram nas salas de aula das turmas do 1º ao 6º ano - 1º e 2º ciclo do Ensino Fundamental -, das sete escolas municipais de Goiânia selecionadas. As aulas analisadas foram as de matemática, cujos professores atuantes eram efetivos, modulados nessas sete escolas, e concordaram, voluntária e livremente, em participar da pesquisa.

Durante as observações o foco foi o professor e seus alunos. Dos treze professores, três eram Licenciados em Matemática e, destes, dois possuíam especialização na área. Dez eram Pedagogos e apenas cinco deles possuíam especialização na área de sua formação. Entre eles, nove professores atuavam também em outras escolas como docentes e apenas quatro ministravam aulas somente nas escolas pesquisadas.

A observação ocorreu entre dezembro de 2012 e abril de 2013. A pesquisadora observou uma média de três aulas de matemática de cada sujeito da pesquisa, perfazendo um total de 36 aulas. O critério usado na definição do número de aulas foi o princípio de saturação, defendido por Pires (2008). Esse princípio ocorre quando a informação obtida se torna claramente repetitiva durante as seções de observação. Nesse caso, é aconselhável encerrar a coleta de dados, pois os dados coletados já permitem conhecer o entendimento dos sujeitos sobre o processo de formação de conceitos e a importância do conceito de quantidade nesse processo de formação, tendo em vista o objetivo desta tese. Pires (2008, p. 189) afirma ainda que “quando se tem material suficiente já investido pela reflexão teórica para sustentar as análises” é o momento de colocar fim a coleta de dados. O autor acrescenta, ademais, que não é a “frequência do flash de luz que importa, mas sim o que ele permite ver”.

Antes de iniciar as seções de observação em sala de aula, os sujeitos da pesquisa foram informados sobre os objetivos da observação e a forma como esta ocorreria. O objetivo consistiu em buscar evidências que mostrem como o professor organiza o ensino dos conceitos matemáticos e como o conceito de quantidade, enquanto conceito nuclear da matemática, é tratado por esse professor ao ministrar a sua aula. Foram informados também que a pesquisadora faria apenas a observação e não participaria de nenhuma atividade durante a realização da aula.

O registro dos dados ocorreu por meio de diário de campo, com anotações sobre a ação do professor e dos alunos (discursos, gestões, interações), sendo complementadas com gravação em áudio e vídeo. Em todo o processo observou-se os ditames éticos em pesquisa com seres humanos, conforme a Resolução n. 196/1996.

Para a análise dos dados, enquanto processo de busca e organização sistemática das transcrições das entrevistas e das observações, como orientam Bogdan e Biklen (1994), recorreu-se à leitura em profundidade do conjunto do material.

Pesquisadores como Moreira e Caleffe (2006) também descrevem procedimentos que permitem a organização dos dados para a análise, como codificá-los de acordo com a fonte, unificá-los e codificar as categorias de estudo indutivamente. Ou seja, partir dos elementos encontrados localmente para analisá-los de forma genérica e chegar aos conceitos mais gerais. A análise dos dados permite percorrer um caminho que se inicia na experiência e vai em direção à teoria.

O material obtido durante as entrevistas foi organizado e transformado em proposições contendo significado análogo e possibilitando, assim, a sistematização. Depois, utilizaram-se as seguintes categorias de estudo, como já citado anteriormente: o ensino para a formação de conceitos - o ensino do conceito de quantidade; a formação de conceitos e o conceito de quantidade - entendimento dos professores, concepção teórica pedagógica dos professores e os fatores que influenciam no ensino e aprendizagem da matemática para a análise, buscando explicar o que pensam e como agem esses professores em sua dinâmica de trabalho ao ensinarem os conceitos nas aulas de matemática. Antes de apresentar os dados constitutivos dessas categorias, considera-se importante conhecer a formação e a atuação desses sujeitos.

### 3.2 OS PROFESSORES, SUA FORMAÇÃO E ATUAÇÃO

Considerando-se a relevância da formação para uma boa atuação docente, buscou-se identificar, entre os treze professores, qual era sua formação. Na tabela a seguir encontra-se uma síntese das informações por eles fornecidas nas entrevistas:

**Tabela 05** - Formação, tempo de atuação na docência e na escola dos professores<sup>7</sup> sujeitos da pesquisa na Rede Municipal de Ensino de Goiânia.

| <b>Professores</b> | <b>Formação (Licenciatura e pós-graduação)</b>   | <b>Tempo de atuação na docência</b> | <b>Tempo de atuação na escola pesquisada</b> |
|--------------------|--|-------------------------------------|--|
| Professor 1        | Licenciatura em Matemática   | 05 anos                             | 03 anos                                      |
| Professor 2        | Licenciatura em Pedagogia; Especialização em Psicopedagogia                                | 40 anos                             | 02 anos                                      |
| Professor 3        | Licenciatura em Pedagogia  | 03 anos                             | 03 anos                                      |
| Professor 4        | Licenciatura em Pedagogia  | 12 anos                             | 06 anos                                      |
| Professor 5        | Licenciatura em Pedagogia  | 06 anos                             | 01 ano                                       |
| Professor 6        | Licenciatura em Pedagogia, Especialização em Métodos e Técnicas de Ensino, Gestão Escolar. | 10 anos                             | 03 anos                                      |
| Professor 7        | Licenciatura em Matemática; Especialização em Estatística.                                 | 05 anos                             | 02 anos                                      |
| Professor 8        | Licenciatura em Pedagogia; Especialização em Psicopedagogia                                | 07 anos                             | 05 anos                                      |
| Professor 9        | Pedagogia  | 06 anos                             | 02 anos                                      |
| Professor 10       | Licenciatura em Matemática; Especialização em Planejamento Educacional                     | 27 anos                             | 18 anos                                      |
| Professor 11       | Licenciatura em Pedagogia; Licenciatura em Letras  | 07 anos                             | 01 ano                                       |
| Professor 12       | Licenciatura em Pedagogia; Especialização em Neuropedagogia                                | 15 anos                             | 01 ano                                       |
| Professor 13       | Licenciatura em Pedagogia  | 07 anos                             | 01 ano                                       |

**Fonte:** Dados coletados pela autora.

Os dados obtidos durante a entrevista permitem observar que a maioria dos professores que ministra aula nos anos iniciais do Ensino Fundamental tem atuação recente nesse nível de ensino na escola. Dos treze sujeitos entrevistados constatou-se que onze faziam parte do corpo docente da unidade escolar entre um a cinco anos. Quanto à permanência na unidade escolar, apenas dois dos entrevistados informaram estar na mesma unidade escolar há cinco anos ou mais.

<sup>7</sup> Para omitir a identificação foi atribuído apenas um número a cada professor. Doravante toda referência a eles se dará apenas por meio deste número.

Com relação à experiência no magistério, obteve-se o seguinte panorama: três professores ainda não têm cinco anos de experiência e dez já atuam há mais de cinco anos na docência. Destes, dois estão há mais de duas décadas ensinando em sala de aula; um há mais de 27 anos; e outro contava já com quarenta anos de experiência. Este último, já aposentado, estava no seu segundo contrato na rede municipal. Recebeu a confirmação de sua segunda aposentaria durante a realização da pesquisa na escola e, por isso, foram observadas apenas duas de suas aulas.

Importa ressaltar que do total de professores, aqui sujeitos da pesquisa, apenas um é do sexo masculino. No que diz respeito à sua prática e ao seu entendimento sobre a formação de conceitos, não foi observado nenhum comportamento ou dado que apontasse divergência com os obtidos durante toda a investigação.

Apresenta-se, a seguir, a análise dos dados das categorias de estudo, na tentativa de compreender como é o entendimento e a prática desses professores ao ensinarem os conceitos da matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

### 3.3 O ENSINO PARA A FORMAÇÃO DE CONCEITOS: O ENSINO DO CONCEITO DE QUANTIDADE

Nesta categoria de estudo estão os dados que permitiram analisar a prática pedagógica do professor ao ensinar os conteúdos de matemática na perspectiva de formação de conceitos. Nesta parte serão descritos alguns dados das observações realizadas durante as aulas de matemáticas e que subsidiaram o entendimento sobre como esses professores atuam em sua prática pedagógica a partir da concepção que demonstram ter sobre o processo de formação de conceitos.

A observação as aulas no contexto desta pesquisa permitiu inferir que o procedimento utilizado por todos os professores corresponde a uma “aula padrão”. Nesta aula padrão os professores costumavam começar a aula com a apresentação do conteúdo por meio de uma história ou uma situação-problema, mas, na maioria das vezes, iniciavam-na de forma direta. Realizadas as explicações sobre o conteúdo, o professor entregava uma tarefa para os alunos responderem. Depois que o aluno respondia, o professor fazia a correção, sendo esta, na maior parte das aulas, realizada no quadro-negro e, em alguns momentos, no caderno do aluno, individualmente. O episódio a seguir ilustra essa constatação.

A professora inicia a aula falando aos alunos qual seria o conteúdo: formas geométricas - triângulo, quadrado e círculo. Começa mostrando a figura do quadrado recortado em EVA<sup>8</sup>. Pergunta: quem sabe que forma geométrica é essa? Alguns alunos disseram que era quadrado e outros ficaram em silêncio. Ela diz aos alunos:

Olha só, o quadrado é uma das formas geométricas [...] essa figura aqui representa o quadrado. Observe como é feito o quadrado: o quadrado tem quatro lados iguais. Olha só cada parte dessas representa um lado [aponta para os lados do quadrado, um a um]. Agora, olha aqui essas pontinhas do quadrado: são os seus vértices. Veja: essa pontinha aqui é um vértice, essa outra é o segundo vértice, essa o terceiro vértice e essa o último vértice. O quadrado tem quatro vértices e quatro lados iguais. (Professora 08 – Licenciada em Pedagogia)

No meio da explicação, um aluno pergunta: “o que é um retângulo?”. A professora responde que “o retângulo tem dois lados iguais, sendo dois desses lados maiores que os outros dois lados”. E mostra o quadro-negro e a janela como exemplos de retângulo. Na sequência fala sobre o triângulo, caracterizando-o de acordo com três lados, três vértices, comparando-o com as dimensões do quadrado. Usa o mesmo procedimento ao falar sobre o quadrado para introduzir o conceito de triângulo: expõe verbal e visualmente cada uma das figuras geométricas. Na sequência, conta uma história cujo personagem principal era o Geométrico [o Geométrico era feito de um triângulo, um quadrado e um círculo], e finaliza com uma tarefa xerocopiada, onde cada aluno teria que construir uma casinha usando duas das formas geométricas: o quadrado e o triângulo.

A curiosidade da criança com relação ao conceito de retângulo foi dirimida com a explicação verbal da professora sobre os atributos que caracterizam essa forma geométrica e a comparação com as dimensões de outra figura: o triângulo. Estabelecer as relações existentes entre os atributos que constituem cada figura é importante para que a criança perceba as diferenças existentes entre ambos e saiba identificar cada um deles, diferenciando-os das demais figuras. Em todo o percurso da aula a interação da criança com o objeto da aprendizagem só ocorreu no final, sendo a exposição oral realizada apenas pelo professor. Aqui se observa a característica de uma aula padrão: a exposição verbal pelo professor mostra-se como recurso didático inicial e finaliza com a tarefa de verificação da aprendizagem, ou melhor, repetição do exposto pelo professor. Nesse momento a criança identifica e classifica os objetos considerando apenas seus traços externos. O envolvimento das crianças com as formas geométricas dá-se apenas de forma empírica. A construção da

---

<sup>8</sup> As placas de EVA (Etil Vinil Acetato) são de grande plasticidade e versatilidade, laminadas, em diversas cores, espessuras, durezas e densidades. Com EVA pode-se criar diversos materiais didáticos.

casinha (tarefa final realizada pelo aluno) usando as formas geométricas não garante que a criança apropriou-se do conceito dessas formas, somente fornece a possibilidade de combiná-las para formar o corpo da casa e seu telhado. A resolução de uma tarefa de aprendizagem requer que a própria criança descubra as relações existentes no respectivo material (DAVYDOV, 1999).

Nessa aula a Professora 08 utiliza a nomenclatura correta com relação ao nome dos atributos observados na constituição de um quadrado, tentando apresentar ao aluno o conceito já pronto sobre o objeto. Ao elaborar essa tarefa, a professora não considera as etapas que compõem o caminho para a apropriação do conceito, defendidas por Davydov: a identificação da relação universal do objeto estudado, a representação da relação universal do objeto, a extração do núcleo do objeto de suas manifestações particulares, a aplicação desses procedimentos a outros casos particulares e a avaliação do resultado do procedimento com vistas ao resultado alcançado na resolução da tarefa ali proposta.

O caminho a ser percorrido pelo aluno na direção da formação do conceito matemático é defendido por Davydov como requisito fundamental na apropriação dos conceitos genuinamente teóricos e requer do professor o entendimento do conteúdo e dos procedimentos necessários à organização do ensino. Esse percurso organizado pelo professor em função da aprendizagem do aluno não foi observado durante as aulas. Um episódio envolvendo uma aula sobre operações com frações de denominadores diferentes mostra que, enquanto a professora fazia a correção da tarefa no quadro-negro, uma aluna levanta a mão e pergunta à professora como ela fez para chegar àquele resultado. A professora chama a aluna até o quadro-negro e começa a detalhar como deve ser pensada a transformação de uma fração com denominadores diferentes em frações com denominadores iguais. Ao efetuar a adição de  $\frac{1}{6}$  mais  $\frac{3}{4}$ , foi resolvida primeiramente a questão dos denominadores, tornando-os iguais por meio da descoberta do mínimo múltiplo comum e, depois, realizada a soma dos numeradores conservando-se os denominadores. Nessa ação a aluna realiza os procedimentos para encontrar a resposta à sua própria pergunta. Houve um envolvimento mental da aluna com o conteúdo objeto de estudo.

Davydov (1999) afirma que o desejo é a base da necessidade e não pode ser entendido separadamente. Ambos surgem a partir de manifestações emocionais. As emoções, para Davydov, representam um alicerce sobre o qual se localizam as tarefas que uma pessoa determina a si mesma. A aluna compreendeu o procedimento a ser efetuado na resolução de operações de adição de frações com denominadores diferentes, mas será que teve a oportunidade de compreender o porquê é necessário chegar ao denominador comum para só

em seguida realizar a operação? O processo de formação de conceitos exige, na lógica dialética, que se forme nas crianças o conceito de frações a partir das “manifestações da relação múltipla geral de quantidades sob determinadas condições concretas”, sendo preciso compreender a “interconexão dos elementos nas ações aritméticas básicas”, afirma Davydov (1988, p. 114).

Outro episódio que ilustra o desconhecimento dos professores sobre o processo de formação de conceitos foi observado durante o ensino de comparações de frações. A professora começa a aula retomando o assunto iniciado na aula anterior. Na sequência, distribui um círculo em branco aos alunos e demonstra como estes deveriam dobrá-lo para formar oito partes iguais, pedindo que escolhessem três cores para pintar as partes da fração. Instrui que pintem uma parte de verde, duas ou três partes de vermelho e outras na cor azul, ressaltando a importância de que fossem apenas três cores escolhidas e quantidades diferentes. Então, a professora pega um círculo já dividido em oito partes iguais e já colorido de três cores diferentes e começa a explicar:

Você veja aqui, eu tenho apenas uma cor verde. Como é que vamos representar essa cor verde na fração?

Os alunos: um oitavo.

Professora: o verde representa um oitavo e registra no quadro a fração. E o azul?

Alunos: são três, então são três oitavos.

Professora: e a cor laranja?

Alunos: quatro oitavos. (Professora 02 – Licenciada em Pedagogia e Psicopedagoga)

Na sequência, a professora registra todas as frações representadas por meio da identificação de cada cor existente no círculo. Depois, foi a todas as mesas dos alunos e verificou individualmente se eles estavam representando corretamente as frações de acordo com a quantidade pintada em cada parte no círculo. Não houve nenhum comentário ou explicação sobre o conceito de frações e tampouco comparação entre as frações obtidas com a identificação das cores no círculo.

Sem nenhum comentário sobre a tarefa realizada, a professora dá continuidade à aula pedindo aos alunos para “pegarem o livro didático e copiarem as atividades” de determinada página. Também não explica o que os alunos deveriam fazer ou como deveriam proceder para realizar as atividades daquela página do livro.

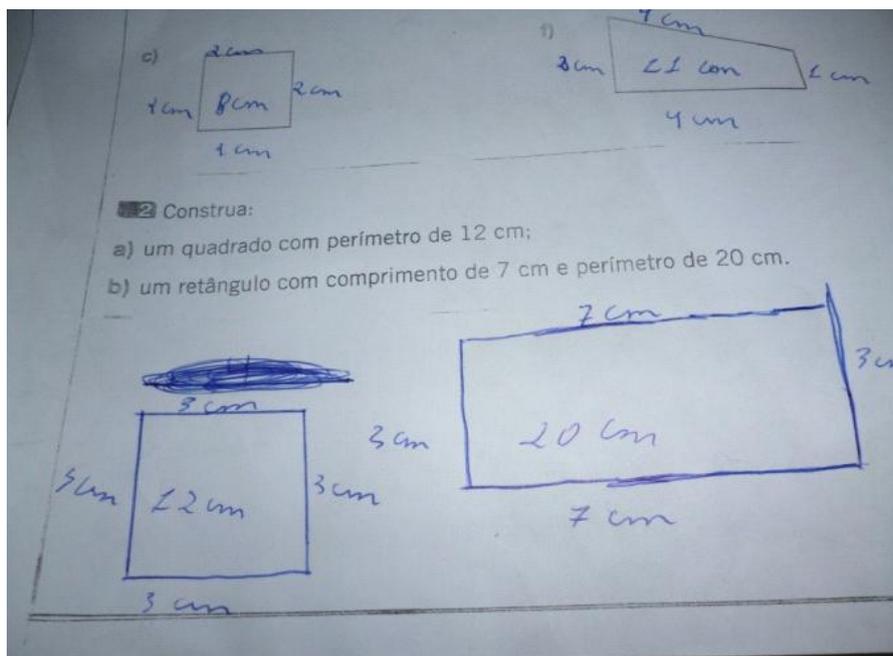
A organização do ensino tendo em vista a ação do aluno ao realizar determinada tarefa é defendida por Davydov como essencial ao desenvolvimento do pensamento teórico. Embora o aluno tenha realizado a ação planejada pela professora não houve uma articulação entre as

etapas a serem observadas na apropriação do conceito pelo aluno. A tarefa foi realizada sem que o aluno soubesse o porquê de estar realizando tal atividade sobre frações.

A forma tradicional de ensino dos conteúdos da matemática foi uma observação recorrente durante as aulas observadas. As ações a serem realizadas pelos alunos e a condução do ensino por parte do professor primavam pelo envolvimento com as características aparentes dos objetos. Na sequência esses objetos são comparados uns com os outros e classificados. O resultado é a apropriação do conhecimento empírico pelos alunos (LIBÂNEO e FREITAS, 2007). Esse raciocínio empírico que privilegia apenas as manifestações exteriores é importante para a aprendizagem dos alunos, mas não é o bastante para que a criança forme o pensamento teórico e se desenvolva intelectualmente.

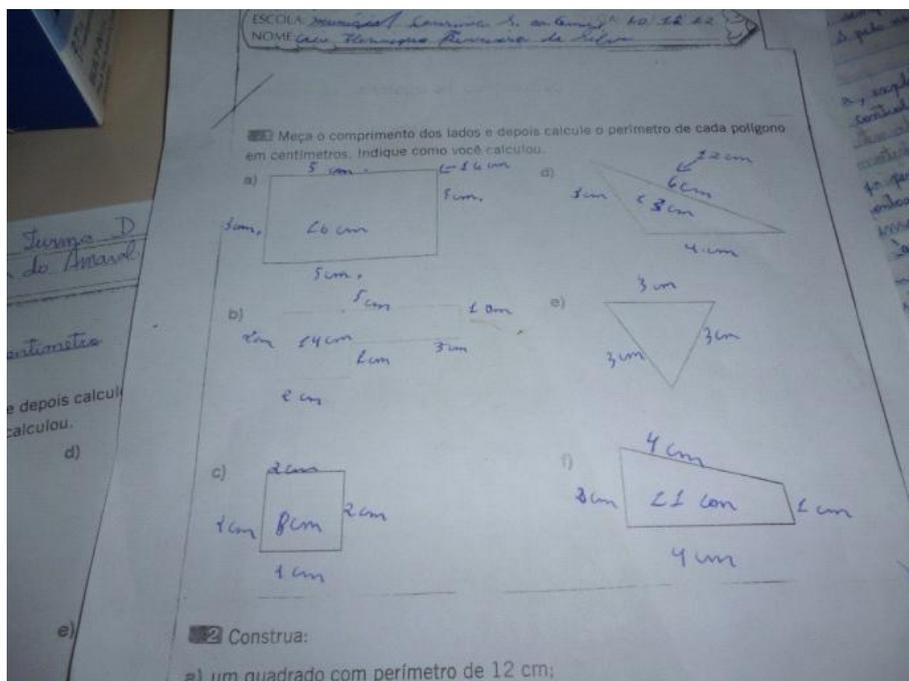
A condução do ensino primando por esse pensamento empírico foi observado em um episódio envolvendo o ensino do conteúdo sobre perímetro em centímetro. O plano de aula da Professora 02 tinha como objetivo calcular o perímetro dos polígonos em centímetros. Ela inicia a aula com a definição no quadro: “perímetro é a medida do contorno de uma forma geométrica plana”. Em seguida, pega uma régua e um caderno brochura grande e passa a medir os contornos desse caderno, questionando os alunos sobre as medidas em centímetro de cada extremidade. Após realizar as medidas do contorno do caderno, pergunta: “Para medir o caderno usamos a medida em centímetro. E se fôssemos medir o contorno dessa sala de aula, qual medida usaria?”. Os alunos responderam que usariam a medida em metros. Dando prosseguimento à aula, a professora distribuiu a atividade descrita a seguir.

**Figura 01** - Tarefa de construção de um perímetro.



Fonte: Dados coletados pela pesquisadora.

**Figura 02** - Tarefa de construção de perímetro.



Fonte: Dados coletados pela pesquisadora.

Os alunos realizaram a tarefa e a professora acompanhou individualmente cada aluno em suas carteiras. As explicações da professora referiam-se apenas ao comando da questão proposta na tarefa. Na lógica dialética, a execução de algumas ações pelos alunos na direção do conceito de quantidade se dá para que eles percebam as relações entre quantidades e que

sejam capazes de comparar a diferença existente entre essas quantidades. Nessa lógica, o “problema de encontrar o perímetro de um retângulo, por exemplo, se examina em relação com o estudo da propriedade distributiva da multiplicação relativa à soma obtida na operação” (DAVYDOV, 1988, p. 116). O registro dessa relação por meio de formas objetais também é uma das etapas que devem ser observadas na tarefa, assim, “desenhando, recortando, e modelando, os alunos aprendem a reconhecer e se familiarizam com as propriedades das figuras geométricas”. Os alunos fizeram uma tarefa na qual foi possível observar esses procedimentos, mas, no entanto, a professora não privilegiou, na organização do ensino daquela aula, essas ações. Uma das possíveis explicações para isso é que ela desconhece o conceito de quantidade como a base sobre a qual são deduzidos todos os tipos reais subsequentes de número, como foi constatado durante a entrevista realizada.

Ainda sobre o ensino pautado na lógica empírica, destaca-se uma aula sobre simplificação de frações. O professor iniciou com questionamentos sobre a aula anterior, chamando a atenção dos alunos sobre as tarefas já realizadas e mostrando o caminho que percorreram para realizá-las. Colocou várias frações no quadro e demonstrou como fazê-las, explicando que para simplificar uma fração é necessário dividir o seu numerador e o seu denominador pelo mesmo número. O professor faz questão que os alunos verbalizem todas as etapas percorridas para realização da atividade para, só então, chegar ao resultado final.

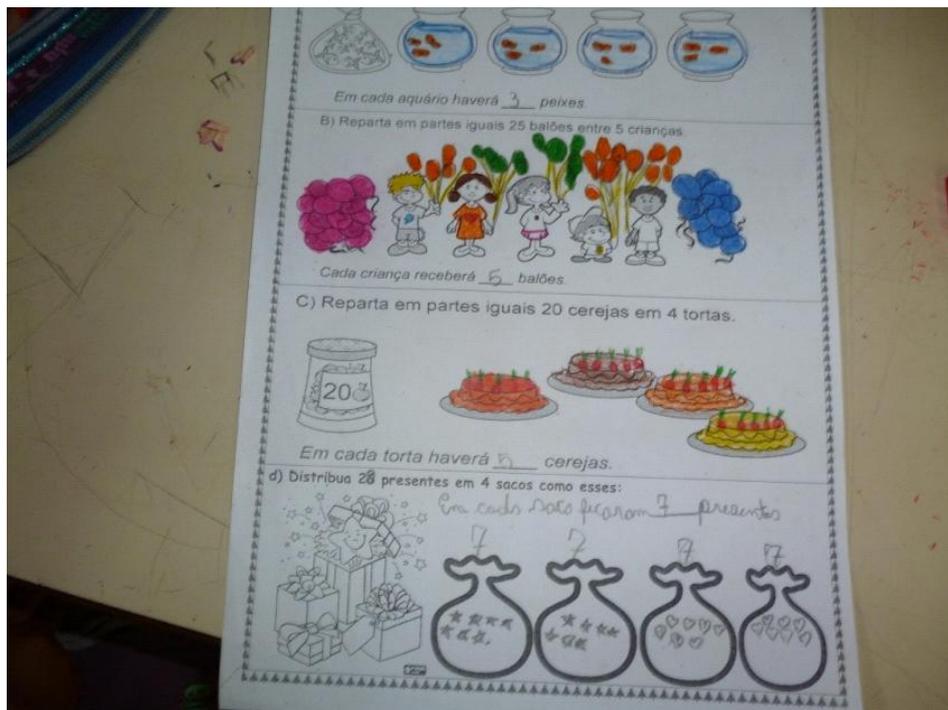
A verbalização, por parte do aluno, dos procedimentos a serem adotados na resolução de uma tarefa é considerado importante na Teoria Histórico-Cultural, porém, não é suficiente para que esse aluno compreenda o conceito de determinado objeto. Há outras ações que o aluno deve realizar para garantir a aprendizagem: operar físico e mentalmente com objetos e figuras quando vai identificar os parâmetros de quantidade; o uso de signos (escrita) para registrar as relações que encontrou por meio de situações que permitiram comparações entre as quantidades e ainda ser capaz de registrar, de forma exata, o resultado que obteve a partir das relações de comparações, defende Davydov (1982).

A qualidade dos vínculos do pensamento do aluno com as coisas do mundo fica restrita aos nexos empíricos se o grau de organização da atividade de ensino não privilegiar a formação do conceito de quantidade como forma basilar dos conceitos tratados na matemática. O episódio a seguir ilustra uma atividade na qual foi mostrado ao aluno um conjunto de objetos a serem observados e comparados. Ao aluno é solicitado apenas que realize a localização das características numéricas correspondentes a cada elemento, em uma relação biunívoca para, em seguida, distribuir esses elementos em partes iguais, nomeando, assim, os signos numéricos daquela coleção. Prevalece como característica o caráter lúdico e

o entendimento que é apenas necessário à criança associar os números às figuras e aos animais e fazer a correspondência biunívoca.

Após distribuir uma tarefa em folha A4, a Professora 02 indaga aos alunos: “O que vamos fazer agora?”. Os alunos respondem que fariam continhas do jeito que a professora já havia ensinado anteriormente. A aula continua com a indagação da professora sobre como fariam para distribuir doze peixes em quatro aquários. Ela desenha os aquários no quadro-negro e faz a distribuição dos peixes um a um em cada aquário, acompanhada pelos alunos, que iam falando o que devia ser feito. Finaliza e passa para a tarefa seguinte usando o mesmo procedimento realizado com a distribuição dos peixes em seus respectivos aquários.

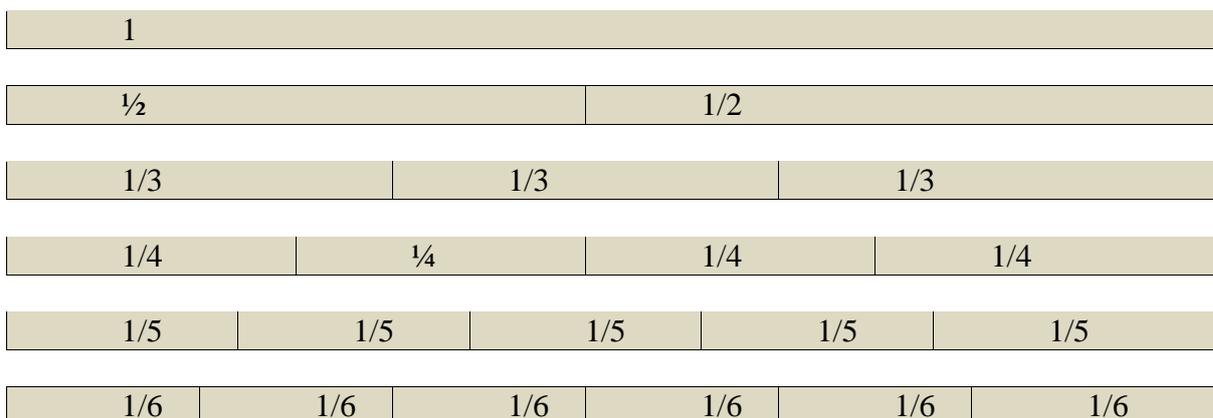
**Figura 03** - Tarefa com divisão.



Fonte: Dados coletados pela pesquisadora.

Mais uma vez, a organização do ensino planejado pela professora privilegia apenas ações centradas em sua pessoa. A relação entre quantidades foi explorada, mas de forma empírica. Desconhecer o conceito de quantidade por parte do professor é um fator que dificulta o ensino e, conseqüentemente, a aprendizagem do aluno. A tarefa apresentada poderia ser explorada levando em conta todas as ações (DAVYDOV, 1982) a serem observadas na formação do conceito de quantidade pelo aluno.

Libâneo e Freitas (2013, p. 343), em interlocução com Davydov, mostram que o professor, ao organizar uma tarefa de aprendizagem, deve considerar certas ações de estudo, sendo uma delas a modelagem. Nela os alunos são orientados a criarem um “modelo representativo da relação universal de suas conexões internas. Este modelo, que já é um produto de análise mental e pode ser criado em forma gráfica, literal ou objetivada”. Assim, observa-se que, ao ensinar operações de adição e subtração com denominadores diferentes, a professora da turma F iniciou pedindo aos alunos para trabalharem em grupos. Entrega uma folha A4 a cada um do grupo e pede-lhes para dobrá-la em dezesseis partes iguais, recortar cada parte a ser dividida da seguinte forma:

**Figura 04 - Representação de frações.**

Fonte: dado coletado pela pesquisadora

Os alunos fizeram a divisão de cada tira até completar dezesseis partes iguais. As tiras divididas foram usadas para mostrar aos alunos a ideia de fração. A Professora 12 explica:

[...] fração é a denominação usada para representar a parte de um todo, consiste na representação de uma quantidade; no caso de um meio ( $\frac{1}{2}$ ) significa que foi considerada apenas a metade de um inteiro, ou seja, a fração é uma forma de representação de quantidades menores que um inteiro.” (Professora 12 – Licenciatura em Pedagogia).

Na sequência, a professora demonstrou no quadro as operações com frações com denominadores diferentes, apresentando uma situação-problema a ser resolvida: “Gabriel tomou um quarto de litro de leite pela manhã. À tarde tomou um terço de litro de leite e a noite um sexto. Que fração de litro de leite ele tomou o dia todo? Quanto ainda sobrou de um litro?” (Professora 12 – Licenciada em Pedagogia).

Na resolução do problema foi elencado o conjunto de informações que compõem seu enunciado: a quantidade de leite que Gabriel tomou que equivale às frações; as frações ainda desconhecidas que são a quantidade total de leite que ele tomou; a quantidade de leite que restou no litro. A seguir, os alunos encontram a fração com denominador comum multiplicando a primeira fração por 2, depois por 3, e assim por diante. O mesmo procedimento foi realizado com as demais frações. Realizam a operação de adição para saber o total de leite tomado e diminuem de um litro esse total para saber quanto ainda resta de leite no litro.

No caso dessa aula da turma F observa-se que a professora organiza o ensino considerando o conteúdo a ser ensinado, o material manipulado pelo aluno na condução da sua aprendizagem e a preocupação com que o aluno soubesse exatamente o que se espera dele na realização da tarefa. Contudo, se observa que o ensino se pauta no pensamento empírico.

Mesmo a tarefa apresentando as condições necessárias para que o aluno forme o pensamento teórico, a professora utiliza ações nas quais seria possível a modelagem, mas se presencia a inexistência da análise das relações entre as coisas no interior do objeto de estudo e a existência de uma generalização formal das propriedades do objeto, não considerando os laços entre esses objetos. Apesar de manusear as frações representadas pelas fichas de papel A4, os alunos realizam apenas tarefas que priorizam a observação, refletindo sobre as propriedades exteriores dos objetos. Não se identifica, aqui, um esforço na avaliação da qualidade que o conteúdo pode ter para a formação do pensamento lógico-matemático.

As práticas desses professores mostram que suas aulas obedecem a uma sequência que caracteriza a aula padrão dentro da ótica da formação de conceitos de quantidade. Essa aula apresenta indícios que reafirmam o que mostra Davydov sobre a prática pedagógica pautada no ensino tradicional: se o professor chega a um nível de ensino satisfatório é conhecimento empírico. Contudo, possivelmente a aula não seja nem mesmo no âmbito do conhecimento empírico, uma vez que esses professores não apresentam conhecimentos, ou seja, não têm conteúdo de como se forma um conceito. A formação de conceitos depende essencialmente dos conteúdos e dos processos investigativos conexos a esses conteúdos ao considerar a formação do pensamento na lógica dialética.

Ainda que as aulas apresentem características de aula padrão, merece destaque a fala da Professora 10 ao explicar que percebe que o aluno está aprendendo quando ele está procurando resposta a uma questão ou tarefa proposta. Outra resposta dessa mesma professora foi que quando vê “os meninos contarem nos dedos” sabe que estão raciocinando:

Na turma D tinha um menino, estava virado e fazendo não sei o quê. Aí eu fui até lá por trás e aí quando eu olhei, ele estava mexendo os dedos assim [a professora mostra]. Na hora eu não raciocinei que ele estava raciocinando matematicamente, mas ele estava! Eu perguntei o que ele estava fazendo e ele disse: professora eu estou diminuindo, fazendo a continha com os dedos... eu pensei que ele não estava focado, mas ele estava. (Professora 10 – Licenciada em Matemática)

“Os meios artificiais do pensamento ou signos permitem que uma pessoa crie modelos mentais dos objetos e ajam através deles, planejando, além disso, os caminhos que irá percorrer na resolução de diferentes tarefas”, afirma Davydov (1988, p. 117). Aqui, a criança utiliza um modelo visual que reflete as relações e as conexões essenciais do objeto, sendo capaz de encontrar as propriedades externas do conceito de subtração. Apesar de perceber que o aluno estava raciocinando matematicamente, a professora não manifestou nenhum

comportamento que servisse de instrução para que o aluno desenvolvesse o pensamento teórico em matemática.

O entendimento sobre o conceito de interação foi demonstrado pelos professores entrevistados da seguinte forma: ao responderem o que buscam fazer para promover a aprendizagem dos alunos que não estão aprendendo determinado conceito quando sabem que ele está com dificuldade em aprendê-lo, todas as respostas consideram as “relações de interação entre professor-aluno e aluno-aluno”. Uma das formas de promover essa interação, de acordo com os professores, é agrupar aquele que tem dificuldade com outro aluno que demonstra já saber o conteúdo. O atendimento individual, com correção das tarefas, também é um procedimento adotado para ajudar os alunos com dificuldades em aprender, procedimento verificado também durante a observação das aulas dos entrevistados. Observou-se, ainda, que alguns professores aproveitam erros de alguns alunos, sem mencionar de quais, para chamar a atenção de todos sobre a forma correta de trabalhar com o conteúdo em estudo. Apenas duas professoras relataram utilizar jogos pedagógicos ao organizarem a atividade de alunos que apresentam dificuldade em aprender determinado conceito.

Sobre a melhor forma para que o aluno aprenda um conceito, sobressaiu-se nas falas dos professores a “sequência de atividades”, considerada como a propulsora da aprendizagem dos conteúdos de matemática pelos alunos. Foram citadas como etapas para compor essa sequência: exemplos de vivência do aluno, seu conhecimento prévio, explicações do professor sobre o conteúdo, uso do material concreto e atividade de verificação da aprendizagem.

Também incluíram como elemento importante a motivação do aluno, condição para que o professor tenha “a atenção do aluno” durante as atividades de ensino e aprendizagem. Mais uma vez foi apontado o conhecimento prévio do aluno sobre o assunto, nesse caso como elemento fundamental de sua motivação para fazê-lo prestar atenção à aula. Outro elemento apontado para “motivar” o aluno e também para “facilitar” sua aprendizagem foram as “situações práticas”, significando estas o uso de material concreto (no sentido físico) durante o ensino para fixar a aprendizagem de um conteúdo, sobretudo por alunos com “dificuldades”: “Tem aluno que só entende se eu mostrar o objeto, figura. Por exemplo, na divisão se eu pergunto seis dividido por três, aí tenho que pegar seis lápis de cor e vamos dividindo em partes iguais para cada um dos três alunos” (Professor 03, Licenciatura em Pedagogia).

No procedimento para a realização de uma tarefa de aprendizagem os alunos agem em busca do conceito, aqui o conceito de divisão. Davydov (1982) indica várias ações necessárias à formação de um conceito, bem como as etapas a serem consideradas na elaboração da

atividade de aprendizagem, sendo delas a ação de o aluno operar com objetos e gravuras ao identificar os parâmetros da quantidade enquanto conceito nuclear da matemática. Assim, fica evidente uma das condições sobre a qual se descobre a essência, o núcleo do conceito de quantidade. A Professora 03, por desconhecer as premissas do ensino desenvolvimental, não atentou para essa condição dada pela tarefa.

Como os demais sujeitos da pesquisa, a Professora 09 (Licenciatura em Pedagogia) foi indagada sobre o que ela entendia por “concreto”, respondendo:

É concreto a partir do momento que ele sabe que dois representa tal quantidade, aí é concreto. Se entender que dois está lá na cabecinha dele e sabe que o que está em sua cabecinha é a quantidade de seus dois dedinhos aí ele internaliza, aí ele aprendeu. Agora se ele sabe só falar, e não sabe a sequência, aí não sabe. A criança precisa recitar, ela deve saber a sequência dos números, precisa saber que se há dois lá na cabecinha dela e eu colocar mais uma tampinha eu vou ter três, aí ela tem conhecimento sobre a questão do número.

É possível observar que a professora tem ideia do que seja a abstração. Ela só não sabe explicar da forma como está na literatura que trata do conceito de abstração na lógica dialética. Esse é um dado interessante, demonstrativo de que, mesmo sem conhecer o ensino desenvolvimental, essa professora entende que os alunos começam a utilizar a abstração e a generalização como meio para se chegar a outras abstrações e que elas são responsáveis pela formação inicial de um conceito.

No procedimento da aula padrão os recursos e os materiais didáticos são mencionados e utilizados pelos professores. Os entrevistados expressaram o entendimento de que eles são facilitadores da aprendizagem, auxiliares, propiciam condições para que o professor demonstre aos alunos o conceito que está sendo ensinado. O professor vai realizando ações com o material e buscando levar os alunos a uma análise, a um raciocínio acerca das alterações que estão ocorrendo. A fala a seguir exemplifica:

Eu estava ensinando para a turma a adição de fração, então eu procurei trabalhar com exemplos deles. Eu peguei um recipiente, fracionei-o e ia perguntando para os alunos: se você chegar e depositar uma fração de água e depois outro colega seu deposita outra fração de água. E aí? Em quanto estará o recipiente agora? (Professor 01, Licenciatura em Matemática).

O professor ressalta o uso do recurso didático, contudo, se levarmos em conta que na atividade para conhecer o objeto o aluno deve realizar com ele ações e operações mentais em direção à formação do seu conceito (DAVYDOV, 1988, 1982), seriam eles que realizariam essas ações, e não o Professor 01. Quanto ao caráter apenas demonstrativo de suas ações, pode-se dizer que este acentua a formação do conceito empírico, na medida em que resta aos

alunos apenas acompanharem a demonstração do professor, realizando a transição da percepção do objeto à sua representação para alcançar o conceito fixado na palavra.

Poucos professores utilizavam jogos ou outros materiais didáticos. Em duas das aulas observadas (de duas professoras diferentes) verificou-se que uma professora levou folha de papel A4, entregou aos alunos e pediu que dobrassem em dezesseis pedaços iguais. Na outra aula a professora levou um círculo dividido em oito partes iguais para que os alunos trabalhassem com as operações de frações e frações equivalentes.

Essa compreensão de material didático também parece estar assentada na lógica formal que, como descreve Davydov (1988), possibilita chegar ao conceito pelo movimento de ascensão do sensorial-concreto ao mental-abstrato, sendo essa abstração expressa na palavra. Nessa lógica, “empírico” significa sensorial, palpável, concreto, e teórico significa abstrato, verbal. Decorre daí o equívoco de considerar teórico sinônimo de verbal. Assim, a concepção de material didático resume-se a material sensorial empírico e, conseqüentemente, também contribui para acentuar a formação do pensamento empírico dos alunos.

Por outro lado, verificou-se como um aspecto positivo o fato de os professores expressarem preocupação com os alunos que não conseguem ter um desempenho de aprendizagem como a maioria da turma, ou que estão com desenvolvimento aquém, em termos de apreensão de conceitos básicos, e, por isso, não conseguem cumprir as tarefas. Uma das formas mencionadas para enfrentar o problema é promover a interação dos que estão com menor desempenho com aqueles cujo desempenho é mais elevado: “Eu procuro assim trabalhar em grupo com eles, agrupando aqueles que têm dificuldade com aqueles que já sabem; para um ir ajudando o outro” (Professora 11, Licenciatura em Matemática).

A fala da Professora 11 ilustra a ação docente considerando a atividade coletiva dos alunos, a interação e a criação de um contexto escolar de influência dos mais desenvolvidos sobre aqueles que estão com dificuldade. Nesse caso, ainda que não expressa explicitamente nas falas, fica evidente a utilização do conceito de zona de desenvolvimento proximal descrito por Vygotsky. Ao perceberem alunos que só são capazes de realizar uma tarefa com a ajuda de outros, os professores reforçam intencionalmente a interação destes com os colegas com o objetivo de promover a ajuda que ele necessita, uma vez que suas funções psicológicas em relação ao objeto de aprendizagem ainda estão começando a se desenvolver.

Sobre os objetos de aprendizagem, uma professora ressaltou que os conteúdos da matemática devem contemplar as situações da vida social do aluno e dar-lhe a possibilidade de relacioná-los à sua utilização em suas atividades na vida.

O que temos desde o início é mostrar: os números existem na vida de vocês [alunos]. Eles têm necessidade de compreender isso para pegar um ônibus, ir no mercado comprar o doce [compreender] que dentro do número tem uma quantidade. Por exemplo trabalhando a adição dentro da sala [de aula] ele deve perceber que quando chegar ao mercado vai usar a operação de adição, de subtração. Ele tem necessidade de aprender para a sobrevivência, porque ele vai precisar trabalhar, ele vai ter uma profissão... Independentemente de onde ele esteja ele precisa aprender pelo menos esse alicerce aí. (Professora 11, Licenciatura em Pedagogia)

Tal compreensão, num primeiro momento, pode remeter à ideia de duplo movimento no ensino, desenvolvida por Hedegaard e Chaiklin (2005), com inspiração em Davydov. Na abordagem do duplo movimento são enfatizadas as relações entre conceitos cotidianos já adquiridos pelas crianças, conceitos da matéria e conhecimento local. Isso é percebido como uma preocupação na fala da Professora 11. Todavia, como essa abordagem tem como principal ponto criar no ensino tarefas de aprendizagem que podem integrar o conhecimento local com relações conceituais nucleares de um objeto de conhecimento, para a aquisição do conhecimento teórico e sua utilização na prática local de vida essa dimensão da organização do ensino e aprendizagem não é alcançada, conforme se mostrou anteriormente. A forma de organização do ensino apenas alcança o pensamento empírico.

Outra questão que surgiu nos depoimentos dos professores quanto ao planejamento do ensino foi a crítica ao treinamento do aluno que vem sendo praticado nas escolas como meio para que estes alcancem bom resultado em avaliações externas como a Provinha Brasil. Ao determinar os objetivos do planejamento de ensino de cada turma, o IDEB está sendo considerado pela escola como um dos pontos mais importantes. Assim, nota-se que a escola está pondo como objetivo não verdadeiramente a aprendizagem dos alunos, mas o alcance de determinado índice estabelecido por critérios externos à realidade concreta da escola e ao direito dos alunos à aprendizagem e ao desenvolvimento.

O treinamento dos alunos para a Provinha Brasil encontra eco na denúncia de Valeriano (2012), que afirma, em sua pesquisa, que os conteúdos e a forma como estes são ministrados estão relacionados com a aplicação dessa avaliação oficial. A intenção é a obtenção de resultados positivos na avaliação externa. O alcance de níveis de proficiência cada vez mais alto é o que conta. Relata a pesquisadora (2012, p. 102):

[...] um dos fatores principais que impulsiona [o professor] em seu fazer não é exatamente a necessidade de que seus alunos se apropriem dos conhecimentos, mas sim o resultado em uma avaliação pontual. No entanto, mesmo que indiretamente, a professora não deixa de se preocupar com o que o aluno está aprendendo.

Na categoria de estudo que trata sobre o ensino para a formação de conceitos: o ensino do conceito de quantidade mostrou como é a prática do professor e foi possível perceber que esta é como é porque se orienta pelo entendimento precário do professor. Toda prática é formada por uma teoria, seja de forma explícita ou implícita, consciente ou não. Nas aulas de matemática observou-se que o professor demonstrou seu entendimento sobre a formação de conceitos assentado na lógica formal. Essa prática é reveladora de certo entendimento que o professor possui acerca do que é um conceito, do que é a formação de um conceito, do que é o conceito de quantidade. Sua forma de pensar sobre conceitos revela como organiza suas atividades de ensino de conceito e, em especial, do conceito de quantidade nas aulas de matemática. Conhecer esse entendimento também foi um dos objetivos desta pesquisa. Pode-se afirmar que esse entendimento manifesta-se em sua prática de ensino de matemática e sua atuação no ensino está relacionada ao modo como entende esse conceito, de acordo com o observado durante as aulas de matemática desses professores.

No próximo subtítulo apresenta-se o entendimento dos professores sobre a formação de conceitos, em particular a formação do conceito de quantidade, enquanto conceito nuclear da matemática.

#### 3.4 A FORMAÇÃO DE CONCEITOS E O CONCEITO DE QUANTIDADE: ENTENDIMENTO DOS PROFESSORES

Como descrito nos capítulos iniciais deste texto, dentre os conceitos básicos da matemática está o de quantidade, de grandeza (CARAÇA, 1944), conceito a partir do qual se originam todos os demais dessa área do conhecimento. O material obtido durante as entrevistas e na ocasião em que se observaram as aulas desses professores tornou possível aproximar-se de seu entendimento sobre a formação de conceitos e sobre a formação do conceito de quantidade. Essa foi uma das categorias de estudo. Na intenção de obter um posicionamento dos professores investigados sobre o seu entendimento acerca do processo de formação de conceito e do conceito de quantidade pediu-se a eles, durante a entrevista, que descrevessem como compreendem esse conceito e a partir de que referências têm essa compreensão.

Nesta categoria de estudo procurou-se explorar e captar a concepção expressa pelos professores, seu entendimento do que vem a ser um conceito e também de como chegaram a

essa compreensão. Foi um dos momentos mais difíceis em toda a etapa da pesquisa empírica. Por mais que se insistisse e reformulasse de diferentes modos a pergunta, os professores entrevistados não chegavam a tratar exatamente do que se perguntava. A tendência geral foi de relatar que conceito é definição de algo, exceto uma professora, a Professora 05, que mencionou que um conceito corresponde ao significado de algo, é saber sobre algo expresso em uma palavra. O processo que direciona a natureza da formação do pensamento teórico é a ascensão do abstrato ao concreto (DAVYDOV, 1982, 1988). Percebe-se, então que o pensamento dessa professora opera tendo como base a identificação de objetos sensoriais, comparando elementos superficiais, externos ao sujeito. O fato de a criança ser capaz de adicionar no dia a dia não é sinônimo de formação do conceito de adição. A criança já faz esse tipo de operação antes mesmo de vir à escola pela primeira vez.

Na minha visão [conceito] é trabalhar o significado de algo. Saber sobre algo, o que significa. [...] O que seria a palavra adição? Nessa palavra [...] seria perceber quando a criança desenvolveu a capacidade de adicionar e ela consegue distinguir isso no dia a dia. Na hora que ela tem um probleminha, ela vai contar os lápis e ver se está tudo certo. É quando eu vejo no fazer da criança que ela realmente aprendeu. (Professora 05, Licenciada em Pedagogia)

Verifica-se, no fragmento apresentado, a presença da lógica formal (DAVYDOV, 1988), nesse caso fundamentando a compreensão da professora de que conceito é o significado de algo expresso na palavra, no caso palavra “adição”. No entanto, a Professora 05 valoriza a utilização desse “significado” pelo aluno em sua atividade no cotidiano como um indício de aprendizagem do conceito.

A manifestação do entendimento do professor, durante entrevista, sobre o que é quantidade enquanto conceito nuclear da matemática apresentou os seguintes resultados: ao responderem a pergunta sobre como compreende o conceito de quantidade e a partir de quais referências tem essa compreensão, as respostas obtidas foram:

[...] sobre a quantidade eu sempre trabalhei com meus alunos – os números, a sequência [...]. (Professora 02, Licenciatura em Pedagogia)

A primeira vez que ouvi sobre isso [conceito nuclear] foi quando você veio falar com a gente a primeira vez e explicou sobre o seu projeto. (Professora 04, Licenciada em Pedagogia)

Eu nunca ouvi falar sobre isso. Só você. (Professora 05, Licenciada em Pedagogia)

Eu não sei [...] nunca ouvi falar [...]. (Professora 07, Licenciada em Matemática e Especialista em Estatística)

Alguns professores relataram desconhecer o conceito de quantidade enquanto conceito nuclear da matemática e disseram ser a primeira vez que ouviram falar dele durante a participação na entrevista para esta pesquisa. Ao ouvirem a explicação de que grandeza e quantidade tem o mesmo significado, verificou-se que duas professoras, a Professora 10 e a Professora 11, relacionaram esse conceito ao bloco de Grandezas e Medidas que faz parte dos Parâmetros Curriculares Nacionais, conforme fragmentos a seguir:

A questão da grandeza no Ensino Fundamental é como você vai ensinar o maior, o menor, tamanho dos objetos, o tamanho das medidas- medidas de comprimento, a quantidade, o material de contagem que temos na sala de aula. (Professora 11, Licenciada em Pedagogia)

A questão das grandezas é importante, pois a criança vive esse conteúdo no seu dia-a-dia, ele sempre está perto do que é grande, pequeno e também do valor das coisas, só que esse conteúdo fica prejudicado, pois é sempre dado no final do ano. (Professora 10, Licenciada em Matemática)

O entendimento desses professores sobre o conceito de grandeza relaciona-se não com o conceito de quantidade enquanto conceito nuclear, a partir do qual todos os outros conceitos matemáticos se relacionam, mas a um conceito específico, particular dessa ciência. Os fundamentos da teoria do ensino desenvolvimental permitem afirmar que esses professores não entendem esse conceito como o fundamento geral de todos os tipos de número natural. Segundo Davydov (1988, p. 113-114), “[tal] fundamento é o conceito matemático de quantidade”, e afirma que “as propriedades das quantidades são descobertas quando uma pessoa está operando com reais extensões, volumes, pesos, períodos de tempo e assim por diante (mesmo antes de terem sido expressos em números)”.

Uma das formas utilizadas pelos professores para o ensino do conceito de quantidades é simplesmente mostrar a sequência dos números, relacionando-os com figuras contendo a quantidade correspondente ao número que está sendo ensinado. Essa sequência é obedecida sempre iniciando pelo numeral 1, na sequência o 2, e assim sucessivamente. A preocupação do professor é apresentar ao aluno a ideia de uma relação direta do número com a quantidade de objetos em referência. Ou seja, a figura de dois patinhos representa o número 2, os quatro pés de uma mesa correspondem ao número 4, etc.

Para os professores, o fato de mostrarem as figuras ou qualquer outro objeto manipulável ou visível e fazerem a sua correspondência com o número possibilita ao aluno compreender a relação entre número e o numeral, ou seja, entre a ideia e a sua representação literal:

A gente já trabalha esse conceito há muitos anos e não sabia [que era isso]. Até mesmo a ordem dos números né, você coloca o número 5, coloca cinco tampinhas no cinco; quatro no quatro [...] O número não é só escrita ele representa uma quantidade [...], qual o número é maior. (Professor 12, Licenciatura em Pedagogia)

Outra forma referida pelos professores para ensinar o conceito de “quantidade” foi a decomposição dos números. Ao propor a decomposição o professor aproveita para mostrar ao aluno a relação existente entre o maior e o menor número, fazendo comparações entre os diferentes números apresentados.

A Professora 11 relatou preocupação de que em seu planejamento fossem priorizadas ações que envolvessem o aluno para que conseguisse ver a relação do conceito ensinado com os outros conceitos da matemática. Assim, verifica-se que a professora tem noção de que o conceito de quantidade abrange um universo maior na matemática. Ela menciona os conceitos particulares e incorporados a esse que representa a essência a partir da qual todos os outros conceitos se originam. Para Davydov (1982, 1988), o conceito está situado em um sistema constituído por outros conceitos, ou seja, não existe conceito isolado na lógica dialética: “A questão da quantidade na sala de aula é como você vai ensinar o maior, o menor, tamanho dos objetos, o tamanho das medidas, medidas de comprimento, a quantidade, o material de contagem que temos na sala de aula” (Professora 11, Licenciada em Pedagogia).

Ao responderem sobre como identificam se o aluno aprendeu o conceito, os professores responderam que sabem que o aluno aprendeu quando ele realiza sozinho a tarefa e acerta a resposta; ele faz as contas mentalmente sem precisar escrever no caderno; ele é capaz de mostrar como conseguiu chegar ao resultado da tarefa, ou seja, o percurso trilhado na realização da tarefa proposta.

A solução independente de uma tarefa é considerada por Vygotski (2009) como resultado de uma aprendizagem que, conseqüentemente, alterou a capacidade psíquica do aluno e ampliou seu desenvolvimento. Também Davydov (1982, 1988) descreve a solução de tarefas de modo autônomo e monitorado pelos próprios alunos como indício de aprendizagem do material ensinado. Nesse caso, ainda que não tenham sequer citado tais autores, pode-se dizer que os professores entrevistados expressam uma concepção que se aproxima da deles.

O questionamento e os dados obtidos a partir daí permitem afirmar que a formação de conceitos e, em particular, a formação do conceito de quantidade observado durante a fala dos professores, na entrevista, evidenciou que o entendimento deles sobre formação de conceitos relaciona-se à lógica formal. O pensamento dos professores se realiza com o auxílio das abstrações e generalizações de caráter externo, pressupõe apenas operar com traços sensoriais

ligados diretamente aos objetos, formando apenas os conceitos empíricos (DAVYDOV, 1982, 1988). A passagem da simples maneira de descrever os fenômenos para a descoberta da essência como conexão interna entre eles não foi observada em seus relatos.

Verifica-se que há uma lógica entre a prática desses professores e a forma com que demonstram entendimento sobre a formação de conceitos. Há uma coerência entre sua prática e seu entendimento, mas essa lógica é pouco para mudar a forma de um ensino pautado no pensamento empírico e é muito pouco para promover o desenvolvimento do aluno, para que este melhore seu desempenho em matemática, para que consiga formar conceitos, formar o conceito de quantidade e avançar na direção da formação do pensamento teórico, defendido por Davydov.

Além da forma e da concepção que o professor tem sobre a formação de conceitos e que guia a sua prática, foram encontrados outros elementos que tem relação com o ensino de conceitos, prática essa pautada no ensino tradicional de matemática. Existem alguns fatores presentes no contexto escolar e que influenciam o desempenho dos alunos, dificultando sua aprendizagem. Esses fatores serão apresentados na categoria de estudo a seguir.

### 3.5 FATORES QUE INFLUENCIAM NO ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA

Nas escolas pesquisadas as salas de aula eram amplas, com cadeiras e mesas de madeira individuais para os alunos. Havia ventiladores de teto. Em cada sala de aula havia um armário de aço onde eram guardados os livros e demais materiais usados nas aulas pelos alunos e professores.

Quanto ao contexto escolar, destacam-se na fala dos professores entrevistados questões da realidade do aluno, espaços coletivos de produção do conhecimento, atendimento pedagógico ao professor e o elevado número de alunos em sala de aula, como trataremos a seguir. A maioria dos alunos é considerada pelos professores como carente, oriunda de famílias economicamente desfavorecidas e com deficitária condição de acompanhamento das atividades escolares dos alunos por parte dos pais ou familiares.

A observação do contexto das salas de aula durante as aulas de matemática permitiu verificar a presença de relações entre alunos e alunos e entre professor e alunos marcadas pelo diálogo e pela cooperação. Os professores utilizavam como formas de interação com o aluno

questionamentos sobre o conteúdo e algumas vezes pediam que se manifestassem sobre o assunto objeto de estudo.

Chamou muito a atenção o fato de a matemática ser secundarizada em função da leitura e da escrita. Os professores relataram que deve prevalecer em todas as turmas a aprendizagem da leitura e da escrita: “Na verdade, a gente se envolve com a matemática de uma forma quase que básica. Não podemos dedicar muito à matemática, pois temos que entregar o aluno lendo e escrevendo. Há uma cobrança muito grande nisso aí” (Professora 09, Licenciatura em Pedagogia).

As escolas possuem uma estratégia para atender o aluno com dificuldade em aprender um conteúdo. Uma vez por semana há o momento de atendimento individualizado e às vezes em grupo, destinado ao apoio na realização de tarefas preparadas pelos professores contendo situações em que o aluno possa atingir os objetivos de aprendizagem definidos no planejamento escolar para cada turma. Primeiramente o professor tenta promover a aprendizagem do aluno e, em seguida, essa responsabilidade passa para a escola. Esgotadas essas duas possibilidades os pais são chamados pela coordenação pedagógica a participarem das atividades do filho de forma mais sistematizada e ajudar na sua aprendizagem. Mas os professores relataram que na maioria das turmas, nos momentos destinados ao acompanhamento dos alunos, não aparece a Matemática, e sim a Língua Portuguesa.

O lugar da matemática na escola pode ser percebido também pelo espaço a ela destinado no ambiente escolar. Nas observações realizadas no ano de 2012 a presença, nas salas de aula, de material relacionado a conteúdos da matemática era muito escassa. Em apenas uma sala havia um calendário fixado na parede. Quanto aos recursos utilizados na língua portuguesa havia vários: alfabeto, cartazes com parlendas, versos, nome de animais, músicas e pequenos textos. Havia também historinhas ilustradas. Já nos meses iniciais do ano de 2013 foram identificados nas paredes das salas de aula diversos materiais relacionados a conteúdos da matemática: cartazes com os numerais e sua representação quantitativa, calendários, relógios ilustrados pelos alunos.

A aprendizagem da língua materna é, sem a menor dúvida, essencial ao desenvolvimento dos alunos no Ensino Fundamental, devendo ser assegurada a todos os alunos. No entanto, de acordo com os princípios defendidos por Vygotsky e aprofundados por Davydov, todos os conteúdos científicos escolares exercem papel no desenvolvimento das funções mentais dos alunos, na sua elevação a níveis superiores do pensamento. Assim, a secundarização dos conteúdos de matemática pode resultar na privação do desenvolvimento

cognitivo matemático dos alunos e no não aparecimento de neoformações mentais necessárias à atividade mental com os objetos por meio da matemática.

Em relação aos alunos, os professores disseram haver “problemas psicológicos”, principalmente com laudo atestando Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade - TDAH. A esse respeito, também explicaram que, como “a família não providencia medicamento”, a ausência de tratamento interfere nas atividades do aluno na escola. Como o TDAH é definido por uma lista de sintomas, nem sempre um aluno que apresenta esse laudo é hiperativo. Além dos “problemas psicológicos”, os professores mencionaram problemas de origem familiar, como os conflitos decorrentes de morte em família, separação dos pais e outros, resultando em agitação ou desconforto por parte do aluno e interferindo em seu desempenho escolar.

A “indisciplina” foi apontada por todos os professores entrevistados como um elemento dificultador da aprendizagem e da fluência das atividades de ensino. Por outro lado, verificou-se que em algumas aulas não há uma busca por manter a disciplina. Por exemplo, durante as aulas de matemática da professora 10 (Licenciatura em Matemática, Especialização em Planejamento Educacional) observou-se grande tumulto entre os alunos e ausência de direcionamento com relação às tarefas que deveriam realizar. A atitude desmotivada da professora, que, ao entrar em sala de aula, somente entregou uma folha com tarefa impressa e pediu aos alunos que a fizessem, sem direcioná-la, contagiou os alunos, desmotivando-os. As condições nas quais ocorrem a aula e que permitem ao professor direcionar o desenvolvimento das ações dos alunos são a organização sistemática do ensino, objeto de planejamento por parte do professor incluindo os objetivos, os materiais, os meios e as condições para a realização da tarefa e, ainda, sua apresentação clara aos alunos. No entanto, a Professora 10 relata não fazer o planejamento, uma vez que este está a cargo das pedagogas: “Eu faço [o planejamento] de cabeça, mas quem faz plano de aula são os pedagogos, eu sei qual é o conteúdo... Faz muito tempo que trabalho aqui, então eu sei o que é preciso” (Professora 10, Licenciatura em Matemática).

Pode-se perceber nesse depoimento que a Professora 10 considera relevante somente “saber o conteúdo”, e isso é o que ela precisa para ensinar. Embora seja especialista em Planejamento Educacional, parece não considerar nenhum problema em o planejamento ser feito pelos “pedagogos”. Considerando-se as categorias descritas por Shulman (2005) indicando o conjunto de saberes necessário à docência, pode-se compreender que a Professora 10 atende às categorias Conhecimento do conteúdo e Conhecimento do contexto educativo, pois afirma dominar o conteúdo da matemática e também expressa conhecimento do contexto

escolar, dos problemas dos alunos, do seu entorno, dos aspectos socioculturais, etc. No entanto, o conhecimento da Professora 10 não abrange o Conhecimento didático e o Conhecimento do Currículo e, se os possui, estes não foram observados em sua prática.

Verifica-se que ocorre a mesma situação encontrada por Ribeiro (2008) em sua pesquisa: a dificuldade de os professores realizarem as atividades relacionadas ao planejamento, sendo um dos fatores que ajudam nessa atitude a falta de domínio de conceitos, de procedimentos e de categorias didáticas do planejamento do ensino.

Outro aspecto apontado pela maioria dos professores como dificultador de sua prática é a inviabilidade de espaços coletivos para ações de ensino e aprendizagem. Relataram, por exemplo, que o uso da biblioteca e do laboratório de informática é quase inexistente por não haver funcionário responsável pelo atendimento nesses setores e para o acompanhamento do professor e da turma. Assim, o professor se vê obrigado a utilizar somente o espaço da sala de aula, restringindo o espaço físico para suas atividades e empobrecendo as possibilidades dessas ações.

Consta no Projeto Pedagógico da SME que todo professor tem quatro horas semanais para dedicar-se ao estudo, à pesquisa, ao planejamento pedagógico, ao atendimento individualizado ao educando e a trocas de experiências (GOIÂNIA, 2008). No entanto, a maioria dos professores queixou-se da falta de materiais para o preparo das aulas e considerou que o tempo semanal destinado é pouco para as pesquisas sobre os conteúdos, tendo em vista a inovação e melhor planejamento das aulas. Como na escola há o atendimento pedagógico aos professores, estes esperam que o coordenador pedagógico faça para eles esta pesquisa, chegando a afirmar que se sentem desamparados pedagogicamente quando isso não ocorre. Contudo, nenhum deles pleiteou participação nas discussões e planejamentos semanais com o coordenador pedagógico. Ao que parece, o tempo semanal destinado aos professores, ainda que considerado por eles insuficiente, não tem sido dedicado ao estudo, à pesquisa e ao planejamento pedagógico.

Os professores consideraram que em cada sala de aula há grande número de alunos que ainda não foram alfabetizados. Acrescentaram que sentem muita dificuldade em lidar com alunos alfabetizados e não alfabetizados na mesma sala. A esse respeito, Cedro (2004) ressaltou dois elementos do processo de aprendizagem: o objeto da aprendizagem e o sujeito que dele se apropria ativamente, sob mediação de outros sujeitos mais experientes. A realidade concreta da sala de aula em que atua o professor apresenta uma heterogeneidade quanto à alfabetização dos alunos.

Em sua análise sobre a influência das diferentes matérias no processo de desenvolvimento da criança, Vygotski (2009) mostrou que a tomada de consciência e a apreensão, base psicológica que comunga todas as funções psíquicas superiores, cria a possibilidade de uma disciplina influenciar a outra e impulsionar o desenvolvimento mental da criança. A influência da aprendizagem sobre o desenvolvimento ultrapassa os domínios do conteúdo característico de determinada disciplina e a estrutura formada é imediatamente transferida para outros campos do conhecimento. Observamos que o relato dos professores pesquisados indica o contrário, ou seja, ausência de aprendizagem da língua materna, a não alfabetização de grande parte das crianças resulta em dificuldades para o professor de matemática, que não consegue trabalhar bem com alunos alfabetizados e não alfabetizados.

Essa situação exige do professor que organize atividades distintas de formas diferentes para o ensino de conteúdos de matemática aos alunos alfabetizados e aos não alfabetizados, sob pena de prejuízo mútuo. Mas os professores podem também considerar os conceitos de zona de desenvolvimento real e zona de desenvolvimento proximal, conforme descreve Vygotski (2009), para favorecer a aprendizagem matemática desses alunos. O autor mostrou que considerar as operações que a criança realiza com a ajuda de adultos mais experientes, se ajudada “com demonstrações, perguntas sugestivas, início de solução”, pode levá-la a resolver problemas, mesmo que seu desenvolvimento ainda não tenha alcançado este ou aquele aspecto. Contudo, isso só seria possível se os professores dominassem tal referencial teórico.

A prática do professor guiada pelo pensamento empírico, somado aos fatores observados no contexto escolar no qual essa prática se materializa, pode ser decorrente da concepção que o professor tem sobre o ensino e aprendizagem de conceitos. Assim, no tópico a seguir apresentam-se dados que permitem analisar a categoria de estudo que trata sobre a concepção teórica pedagógica do professor.

### 3.6 A CONCEPÇÃO TEÓRICA PEDAGÓGICA

Na categoria de estudo que trata sobre a concepção teórica pedagógica acerca dos referenciais teóricos que balizam a sua prática pedagógica, os professores demonstraram em suas falas não haver uma concepção teórica específica sob a qual fundamentam sua prática pedagógica.

Embora tenham mencionado alguns teóricos como Libâneo, Ana Teberoski, Piaget, Vygotsky, Paulo Freire, os professores não apontaram nenhum deles como referência para sua prática pedagógica. A Professora 06 (Licenciada em Pedagogia), por exemplo, esclareceu assim a sua posição:

Eu não tenho nenhuma referência ou autor X, eu não sou devota a nenhum em específico, mas aproveito um pouquinho de cada um. Outro dia ainda brinquei: acho que às vezes temos que ter um pouquinho do Skinner para condicionar os alunos [...] você tem que condicionar eles a sentarem, ouvir o que você fala em sala de aula [...]. Acho que todas as teorias caminham lado a lado o tempo todinho [...]. Você lembra do Vygotsky em determinado momento quando lida com interação, você lembra do Piaget quando ele fala também a questão da interação e você lembra de novo de Vygotsky quando a criança traz de fora um conhecimento que conseguiu contextualizar [...] eu acho que os autores, todos eles contribuem.

A Professora 07 (Licenciada em Matemática) foi mais enfática:

Eu não sigo nenhum teórico. Não, nós só temos que levantar os nossos objetivos e atingir os resultados né [...] a gente chegando lá [...] temos que observar uma matriz, dentro das diretrizes um conteúdo maior que deve ser seguido, mas os objetivos somos nós que levantamos.

Essa mesma professora afirmou, no entanto, ter muita dificuldade em atingir os objetivos relacionados à matemática com seus alunos.

Já a Professora 08 afirmou combinar Vygotsky e Piaget e, em seguida, exemplificou apenas com Vygotsky:

Eu sou fã de Vygotsky, adoro o que Vygotsky coloca, Piaget contribui também, acho que os dois não andam sozinhos, os dois se completam [...] um fala do biológico o outro fala do social, do comportamento social, do espaço social [...] eu tenho assim uma admiração teórica muito grande [por eles].

Uma criança que você percebe que não conseguiu aprender a contar, ele não sabe contar, ele não tem sequência dos números, então a hora que você vem com intervenção de recursos que possam auxiliá-la, ou você programa um jogo ou você programa uma cartela numérica ou um bingo, jogo de palitos. Acho que Vygotsky trabalha muito com isso, com essa intervenção.

Os fragmentos apresentados anteriormente foram selecionados para ilustrar as três tendências verificadas no conjunto das falas dos professores expressando sua compreensão sobre a adoção de referencial teórico para orientar sua prática: 1) não seguir nenhuma fundamentação teórica; 2) considerar que todas as teorias estão disponíveis podendo ser utilizadas aleatoriamente; 3) combinar Piaget e Vygotsky de modo complementar.

Pode-se considerar que a primeira e a segunda tendência acabam se resumindo a uma, pois seguir todas as referências pode equivaler a não seguir nenhuma. Por outro lado, revela a incompreensão do quão amplo são os referenciais teóricos e as tendências pedagógicas disponíveis, bem como a impossibilidade de se seguir todos eles, inclusive por distinções de natureza epistemológica, teórica e política. Na terceira tendência, verifica-se a ausência de conhecimento sólido e aprofundado dos pressupostos de ambos os teóricos mencionados (Piaget e Vygotsky) ou a apropriação incorreta de suas teorias. Nos três casos, torna-se difícil que os professores desenvolvam um ensino para promover a formação de conceitos matemáticos, uma vez que lhes falta uma substância pedagógica a ser integrada ao conteúdo da matemática.

Ao falarem sobre a formação inicial houve destaque, por parte de alguns professores, ao problema da qualidade pedagógica e didática dessa formação, evidenciando também a frágil preparação pedagógica. Foi apontada a insuficiência, tanto no Curso de Licenciatura em Pedagogia como no de Licenciatura em Matemática, de aprofundamento em teorias pedagógicas. Um exemplo é a afirmação da Professora 13: “O que a gente vê na universidade em apenas quatro anos não dá para aprofundar uma teoria. Eu falo pelo curso de pedagogia não há investimento e valorização o aprofundamento teórico” (Professora 13, Licenciatura em Pedagogia).

Ainda, se verificou a presença de problemas com a qualidade da formação específica em matemática. Durante as aulas de matemática foi possível observar que, ao se referirem aos conceitos, nem sempre os professores empregavam a terminologia correta. Nessas aulas se materializou o entendimento, expresso aqui nos termos e palavras de senso comum, como aparece neste relato:

Quando eu estou ensinando adição eu ensino assim: ó, dois números em cima. Aí eu ensino o que é o 1º número. Aí eu ensino que é a parcela. O 2º número eu ensino que é também a parcela aí eu mostro o 3º número aí eu ensino: é a soma. Acho que no dia-a-dia a gente executa isso aqui sem perceber que é uma soma. (Professora 10, Licenciatura em Matemática)

Ao realizar a correção de uma atividade envolvendo as operações fundamentais, observou-se o uso habitual dos termos “sobe um”, “desce dois”, “toma emprestado”, conta de “mais”, conta de “menos”. Percebe-se que o professor não compreende as propriedades que compõem o conjunto de leis operatórias do cálculo que formam e sustentam a ideia contida na lógica das operações fundamentais da matemática.

Acerca das limitações de conhecimento do conteúdo e de conhecimentos pedagógicos, os professores relataram sentir necessidade de formação continuada, principalmente para a superação das insuficiências em conteúdos matemáticos.

A respeito desse problema, Libâneo (2013, p. 161) aponta a existência de um dilema na formação de professores:

No curso de licenciatura em pedagogia ele se põe na seguinte formulação: para entender o problema pedagógico da mediação entre o sujeito e o conhecimento, apenas a formação pedagógica não é suficiente [...]. O dilema dos cursos de licenciatura em conteúdos específicos põe-se inversamente: para entender como se ensina um conteúdo para que os alunos se apropriem dele de modo significativo, somente o conhecimento do conteúdo é insuficiente. É necessário saber como converter a ciência em matéria de ensino, e isso supõe a necessidade de conhecer não apenas a lógica dos conteúdos a ensinar, mas, também, a lógica dos modos de aprender dos alunos com base em seus processos cognitivos, afetivos, linguísticos etc., as características dos alunos e seu contexto sociocultural e as formas de organização das situações pedagógico-didáticas. Essa é precisamente uma questão pedagógico-didática.

Os entrevistados também apontaram existir grande distanciamento entre a parte teórica estudada e a prática de sala de aula: “O que a gente vê na sala de aula, há uma distância enorme, é um abismo [em relação à prática]” (Professora 13). Desse modo, a formação acaba reforçando o hábito, sempre criticado na academia, de separação entre teoria e prática.

Observa-se que os professores entrevistados, embora apresentem essas insuficiências do ponto de vista pedagógico, ao serem indagados sobre o processo de planejamento e organização do ensino em sua prática docente atribuíram importância ao conhecimento do aluno como o ponto inicial, destacando a experiência do aluno como ponto de partida:

Eu parto daquilo que eles já aprenderam a partir daquilo que eles demonstram que já sabem. Assim eu sei o nível de dificuldade que eles têm.

Se nós formos trabalhar os animais mamíferos, aí eu começo: vocês lembram-se de quando vocês eram pequeninos, vocês tinham que alimentar, né? Do que a gente se alimentava? Eles falam: era o leite. Aí você faz a comparação e eles mesmos vão falando: Ah! professora não é só o ser humano que toma leite e eles vão falando naturalmente... tem o gado, tem a baleia, tem o gato... Partem do conhecimento que eles já têm. Então, tudo que você vai jogando para eles, para falarem, o que é direcionado eles retribuem... Aí de um assunto sai um monte de coisas a mais do que você esperava. (Professora 11, Licenciatura em Pedagogia)

Verificou-se, durante a observação das aulas, que relatos dos alunos sobre fatos de seu contexto sociocultural, de sua experiência de vida, foram aproveitados no ensino. A escola tem como função realizar a integração dos conceitos científicos com os conceitos empíricos que o aluno traz de sua experiência com o meio social. Nessa integração, o professor articula

situações que tornarão possível elevar os conceitos empíricos a um patamar maior de desenvolvimento cognitivo, na direção do desenvolvimento do pensamento teórico do aluno.

O entendimento do professor sobre como ocorre o processo de formação de conceitos matemáticos tem relação imediata com sua concepção teórica pedagógica. As pesquisas localizadas na revisão de literatura já sinalizam esse entendimento, mostrando, com maior ou menor ênfase, os aspectos mais importantes necessários ao trabalho do professor, ressaltando sempre a necessidade do conhecimento pedagógico didático integrado ao conhecimento da matéria de ensino.

Para que a atividade pedagógica tenha êxito é preciso que o professor domine sua matéria, a teoria do conhecimento e as ciências pedagógicas. A atitude de descobrir os nexos e as relações entre os diferentes conceitos e relacioná-los aos conteúdos das diferentes matérias para que os alunos os compreendam como um sistema único de noções científicas também é esperada no perfil de um professor na visão de Petrovski (1979).

Davydov (1982) sugere que o professor organize atividades que levem os alunos a reproduzir a gênese, a origem dos conceitos, não o processo empírico da história, mas tendo como base os conceitos científicos. Para o autor, embora os conceitos empíricos tenham sua razão de ser na história da vida cotidiana dos alunos, eles dificultam o desenvolvimento do pensamento teórico devido aos seus vínculos empíricos.

Assim, envolver o aluno com as relações existentes entre o conceito de quantidade e os demais conceitos matemáticos é possibilitar o desenvolvimento das “propriedades básicas das relações matemáticas e encaminhá-las para o mundo dos conceitos matemáticos” (ROSA e DAMAZIO, 2012, p. 8). Ao apropriar-se dessa base geral dos conceitos, essa apropriação o direcionará, nas diferentes situações particulares, ao envolver-se com os conceitos matemáticos.

No entanto, a concepção teórica pedagógica do professor possivelmente não consegue propor atividades de ensino em que os alunos possam desenvolver-se dentro dessa lógica. O fato de não trabalharem com a formação de conceitos, especialmente a deficiência da sua formação para fazer isso, explicaria os baixos resultados das avaliações. Em um campo específico, numa disciplina específica como a matemática, como mostra Libâneo (2006), a formação do professor para atuar nos anos iniciais é precária, e essa formação não é suficiente para que esse professor pense e atue com conceitos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste texto foi descrita a investigação que se realizou em busca de esclarecer qual entendimento expressa o professor que ensina matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental acerca do processo de formação de conceitos pelo aluno, com foco no conceito de quantidade enquanto conceito nuclear da matemática. Buscou-se também compreender como esse entendimento influencia a prática pedagógica desse professor que ensina conteúdos de matemática.

No início desta tese estão os motivos que moveram a intenção de buscar respostas a essa questão. Os resultados quantitativos das avaliações aplicadas em larga escala, como é o caso do SAEB, da Provinha Brasil, do ENEM e do PISA, serviram de ponto de partida para as indagações sobre a real qualidade do ensino de matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental e como, de fato, se dá a apropriação dos conceitos matemáticos pelos alunos nesse nível de ensino e como os professores entendem o processo de formação de conceitos para, a partir desse entendimento, organizarem as atividades de ensino. Vygotsky e Davydov mostram que o desenvolvimento do pensamento dos alunos por meio dos conceitos científicos tem como contexto privilegiado para sua formação a educação e o ensino escolar, desde que sejam viabilizadas as condições de ensino e aprendizagem com este objetivo. Com esta convicção teórica fez-se a opção por analisar os anos iniciais do Ensino Fundamental e priorizar o conceito de quantidade nas aulas de matemática.

Escolheu-se o conceito de quantidade por tratar-se de um conceito primordial, a partir do qual os demais conceitos da matemática se originam e se relacionam. É o conceito nuclear da matemática, é a base genética geral. As pesquisas que se ocupam do ensino e aprendizagem da matemática elegem vários temas, mas os estudos sobre o conceito de quantidade enquanto núcleo dessa ciência são poucos. Saber como o professor que ensina matemática entende esse conceito e qual a relação desse entendimento com sua prática é uma questão que merecia investigação, pois os dados encontrados poderiam fornecer uma compreensão mais clara, uma vez que o ensino e aprendizagem dos conteúdos de matemática tem importância fundamental no contexto escolar brasileiro hoje.

O panorama mostrado pelas pesquisas nos últimos dez anos (2002-2012) legitima os motivos elencados para a busca dessa compreensão sobre como os professores pensam e atuam durante as aulas de matemática com foco no processo de formação de conceitos. As

contribuições dessas pesquisas focalizam mais o lado externo, periférico, do ensino e aprendizagem. Suas contribuições abordam timidamente o processo de formação de conceitos e o desenvolvimento do pensamento conceitual do aluno, envolvendo a apreensão dos conteúdos matemáticos.

A base teórica que sustentou a questão central desta tese são os princípios da Teoria Histórico-Cultural de Vygotsky, que tem uma inestimável contribuição para a educação escolar e extrema importância pedagógica e didática para o ensino e aprendizagem. A evolução desses princípios na teoria do ensino desenvolvimental de Davydov, que mostra os principais aportes teóricos no processo de formação de conceitos e suas implicações para o ensino da matemática, constitui a base sobre a qual construímos o entendimento a respeito do desenvolvimento conceitual do aluno.

A pesquisa empírica ocorreu no município de Goiânia, em sete escolas municipais da zona urbana. Os sujeitos pesquisados foram professores que ensinam matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Os instrumentos adotados para a coleta dos dados aqui analisados foram a entrevista e a observação das aulas desses professores. Na organização e sistematização dos dados para análise e atendendo aos objetivos da tese elegeram-se as categorias de estudo que evidenciaram os resultados a partir dos quais é possível tecer algumas considerações com base na fundamentação teórica que sustenta esta tese.

Os objetivos para tratar do problema apresentado foram:

- Analisar que entendimento esses professores expressam sobre o processo de formação de conceitos pelos alunos;
- Analisar que conceito matemático de “quantidade” eles expressam;
- Analisar as relações entre as concepções expressas e a forma como os professores organizam e atuam no ensino;
- Identificar os fatores do contexto escolar que influenciam no ensino e aprendizagem dos alunos.

Com esses objetivos foram obtidos os dados cuja análise mostra que o professor, ainda ensina por meio de ações que correspondem ao ensino tradicional. As ações de ensino se resumem à exposição da matéria ou meramente à repetição daquilo que está posto no livro didático. Estas ações se configuram em tarefas que propiciam aos alunos a apreensão das características aparentes dos objetos culminando na aquisição do conhecimento empírico pelo aluno. Outro elemento que se destacou na prática do professor foi a “aula padrão”, geralmente

iniciada com uma história seguida da explicação do conteúdo no quadro-negro com a expectativa de que o aluno compreenda a exposição verbal proferida pelo professor. Depois, supondo que o aluno aprendeu o que foi “explicado”, o professor aplica uma tarefa de verificação da aprendizagem.

Os episódios observados revelaram um ensino repetitivo, distanciado da formação do conceito matemático. Ressalta-se que na base deste ensino encontrou-se precariedade no domínio do conteúdo de matemática e no domínio do conhecimento didático deste conteúdo. Ainda que não se pudesse esperar que os professores apresentassem conhecimentos suficientes para uma prática de ensino fundamentada nos princípios da lógica dialética e focada na formação do pensamento teórico científico, a constatação do precário domínio de conhecimentos encontrada é um dado muito desconfortante, de todos os pontos de vista que se possa analisar. Esse dado é revelador da profunda contradição que atravessa a escola e nos conduz a outras questões: as avaliações externas instituídas pela própria política educacional busca captar estas insuficiências? Se predomina a lógica da aula padrão com ensino que não busca formar novas capacidades mentais nos alunos, como é possível esperar dos alunos um desempenho mais elevado? Os poucos resultados que vem mostrando alguma elevação no desempenho do aluno de fato refletem mudanças qualitativas em suas capacidades mentais conexas ao pensamento matemático?

Conclui-se que a forma como o professor atua é um importante critério revelador de seu entendimento sobre o processo de formação de conceitos e de como lidar com o conceito de quantidade no processo de ensino e aprendizagem. O entendimento sobre conceito apenas como definição de algo mostra que o pensamento dos professores opera tendo como base a identificação e a seleção de objetos apenas em sua forma sensorial, comparando os elementos superficialmente, externos ao sujeito. Além disso, os professores entendem o conceito de quantidade como algo isolado e não como um conceito com o qual todos os outros conceitos da matemática se relacionam e que, portanto, está no fundamento da aprendizagem de matemática em toda a vida escolar dos alunos.

Verificou-se no discurso do professor a presença constante da lógica formal que, associada ao seu desconhecimento do conceito de quantidade enquanto conceito nuclear da matemática, podem contribuir para a permanência dos recorrentes problemas no ensino escolar da matemática enfaticamente descritos na literatura científica sobre este tema. Se os professores não são capazes de pensar e atuar com conceitos em sala de aula, dificilmente os alunos poderão desenvolver seu pensamento teórico e melhorar seu desempenho em

matemática. Dificilmente os alunos terão melhores condições intelectuais para sua ação transformadora no mundo.

Além do pensamento e da atuação empírica reveladores da prática dos professores há influência de outros fatores no contexto escolar. Observou-se a existência, no ambiente escolar, da dificuldade em utilizar os espaços coletivos de produção do conhecimento, como a biblioteca e o laboratório de informática. Ainda, o atendimento pedagógico ao professor no sentido de orientá-lo em seu planejamento das aulas de matemática é ineficaz e o elevado número de alunos em sala de aula compromete o trabalho do professor. O fato de o ensino de matemática ser secundarizado em função da leitura e da escrita, a medicalização dos alunos com laudo de TDAH e a indisciplina destes também estão presentes na escola e no dia a dia do professor. Outro fator que influencia imensamente o ensino e aprendizagem é a dificuldade dos professores em realizarem o planejamento de suas aulas, além da existência daqueles que não veem o planejamento como a formalização da organização do ensino para as aulas de matemática.

A promoção do encontro entre o aluno e o conteúdo de ensino é realizada pelo professor ao estruturar os elementos que constituem a didática. A formação desse professor também é algo que tem grande peso em sua prática e em seu entendimento porque se encontra despida de um referencial teórico para orientá-lo. Observou-se uma ausência de conhecimentos sólidos e aprofundados dos pressupostos teóricos. Falta a esses professores o conhecimento teórico e pedagógico a ser integrado aos conteúdos da matemática. A frágil preparação pedagógica dos cursos de Pedagogia e de Licenciatura em Matemática no que diz respeito ao aprofundamento das teorias pedagógicas e ao conteúdo da matemática acarreta um prejuízo no desenvolvimento dos alunos, uma vez que esse professor não tem domínio sobre como organizar o ensino desse conteúdo de modo que o aluno aprenda os conceitos dessa ciência.

Conclui-se, portanto, que o desempenho escolar do aluno em conteúdos de matemática, embora se tenha clareza de que é marcado por diversos fatores contextuais da escola e do aluno, sem dúvida é marcadamente influenciado também pelos fatores identificados nesta pesquisa. Lamentavelmente, as consequências para a aprendizagem dos alunos são prejuízo na aprendizagem, pois não conseguem aprender os conceitos por meio do domínio das operações mentais presentes nos métodos que lhe deram origem; o ensino da forma como é entendido e praticado, não consegue promover o desenvolvimento integral do aluno; o aluno não consegue formar as generalizações e abstrações que são a base do

pensamento teórico, ou seja, não alcança o desenvolvimento do pensamento teórico em matemática.

O ensino dos conceitos nas aulas de matemática se materializou em uma lógica que trata os conteúdos de forma isolada, sem nenhuma articulação com outros conceitos, muito menos com o conceito nuclear da matemática: o conceito de quantidade. Observou-se uma atividade proposta pelo professor permeada pela ação mental, de maneira a repetir e memorizar as “continhas” e outros conteúdos apresentados pelos professores.

Contrapondo essa dinâmica observada nas aulas e relacionando-a ao entendimento do professor, observou-se nos pressupostos da teoria do ensino desenvolvimental uma proposta para a organização do ensino de matemática: a mudança de conteúdo e dos métodos, em um movimento oposto ao que ocorre no ensino tradicional: a proposta de desenvolver o pensamento teórico dos alunos ao invés do pensamento empírico. No pensamento empírico a criança separa e identifica as propriedades comuns dos objetos apenas considerando sua aparência externa, independente de os objetos a serem catalogados estarem ou não relacionados entre si. Já o desenvolvimento do pensamento teórico tem na sua gênese a transformação dos objetos, ele reflete as relações existentes dentro do sistema dado, a partir de sua fundamentação geral, assentada no estudo das relações do conceito de quantidade, que é a base para a formação dos demais conceitos da matemática.

A pesquisa se limitou a tratar apenas de alguns aspectos desta temática, apesar da convicção de que outros aspectos são igualmente importantes, mas não era possível abarcar-los todos. Mas podem ser objetos de outras pesquisas, de outros estudos, tais como: Como superar a recorrente contradição entre a defesa da importância da aprendizagem de matemática e a permanência de um ensino que não promove de fato a aprendizagem? O que tem sido discutido nos cursos de formação de professores sobre a relação entre ensino e desenvolvimento dos alunos? Há nessa formação espaço para a introdução da teoria do ensino desenvolvimental? Como isso pode ser concretizado?

Conclui-se afirmando que a discussão sobre o ensino e aprendizagem de conceitos na perspectiva do ensino desenvolvimental necessita ser difundida e aprofundada e que se espera que o conjunto de dados e a análise formada pelo este recorte teórico e metodológico dado ao problema, com fundamentação teórica histórico-cultural, possa ser útil para repensar criticamente a formação e a prática dos professores, os cursos de formação inicial de professores. Os resultados permitiram concluir que o ensino e a aprendizagem por meio da formação de conceitos, embora sejam muito mais promissores para o desenvolvimento intelectual dos alunos e resulte em formação de novas ações mentais correlatas ao

conhecimento matemático, ainda não está presente na escola, por diversos fatores. Para a superação deste tipo de ensino é mister um amplo investimento em investigações, estudos e práticas de pesquisa, bem como práticas de ensino. Mas é necessário sobretudo, uma revisão profundamente crítica da política de ensino, em todos os seus aspectos, que hoje está vigente em nosso país. Podemos afirmar que esta política tem permitido que o ensino continue sendo voltado apenas à formação do pensamento empírico dos estudantes, com prejuízos para uma verdadeira aprendizagem dos conceitos matemáticos, acima de tudo o conceito básico de quantidade.

## REFERÊNCIAS

AMADEI, Flávio Luiz. **O infinito: um obstáculo no estudo da Matemática**. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2005.

ANDRÉ, M. D. A.; LUDKE, M. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: E.P.U., 1986.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa qualitativa em educação**. 6. ed. São Paulo: Cortez, 1993.

ARDENGI, Marcos José. **Ensino Aprendizagem do Conceito de função: pesquisas realizadas no período de 1970 a 2005 no Brasil**. 2008. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008.

AZEVEDO, Ivanilka Lima de. **Geometrizando no Segundo Ciclo: relato de uma intervenção pedagógica voltada à construção de conceitos geométricos no Ensino Fundamental**. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.

BALKE, Marlova Elizabete. **Investigação matemática: tratamento da informação no ensino fundamental**. 2011. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Faculdade de Educação, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2011.

BARBOSA, Heloiza Helena de Jesus. Sentido de número na infância: uma interconexão dinâmica entre conceitos e procedimentos. **Paidéia (Ribeirão Preto)**, Ribeirão Preto, v. 17, n. 37, ago. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br>.

BARRETO, Antônio Luiz de Oliveira. **A análise da compreensão do conceito de funções mediado por ambientes computacionais**. 2009. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

BERTONI, Neusa. **Tendências e desafios no cenário investigativo da educação Matemática**. PUC-PR. Disponível em: [http://www.ufrrj.br/emanped/paginas/conteudo\\_producoes/docs\\_27/desafios.pdf](http://www.ufrrj.br/emanped/paginas/conteudo_producoes/docs_27/desafios.pdf). Acesso em: 16 jan. 2011.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, nome. Nove questões frequentes sobre a investigação Qualitativa. In: **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto, 1994.

BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira**. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/basica-censo>. Acesso em: 04 jul. 2012.

\_\_\_\_\_. **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira**. Disponível em: <http://provabrasil.inep.gov.br>. Acesso em 14 jan 2011.

\_\_\_\_\_. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Fundamental**. Brasília: MEC, 2006.

BRITO, Andréia Aparecida da Silva. **Relações entre os conhecimentos, as atitudes e a confiança dos alunos do curso de licenciatura em matemática em resolução de problemas geométricos**. 2008. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2008.

BUENO, Rafael Winicius da Silva. **As múltiplas representações e a construção do conceito de função**. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

CAETANO, Simone da Silva Dia. **Introduzindo a estatística nas séries iniciais do ensino fundamental a partir de material manipulativo: uma intervenção de Ensino**. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

CAMILO, Christiane Molina. **Geometria nos currículos dos anos finais do Ensino Fundamental: uma análise à luz dos modelos teóricos de Josep Gascón**. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.

CARAÇA, B. J. **Conceitos fundamentais da Matemática**. Lisboa: Livraria Sá da Costa, 1944.

CARDOSO, Mirian Limoeiro. O mito do método. **Boletim Carioca de Geografia**, Rio de Janeiro, ano XXV, p. 61-100, 1976.

\_\_\_\_\_. **Para uma leitura o método em Karl Marx: anotações sobre a “Introdução” de 1857**. Rio de Janeiro: Cadernos do ICHF, 1990.

CEDRO, W. **O espaço de aprendizagem e a atividade de ensino: o clube da Matemática**. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

\_\_\_\_\_. **O motivo e a atividade de aprendizagem do professor de Matemática: uma perspectiva histórico-cultural**. 2008. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

CEDRO, Wellington Lima; MORAES, Silvia Pereira Gonzaga de; ROSA, Josélia Euzébio da. A atividade de ensino e o desenvolvimento do pensamento teórico em matemática. **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru, v. 16, n. 2, 2010.

CEDRO, Wellington Lima; MOURA, Manoel Oriosvaldo. Uma perspectiva histórico-cultural para o ensino de álgebra: o Clube de Matemática como espaço de aprendizagem. **Zetetiké**, Campinas, São Paulo, v. 15, n. 27, p. 37-55, jan./jun. 2007.

CENSO ESCOLAR. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/basica-censo>. Acesso em: 09 dez. 2012.

CERVANTES, Patrícia de Barros Monteiro. **Uma formação continuada sobre as frações**. 2011. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Bandeirante de São Paulo, São Paulo, 2011.

CORRÊA, Cirlei Marieta de Sena. **Rede de pesca: um elemento mediador para o ensino de geometria**. 2000. 172p. Dissertação (Mestrado em Educação) - Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

COSTA, Lair de Queiroz. **Um jogo em grupos cooperativos**. Alternativa para construção do conceito de números inteiros e para a abordagem dos conteúdos: procedimentos, condutas e normas. 2003. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

COSTA, Silvia Janine Rodrigues da. **Aprendizagem matemática do cotidiano: estratégias de ação no jogo de bola de gude**. 2011. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI -, Itajaí, 2011.

CURI, Eda. **Formação de professores polivalentes: conhecimentos para ensinar matemática, crenças e atitudes que interferem na constituição desses conhecimentos.** 2004. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2004.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. Considerações sobre o ensino atual da matemática. **Cuadernos de investigación e formación en educación matemática**, n. 7, año 6, p. p. 219-224, 2011.

\_\_\_\_\_. **Etnomatemática** – elo entre as tradições e a modernidade. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

DAMICO, Alecio. **Uma investigação sobre a formação inicial de professores de matemática para o ensino de números racionais no Ensino Fundamental.** 2007. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.

DAVYDOV, V. V. Il problema della generalizzazione e del concetto nella teoria di Vygotsky. Tradução de José Carlos Libâneo. **Studi di Psicologia dell'Educazione**, vol. 1, 2, 3, Roma, 1997.

\_\_\_\_\_. Problems of developmental teaching – The experience of theoretical and experimental psychological research. **Soviet Education**, v. XXX, n. 8, ago. 1988.

\_\_\_\_\_. **Tipos de generalización en la enseñanza.** Habana: Editorial Pueblo y Educación. 1982.

\_\_\_\_\_. Uma nova abordagem para a investigação da estrutura e do conteúdo da atividade. In: HEDEGARD, Mariane; e JENSEN, UffeJull. **Activity theory and social practice: cultural-historical approaches.** Aarhus (Dinamarca): Aarhus University Press, 1999.

DEMARTINI, Idite Terezinha. **Refletindo sobre a formação do conceito de número racional na forma fracionária.** 2009. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2009.

DESLAURIES, J.; KÉRISIT, M. O dilema de pesquisa qualitativa. In: **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos.** Trad. de Ana Cristina Nasser. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

DIAS, M. S. **Formação da imagem conceitual da reta real: um estudo do desenvolvimento do conceito na perspectiva lógico-histórica.** 2007. 252f. Tese (Doutorado em Educação: Ensino de Ciências e Matemática) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

DIAS, Oni Maria Cezimbra. **A formação, as práticas e as atitudes de professores de matemática bem sucedidos.** 2001. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2001.

DUARTE, Newton. A teoria da atividade como uma abordagem para a pesquisa em educação. **Perspectiva**, Florianópolis, v. 20, n. 2, p. 279-301, jul./dez. 2002.

FABRÍCIO, Anelise Diehl. **O ensino da Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental: concepções e práticas docentes.** 2006. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

FERIGOLO, Claudia Suzana. **Contribuições da acentuação do pensamento no desenvolvimento e aprimoramento da habilidade em medir comprimentos e superfícies.** 2007. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

FERNANDES, F. M. B. Considerações metodológicas sobre a técnica da observação participante. In: MATTOS, R. A.; BAPTISTA, T. W. F. **Caminhos para análise das políticas de saúde**. 2011. Disponível em: [www.ims.uerj.br/ccaps](http://www.ims.uerj.br/ccaps).

FERRARI, Alessandra Hissa. **O senso numérico da criança: formação e características**. 2008. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008.

FIorentini, Dario. A pesquisa e as práticas de formação de professores de matemática em face das políticas públicas no Brasil. **Boletim de Educação Matemática** [en línea] 2008, 21 (Sinmes): [data de consulta: 6 de maio de 2012] Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=291221870004>

\_\_\_\_\_. **Rumos da pesquisa brasileira em educação matemática: o caso da produção científica em cursos de pós-graduação**. 1994. (301+113)p. (Doutorado em Educação: Metodologia de Ensino) - Faculdade de Educação, Unicamp, Campinas, 1994.

FIorentini, Dario; CRECCI, Vanessa Moreira. Práticas de desenvolvimento profissional sob a perspectiva dos professores. **Diversa Prática**, v. Especial de Lançamento, 2º sem./2012, p. 65-76. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/diversapratica/article/view/19781/10590>. Acesso em: jan. 2013.

FIorentini, Dario; LORENZATO, Sergio. **Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos e metodológicos**. 2. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2007.

FRANÇA, Michele Viana Debus de. **Conceitos de álgebra linear: uma abordagem envolvendo geometria dinâmica**. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.

FREIRE, Raquel Santiago. **Desenvolvimento de conceitos algébricos por professores dos anos iniciais do ensino fundamental**. 2011. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

FREITAS, R. A. M. M. Organização do ensino na escola contemporânea - contribuições da Teoria Histórico-Cultural. Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade, 2009, UFS Campus Itabaiana - Se. **Anais. III COLÓQUIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE**, 2009.

GOIÂNIA, Secretaria Municipal de Educação. **Proposta Política-Pedagógica para a Educação Fundamental da Infância e da Adolescência**. Goiânia, 2011.

GOMES, Maristela Gonçalves. **Obstáculos na Aprendizagem Matemática: identificação e busca de superação nos cursos de formação de professores das séries iniciais**. 2006. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

GUIMARÃES, Sheila Denize. **A prática regular de cálculo mental para ampliação e construção de novas estratégias de cálculo por alunos do 4º e 5º ano do Ensino Fundamental**. 2009. Tese (Doutorado em Educação) - Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2009.

HAIASHIDA, Keila Andrade. **Contribuição dos jogos na formação do conceito de número - estudo de caso**. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

HEDEGAARD, Mariane; CHAIKIN Seth. **Radical-Local Teaching and Learning. A cultural-historical approach**. Aarhus (Dinamarca): Aarhus University Press, 2005.

JACCOUD, Myléne; MAYER, Robert. A observação direta e a pesquisa qualitativa. In: **A pesquisa qualitativa enfoques epistemológicos e metodológicos**. Trad. de Ana Cristina Nasser. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

LACANALLO, Luciana Figueiredo. **O jogo no ensino da matemática: contribuições para o desenvolvimento do pensamento teórico**. 2011. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2011.

LEDUR, Berenice Schwan. **Arte no ensino de geometria: repercussões na aprendizagem**. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

LEITE, Elvira Maria Alvarez. **A ruptura com a lógica transmissiva e a construção de novas práticas pedagógicas no ensino de Matemática**. 2002. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

LEONTIEV, A. N. El marxismo e la ciencia psicológica. In: LEONTIEV, A. N. **Actividad, conciencia, personalidad**. Ciudad de la Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1983.

\_\_\_\_\_. Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. In: **Vygotsky, Luria, Leontiev. Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo: Ícone, 1988.

LIBÂNEO, José Carlos. A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a teoria histórico-cultural da atividade e a contribuição de Vasili Davydov. **Rev. Bras. Educ.**, Rio de Janeiro, n. 27, Dec. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo>. Acesso em: jan. de 2011.

\_\_\_\_\_. Didática como campo investigativo e disciplinar na formação de professores no Brasil. In: OLIVEIRA, Maria Rita N. S.; PACHECO, José Augusto (Orgs.). **Currículo didática e formação de professores**. Campinas: Papirus, 2013. p. 131-166.

\_\_\_\_\_. Diretrizes curriculares da pedagogia: imprecisões teóricas e concepção estreita da formação profissional de educadores. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 27, n. 96 – Especial, p. 843-876, out. 2006. Disponível em: <http://www.cedes.unicamp.br>. Acesso em: fev. 2011.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia e pedagogos para quê?** 8. ed. São Paulo: Cortez, 2005.

\_\_\_\_\_; FREITAS, R. A. M. M. Vygotsky, Leontiev, Davídov contribuições da teoria histórico-cultural para a didática. In: SILVA, C. C.; SUANNO, M. V. R. (Orgs.). **Didática e interfaces**. 1. ed. Rio de Janeiro/Goiânia: Deescubra, 2007. p. 39-60.

LIMA, Paulo Figueiredo. **Questões didáticas relativas a grandezas e medidas**. UFPE. Departamento de Matemática. Palestra proferida no CIE - Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, em 2007. Disponível em: <http://cie.fc.ul.pt/seminarioscie/Paulo-Figueiredo-Medida.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2011.

LIMA, Rosana Catarina Rodrigues de. **Introduzindo o conceito de Média Aritmética na 4ª série do Ensino Fundamental, usando o ambiente computacional**. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2005.

LOMPSCHER, J. Learning activity and its formation: ascending from the abstract to the concret. HEDEGAARD, M.; LOMPSCHER, J. (Eds.). **Learning activity and development**. Aarhus (Dinamarca): Aarhus University Press, 1999. p. 139-166.

LOPES, Silvio Joaquim. **A noção de infinito em livros didáticos do ensino básico**. 2011. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2011.

MADEIRA, Kristian. **O uso do software matemático geogebra na formação inicial do professor**: manifestações de constituição de ZDP na aprendizagem das funções polinomiais do terceiro grau. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Florianópolis, 2009.

MAGALHÃES, Jane Carmem. **O gráfico da forma e a formação do conceito**: um estudo de caso sobre os sólidos geométricos no Ensino Fundamental. 2011. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Fundação Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2011.

MAINARDES, Jefferson; PINO, Angel. Publicações brasileiras na perspectiva vigotskiana. **Educação & Sociedade**, Campinas, ano XXI, n. 71, jul. 2000. Acesso em: mai. de 2011.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

MEZZARROBA, Cristiane Dorst. **Problemas de lógica como motivadores no fazer matemática no sexto ano**. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

MIGUEL, José Carlos. **O ensino de matemática na perspectiva da formação de conceitos**: implicações teórico-metodológicas. 2005a. Disponível em: <http://www.inf.unioeste.br/~rogerio/Ensino-Matematica-Enfoque-Conceitos.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2012.

\_\_\_\_\_. **O processo de formação de conceitos em matemática**: implicações pedagógicas. ANPED - Caxambu, UNESP, MG, 2005b. Disponível em: <http://www.ufrjr.br/emanped/paginas/home.php?id=28>. Acesso em: fev. 2011.

MOREIRA, Herivelto; CALEFFE, Luiz Gonzaga. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. Rio de Janeiro: DP&A, 2006.

MOREIRA, Marco Antônio. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nessa área. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 1, p. 7-29, 2002.

MOREIRA, Plínio C.; DAVID, Maria M. M. S. O conhecimento matemático do professor: formação e prática docente na escola básica. **Rev. Bras. Educ.**, Rio de Janeiro, n. 28, Apr. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo>. Acesso em: 26 jan. 2013

MOURA, Manoel Oriosvaldo de. A atividade de ensino como ação formadora. In: CASTRO, Amélia D. de; MOYSÉS, Lúcia. **Aplicações de Vygotsky a educação matemática**. Campinas, SP: Papirus, 1997.

OLIVEIRA, Celina Couto de; COSTA, José Wilson da; MOREIRA, Mercia. **Ambientes informatizados de aprendizagem**: produção e avaliação de softwares educativo. Campinas, SP: Papirus, 2001.

OLIVEIRA, Glauco Reinaldo Ferreira de. **Investigação do papel das grandezas físicas na construção do conceito de volume**. 2007. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Pernambuco, João Pessoa, 2007.

OLIVEIRA, Marta K. Três questões sobre desenvolvimento conceitual. In: OLIVEIRA, Marcos B. de; OLIVERIA, Marta K. **Investigações cognitivas – conceitos, linguagem e cultura**. Porto Alegre: Artmed, 1999.

ORTEGA, Eliane Maria Vani. **A construção dos saberes dos estudantes de Pedagogia em relação à Matemática e seu ensino no decorrer da formação inicial**. 2011. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

- PATAKI, Ireni. **Geometria esférica para a formação de professores: uma proposta interdisciplinar**. 2003. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2003.
- PAVAN, Luciane Regina. **A mobilização das ideias básicas do Conceito de Função por crianças da 4ª série do Ensino Fundamental em situações-problema de estruturas aditivas e/ou multiplicativas**. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.
- PERES, Thalitta Fernandes de Carvalho. **Volume de Sólidos Geométricos – um experimento de ensino baseado na Teoria do Ensino Desenvolvimental**. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2010.
- PETROVSKI, A. **Psicologia evolutiva y pedagógica**. Moscú: Editorial Progreso, 1979.
- PIMENTA, Selma Garrido. **O estágio na formação de professores: unidade teoria e prática?** 4. ed. São Paulo: Cortez, 2001.
- PINO, Angel. **As marcas do humano: as origens da constituição cultural da criança na perspectiva de Lev S. Vigotski**. São Paulo: Cortez, 2005.
- PIRES, A. Sobre algumas questões epistemológicas de uma metodologia geral para as ciências social. In: **A pesquisa qualitativa: enfoques epidemiológicos e metodológicos**. Trad. de Ana Cristina Nasser. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.
- POUPART, Jean. A entrevista de tipo qualitativo: considerações epistemológicas, teóricas e metodológicas. In: **A pesquisa qualitativa enfoques epistemológicos e metodológicos**. Trad. de Ana Cristina Nasser. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.
- PRADO, Esther Pacheco de Almeida. **Os textos impressos para o ensino dos números inteiros na visão dos Licenciandos em Matemática**. 2008. Tese (Doutorado em Educação) - UNICAMP, Campinas, 2008.
- PRESTES, Liliane Madruga. **Repensando a formação docente quanto à abordagem dos conceitos de Número e Numeração no 1º ano do Ensino Fundamental**. 2003. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- PUNTES, Roberto Valdés; AQUINO, Orlando Fernández; QUILLICI NETO, Armindo. Profissionalização dos professores: conhecimentos, saberes e competências necessários à docência. **Educar**, Curitiba, n. 34, p. 169-184, 2009.
- QUINTILIANO, Luciane de Castro. **Relações entre os estilos cognitivos, as estratégias de solução e o desempenho dos estudantes na solução de problemas aritméticos e algébricos**. 2011. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.
- RIBEIRO, Raimunda Porfírio. **O processo de aprendizagem de professores do ensino fundamental: apropriação da habilidade de planejar situações de ensino de conceitos**. 2008. Tese (Doutorado em Educação) - CCSA, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.
- RODRIGUES, Renata Viviane Raffa. **A construção e utilização de um objeto de aprendizagem através da perspectiva lógico-histórica na formação do conceito números inteiros**. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP / Campus de Presidente Prudente, Presidente Prudente, 2009.

ROSA, Josélia Euzébio da. **O desenvolvimento de conceitos na proposta curricular de matemática do estado de Santa Catarina e na abordagem histórico-cultural: um estudo de relações.** 2006. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

\_\_\_\_\_. **Proposições de Davydov para o ensino de matemática no primeiro ano escolar: inter-relações dos sistemas de significações numéricas.** 2012. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

\_\_\_\_\_; DAMAZIO, Ademir. O ensino do conceito de número; uma leitura com base em Davydov. **Revista Iberoamericana de Educación Matemática**, n. 30, p. 81-100, jun. 2012.

ROSA, Josélia Euzébio da; SOARES, Maria Tereza Carneiro; DAMAZIO, Ademir. Conceito de número no sistema de ensino de Davydov. In: **XIII CIAEM – IACME**. Recife, 2011.

ROSA, Viviane Mendonça Gomides. **Aprendizagem da equação de 2º Grau: uma análise de utilização da teoria o Ensino Desenvolvidor.** Goiânia, 2009. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2009.

SANT'ANNA, Neide da Fonseca Parracho. **Aplicação da Teoria de Van Hiele no acompanhamento da mudança curricular no ensino no Colégio Pedro II.** 2001. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

SANTOS, Maristela Pereira dos. **Educação continuada do professor de Matemática: uma investigação sobre grupo de estudos no coletivo escolar.** 2011. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - UNIBAN, São Paulo, 2011.

SFORNI, Marta Sueli de Faria. **O que a organização do ensino de conceitos revela sobre a qualidade da aprendizagem?** In: I ENCONTRO PARANAENSE DE PSICOPEDAGOGIA. ABP PPR - 2003.

SHULMAN, L. S. Conocimiento y enseñanza: fundamentos de la nueva reforma. Profesorado. **Revista de Currículum y formación del profesorado**, v. 9, n. 2, p. 1-30, 2005. Disponível em: <<http://www.ugr.es/~recfpro/Rev92.html>>. Acesso em: 10 mar. 2012.

SILVA, Flávia Gonçalves da. **Os conceitos de Vigotski no Brasil: uma análise da produção divulgada nos cadernos de pesquisa.** 2003. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2003.

\_\_\_\_\_; DAVIS, Cláudia. Conceitos de Vygotsky no Brasil: produção divulgada nos Cadernos de Pesquisa. **Caderno de Pesquisa**, v. 34, n. 123, 2004.

SOARES, Elenir Terezinha Paluch. **Práticas de apropriação da matemática moderna na Licenciatura.** 2008. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2008.

SOARES, Fernanda Chaves Cavalcante. **O ensino desenvolvimental e a aprendizagem de Matemática na primeira fase do Ensino Fundamental.** 2007. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2007.

TENÓRIO, Valdemir de Oliveira. **O lúdico no processo de ensino - aprendizagem dos conceitos matemáticos nas séries iniciais do Ensino Fundamental no município de Humaitá-AM.** 2010. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Amazonas, 2010.

TORRES, Ana Cristina Paes Leme Giffoni Cilião. **O processo de formação de conceitos e a configuração das mediações pedagógicas: a voz de professores de curso de formação docente.** 2010. Tese (Doutorado em Psicologia da Educação) - FEUSP, São Paulo, 2010.

VALERIANO, Wérica Pricilla de Oliveira. **Uma análise da influencia da realização da Prova Brasil na atividade pedagógica de professores que ensinam matemática nos anos iniciais**. 2012. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências Matemática) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, 2012.

VASCONCELOS, Cheila Francett Bezerra Silva. **A (re) construção do conceito de dividir na formação dos professores: o uso do jogo como recurso metodológico**. 2008. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2008.

VASCONCELOS, Mônica. **O ensino de geometria nas séries iniciais: a aprendizagem dos alunos da 4ª série e o ponto de vista dos professores**. Trabalho apresentado na ANPED, 2005.

VIGOTSKI, Lev S. Manuscrito de 1929. **Educação e Sociedade**, Campinas, São Paulo, v. 21, n. 71, p. 21-44, 2000.

\_\_\_\_\_. **Obras escogidas II**. Madrid: Visor, 1982.

VYGOTSKI, Lev Semenovich. **A construção do pensamento e da linguagem**. 2. ed. Trad. de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

\_\_\_\_\_. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

\_\_\_\_\_. **Obras escogidas II**. Madrid: Visor, 1993.

\_\_\_\_\_. **Obras escogidas II: Incluye Pensamiento y Lenguaje, Conferencias sobre Psicología**. Madrid, Visor Distribuciones, 483p. Disponível em: <http://www.taringa.net/perfil/vygotsky>. Acesso em: jan. /2012a.

\_\_\_\_\_. **Obras escogidas III**. Madrid: Visor 1995.

\_\_\_\_\_. **Obras escogidas III: Incluye Problemas del Desarrollo de la Psique**. Madrid: Visor Distribuciones, 1995. 382p. Disponível em: <http://www.taringa.net/perfil/vygotsky>. Acesso em: jan. 2012b.

\_\_\_\_\_. **Pensamiento y habla**. Trad. de Alejandro Ariel Gonzáles. Buenos Aires: Colihue, 2007.

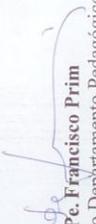
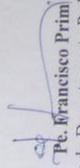
\_\_\_\_\_. **Psicologia pedagógica**. Trad. de Paulo Bezerra. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2004.

WASELFISZ, Julio Jacobo. **O ensino das Ciências no Brasil e o PISA**. Sangari do Brasil, 2009. Disponível em: <http://cms.sangari.com/midias/2/36.pdf>. Acesso em 18 jan. 2011.

YOSHIDA, Fabiana Junko. **O limite - buscando caminhos**. 2002. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

## **ANEXOS**

## Anexo 01 – Autorização da Secretaria Municipal de Educação indicando as escolas campo da pesquisa

|  |  |
|--|--|
| <p><br/>           PREFEITURA DE GOIÂNIA<br/>           SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO<br/>           DEPARTAMENTO PEDAGÓGICO</p> <p><b>Ofício Nº. 171/2012 – DEPE</b></p> <p>Goiânia, 07 de agosto de 2012.</p> <p>Prezado Senhor,</p> <p>Em resposta à solicitação de Vossa Senhoria, vimos informar que autorizamos o acesso da aluna <b>Valdivina Alves Ferreira</b>, nas Escolas Municipais Francisco Bibiano de Carvalho, Laurindo Sobreira do Amaral e Maria Araújo de Freitas, para realizar a pesquisa intitulada <i>Concepções de Professores de Matemática sobre formação de Conceitos pelos Alunos</i>, como parte das atividades de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Educação da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, sob sua orientação.</p> <p>Esclarecemos que este Departamento entrou em contato com as Unidades Escolares, informando sobre a referida atividade. Porém, recomendamos que a realização do trabalho seja precedida de contato telefônico e/ou visita às escolas, para agendamento das atividades.</p> <p>Sem mais para o momento, subscrevemo-nos.</p> <p>Atenciosamente,</p> <p><br/> <b>Pe. Francisco Prim</b><br/>           Diretor do Departamento Pedagógico</p> <p><b>Prof. Michelle Ribeiro dos Santos Silva</b><br/>           Chefe da Divisão de Educação Fundamental<br/>           da Infância e da Adolescência</p> <p>Ilma. Sra.<br/> <b>Raquel Aparecida Marra de Madeira Freitas</b><br/>           Orientadora do curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Educação<br/>           Pontifícia Universidade Católica de Goiás<br/>           Nesta</p> | <p><br/>           PREFEITURA DE GOIÂNIA<br/>           SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO<br/>           DEPARTAMENTO PEDAGÓGICO</p> <p><b>Ofício Nº. 171/2012 – DEPE</b></p> <p>Goiânia, 24 de agosto de 2012.</p> <p>Prezada Senhora,</p> <p>Em resposta à solicitação de Vossa Senhoria, informamos que foi autorizado o acesso da aluna <b>Valdivina Alves Ferreira</b>, nas Escolas Municipais, Jardim América, Manoel José de Oliveira, Pedro Ciriaco de Oliveira, Nádál Sfredo, Wilmar da Silva Guimarães e Educandário Eurípedes Barsamulfo, para realizar a pesquisa intitulada <i>Concepções de Professores de Matemática sobre formação de Conceitos pelos Alunos</i>, como parte das atividades de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Educação da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, sob sua orientação.</p> <p>Esclarecemos que este Departamento entrou em contato com as Unidades Escolares, informando sobre a referida atividade. Porém, recomendamos que a realização do trabalho seja precedida de contato telefônico e/ou visita às escolas, para agendamento.</p> <p>Sem mais para o momento, subscrevemo-nos.</p> <p>Atenciosamente,</p> <p><br/> <b>Pe. Francisco Prim</b><br/>           Diretor do Departamento Pedagógico</p> <p><b>Prof. Michelle Ribeiro dos Santos Silva</b><br/>           Chefe da Divisão de Educação Fundamental<br/>           da Infância e da Adolescência</p> <p>Ilma. Sra.<br/> <b>Raquel Aparecida Marra de Madeira Freitas</b><br/>           Orientadora do curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Educação<br/>           Pontifícia Universidade Católica de Goiás<br/>           Nesta</p> |
|--|--|

Anexo 02 – Termo de Consentimento como Sujeito da Pesquisa

**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**

**CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO**

Eu, \_\_\_\_\_, RG nº \_\_\_\_\_  
CPF nº \_\_\_\_\_ abaixo assinado, concordo em participar da Pesquisa  
“Concepções de Professores de Matemática sobre Formação de Conceitos pelos alunos”,  
como sujeito. Fui devidamente informado e esclarecido pela pesquisadora Valdivina Alves  
Ferreira sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e  
benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido o sigilo das informações e  
que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer  
penalidade ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento.

Local e data: Goiânia – Goiás, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2012.

Nome: \_\_\_\_\_

Assinatura do sujeito ou responsável: \_\_\_\_\_

**Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite  
do sujeito em particular.**

Testemunhas (não ligada à equipe de pesquisadores):

Nome: \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

**Anexo 03 – Declaração de Autorização para Gravação em Áudio e Vídeo****DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO PARA GRAVAÇÃO EM ÁUDIO E VÍDEO**

Para fins de cumprimento das exigências da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP/MS), eu, \_\_\_\_\_, C. I. nº \_\_\_\_\_, autorizo a gravação em áudio e vídeo, durante a coleta de dados da pesquisa intitulada “Concepções de Professores de Matemática sobre Formação de Conceitos pelos Alunos”, realizada pelo(a) pesquisador(a) Valdivina Alves Ferreira, CI número 1255772 - SPTCI - GO, sob orientação da Prof.<sup>a</sup>. Doutora Raquel Aparecida Marra da Madeira Freitas, C I número 1.251898 – SSP – GO.

---

Assinatura

Goiânia, 26 de novembro de 2012

**Anexo 04** - Roteiro de entrevista semiestruturada com o professor.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
DOUTORADO EM EDUCAÇÃO  
PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS

Projeto de Pesquisa “Concepções de Professores de Matemática sobre Formação de Conceitos pelos alunos”

**ROTEIRO DE ENTREVISTA PARA PROFESSOR (A)**

- 1 - Poderia informar-me qual é sua formação profissional (curso de graduação, de pós-graduação, formação continuada, etc.)?
- 2 - Há quanto tempo atua como docente? E especificamente no ensino fundamental?
- 3 - Quando iniciou sua atividade nesta Unidade Escolar?
- 4 - Poderia falar-me sobre o contexto dessa unidade e de que forma influencia na sua atividade de ensino? Que outros fatores considera que interferem?
- 5 - Em que referências pedagógicas você busca fundamentar sua prática pedagógica?
- 6 - Como concretiza essa referência no planejamento e organização do ensino, particularmente do ensino de matemática? Poderia exemplificar?
- 7 - Poderia falar sobre sua compreensão acerca do que é um “conceito”? Como chegou a essa compreensão?
- 8 - Qual forma considera ser a melhor para que seu aluno aprenda um conceito?
- 9 - Poderia descrever que “caminho didático” segue para organizar o ensino de um conceito?
- 10 - Dentre os conceitos da matemática está o de quantidade (ou magnitude). Poderia descrever como compreende esse conceito e a partir de que referências?
- 11 - Como ensina esse conceito aos seus alunos?
- 12 - Que mudanças identifica no pensamento e nas práticas dos alunos quando eles aprendem este conceito?
- 13 - Quando percebe que o aluno não está aprendendo, de que forma lida com essa situação? O que procura fazer?

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
DOUTORADO EM EDUCAÇÃO  
PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS

Projeto de Pesquisa “Concepções de Professores de Matemática sobre Formação de Conceitos pelos alunos”

ROTEIRO DE OBSERVAÇÃO EM SALA DE AULA

1 – Contexto de sala de aula

6. Relacionamento entre alunos, entre alunos e professor.
7. Comportamento dos alunos durante a aula: interesse, cumprimento de regras, cortesia;
8. Temas levantados pelos alunos, referente ao conteúdo tratado;
9. Exposições: fatos do contexto sócio-cultural, relato de experiência sobre o conteúdo tratado;
10. Diálogos: depoimento dos alunos sobre o assunto da aula, interlocução do professor;
11. Condições materiais necessárias à realização da aula
12. Outros.

2 – Ações de ensino do professor

13. Organização do espaço escolar para o ensino de quantidade;
14. Formas utilizadas para interagir com os alunos;
15. Organização dos meios de ensino para influenciar no desejo do aluno
16. Qual a tarefa proposta pelo professor para o ensino do conceito de quantidade;
17. Mediação didática: instrumentos utilizados para o professor se colocar entre o aluno e o conhecimento a ser apreendido;
18. Procedimentos e recursos utilizados para manter o interesse do aluno na atividade de aprendizagem;
19. Materiais didáticos utilizados;
20. Presença / ausência das condições materiais necessárias para a aula.

Anexo 05 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO  
Resolução nº 196/96 – Conselho Nacional de Saúde**

Você está sendo convidado (a) a participar, como voluntário, em uma pesquisa. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine o final deste documento, que está em duas vias. Uma via é sua e a outra é da pesquisadora responsável. Em caso de recusa, o senhor (a) não participará da pesquisa e não será passível de nenhum tipo de pena ou prejuízo.

**INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:**

Título: Concepções de Professores de Matemática sobre Formação de Conceitos pelos alunos.

**Pesquisador Responsável:** as responsáveis pela pesquisa são a Doutoranda Valdivina Alves Ferreira e sua orientadora, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Raquel Aparecida Marra da Madeira Freitas. A pesquisa é para tese de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Educação (mestrado e doutorado) da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás). Os telefones para contato são: (62) 8111-9723 e (62) 3609-9903 e (62) 8501- ou e-mail: gerraa@uol.com.br e valdivina5784@hotmail.com. As pesquisadoras poderão ser contatadas a qualquer momento, antes, durante e após a realização da pesquisa, para tirar dúvidas e prestar esclarecimentos, mesmo em ligações a cobrar. Poderá ser contatado o Comitê de Ética em Pesquisa da PUC - Goiás, pelo telefone (62) 3946-1512, caso o sujeito envolvido na pesquisa sinta-se prejudicado ou lesado.

**Objetivo da pesquisa:**

O objetivo geral da pesquisa consiste em investigar que concepção apresenta o professor que atua nos anos iniciais do Ensino Fundamental acerca do processo de formação de conceitos e analisar as relações dessa concepção para sua prática pedagógica e a aprendizagem dos alunos.

**Descrição da participação dos sujeitos na pesquisa:**

Os professores (que atuam do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental) das escolas autorizadas serão convidados a participar da investigação empírica durante a observação e respondendo a perguntas durante a realização de entrevistas que ocorrerão nas referidas Unidades Escolares: A, B, C, D, E, F, G. O tipo de entrevista a ser utilizado é a entrevista semi-estruturada. As perguntas elaboradas para a entrevista terão como foco o registro da percepção dos professores sobre a organização do ensino de quantidades [magnitude] tendo em vista a aprendizagem dos alunos sobre esse conteúdo. Será feita ainda observação em sala de aula,

tendo como roteiro de observação o contexto da sala de aula e as ações de ensino do professor.

#### **Esclarecimentos dos riscos e benefícios:**

##### **Professores**

Durante a realização da pesquisa empírica, o professor será acompanhado pela pesquisadora. Os riscos relacionados à participação dos professores são mínimos, podendo apenas provocar um cansaço comum ao se dedicar ao conteúdo das respostas requeridas durante a realização das entrevistas.

Quanto aos benefícios, espera-se que os dados obtidos com a participação dos professores proporcionem uma melhor compreensão dos mesmos sobre a organização do ensino firmada na Teoria do Ensino Desenvolvimental e o aumento do conhecimento científico para a área da educação. Outro benefício decorrente de sua participação e de sua colaboração, é a possibilidade de também se apropriar e aprofundar nas contribuições de Davydov sobre a organização do ensino de magnitude e da docência, pondo em prática os princípios da Teoria do Ensino Desenvolvimental. Espera-se também que os professores tenham a oportunidade de compreender o processo de formação de conceitos e em particular o conceito de magnitude.

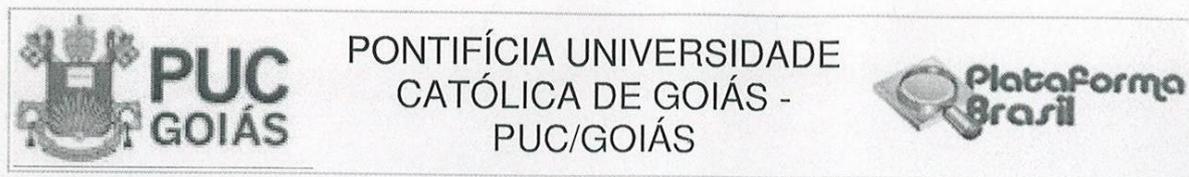
##### **Outros esclarecimentos:**

- Os materiais e dados obtidos na coleta de dados não serão utilizados para fins alheios a esta pesquisa e os resultados poderão ser divulgados em eventos e/ou revistas científicas. Somente a pesquisadora e a orientadora terão acesso ao material, resguardando-se totalmente a confidencialidade da identidade dos sujeitos e sua privacidade;
- os conteúdos serão gravados em áudio e vídeo e serão realizadas com autorização expressa do participante e servirão para análise posterior.
- Os usos das informações e os dados obtidos nas observações e filmagens dos professores durante as entrevistas, estão submetidos às normas éticas destinadas à pesquisa envolvendo seres humanos, da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) do Conselho Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde;
- Quanto à destinação do material coletado para a pesquisa, este será destruído e descartado após 6 (seis) meses da defesa da tese, que está prevista para agosto de 2013;
- não haverá nenhuma Indenização ou Ressarcimento decorrentes da participação do sujeito na pesquisa.

Pesquisadora: Valdivina Alves Ferreira

Assinatura da pesquisadora: \_\_\_\_\_

Goiânia - GO, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2012.

**Anexo 06 – Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa****PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** CONCEPÇÕES DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA SOBRE FORMAÇÃO DE CONCEITOS PELOS ALUNOS

**Pesquisador:** Valdivina Alves Ferreira

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 08014612.1.0000.0037

**Instituição Proponente:** Pontifícia Universidade Católica de Goiás - PUC/Goiás

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 166.849

**Data da Relatoria:** 05/12/2012

**Apresentação do Projeto:**

Trata-se de Tese de Doutorado que tem como Orientadora a Dr<sup>a</sup>. Raquel Aparecida Marra da Madeira Freitas (PUC Goiás) e como orientanda Valdivina Alves Ferreira (PUC Goiás). Em geral, o projeto de pesquisa está bem instruído e fundamentado teoricamente. Os dados oficiais sobre a avaliação do sistema de ensino, divulgados pelo governo, mostram que um grande número de alunos chega à segunda etapa do Ensino Fundamental apresentando várias

dificuldades em relação aos objetivos da primeira etapa. A investigação se dará por meio da pesquisa bibliográfica e de campo. A questão norteadora básica é: que conhecimentos o professor que ensina matemática expressa acerca do processo formação de conceitos pelo aluno na aprendizagem escolar, particularmente o conceito de "magnitude" nos anos iniciais do Ensino Fundamental? O referencial teórico será pautado nas bases teóricas da Teoria Histórico-Cultural com base nas pesquisas apresentadas por Vigotsky e Davydov sobre o processo de formação de conceito pelos escolares. A metodologia básica será qualitativa, com procedimentos observacionais e aplicação de roteiro de entrevista semi-estruturada. O campo de pesquisa será constituído pelo conjunto de escolas municipais da zona urbana de Goiânia, tendo como parâmetro o resultado apresentado no IDEB.

**Objetivo da Pesquisa:**

Investigar qual a concepção apresenta o professor que ensina matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental acerca do processo de formação de conceitos, particularizando essa concepção no conceito matemático de "magnitude" e analisando as relações entre essa concepção

**Endereço:** Av. Universitária, N.º 1.069

**Bairro:** Setor Universitário

**CEP:** 74.605-010

**UF:** GO

**Município:** GOIANIA

**Telefone:** (62)3946-1512

**Fax:** (62)3946-1070

**E-mail:** cep@pucgoias.edu.br



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE  
CATÓLICA DE GOIÁS -  
PUC/GOIÁS



e sua prática pedagógica.

74.605

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

São apresentados e pertinentes ao projeto. Houve correção de pendência.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Estudo com relevância científica, bem delineado e que poderá trazer contribuições ao ensino fundamental. São apresentadas a folha de rosto e declarações devidamente assinadas pelo envolvidos. A pesquisa atende a linha de pesquisa da orientadora e os currículos lattes são adequadamente apresentados.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Em geral, os termos de apresentação obrigatória são adequados e bem utilizados. O TCLE está bem redigido, sendo realizadas as alterações solicitadas.

**Recomendações:**

Sem recomendações. As pendências foram respondidas adequadamente.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Aprovado

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Após avaliação pelo colegiado este CEP considera que não existem pendências no projeto e que este está Aprovado.

Lembramos que é obrigatório a apresentação do relatório final após a conclusão do projeto.

GOIANIA, 10 de Dezembro de 2012

---

**Assinador por:**  
**Dwain Phillip Santee**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Av. Universitária, N.º 1.069

**Bairro:** Setor Universitário

**CEP:** 74.605-010

**UF:** GO

**Município:** GOIANIA

**Telefone:** (62)3946-1512

**Fax:** (62)3946-1070

**E-mail:** cep@pucgoias.edu.br

