

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO: MESTRADO
Área de Concentração: Aprendizagem e Ação Docente

APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE VOLUME E O
DESENVOLVIMENTO INTELECTUAL: UMA EXPERIÊNCIA NO
ENSINO FUNDAMENTAL

VERA LÚCIA GOUVÊA DE CAMARGO RODRIGUES

MARINGÁ
2006

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO: MESTRADO
Área de Concentração: Aprendizagem e Ação Docente

**APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE VOLUME E O DESENVOLVIMENTO
INTELECTUAL: UMA EXPERIÊNCIA NO ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação apresentada por Vera Lúcia Gouvêa de Camargo Rodrigues, ao Programa de Pós-graduação em Educação, Área de Concentração: Aprendizagem e Ação Docente, da Universidade Estadual de Maringá, como um dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação.

Orientador (a):
Prof.^(a). Dr.^(a): MARTA SUELI DE FARIA
SFORNI

MARINGÁ
2006

VERA LÚCIA GOUVÊA DE CAMARGO RODRIGUES

**APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE VOLUME E O DESENVOLVIMENTO
INTELLECTUAL: UMA EXPERIÊNCIA NO ENSINO FUNDAMENRAL**

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Marta Sueli de Faria Sforini – UEM

Prof. Dr. Manoel Oriosvaldo de Moura – USP

Prof.^a Dr.^a Áurea Maria Paes Leme Goulart - UEM

Data de Aprovação: 20 / março /2006.

Aos meus queridos filhos, Alfredo, Augusto, Angela e Ana Claudia e ao meu marido Aristides que foram a maior inspiração para a realização deste trabalho.

Agradecimentos

À Professora Dr.^a Marta Sueli de Faria Sforzi, por ter orientado este trabalho com dedicação e competência. Apontando caminhos, valorizando as ações empreendidas, contribuindo para meu crescimento pessoal e formação profissional.

À professora e aos seus alunos, que possibilitaram a realização dessa pesquisa.

Aos Professores, Dr. Manoel Orosvaldo de Moura, Dr.^a Áurea Maria Paes Leme Goulart e Dr.^a Maria Terezinha Bellanda Galuch, pela preciosa colaboração no momento do Exame de Qualificação.

À Ana Claudia, por sua especial dedicação nas videogravações, sem as quais, nosso trabalho não teria a mesma qualidade.

Às queridas amigas, Angela, Lucy e Maria Angela, por compartilharem esses momentos de conquista.

Ao meu pai, Hélio, que sempre apoiou minha caminhada.

À minha irmã, Vera Alice, pelas conversas sobre os encaminhamentos da pesquisa.

Aos meus filhos e marido, que souberam compreender minha ausência, apoiando, facilitando o caminho percorrido, comemorando juntos as vitórias e alegrias.

À Universidade Estadual de Maringá.

RODRIGUES, Vera Lúcia Gouvêa de Camargo. 167 f. APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE VOLUME E O DESENVOLVIMENTO INTELECTUAL: UMA EXPERIÊNCIA NO ENSINO FUNDAMENTAL. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Maringá. Orientadora: Prof^a. Dr.^a Marta Sueli de Faria Sforzi. Maringá, 2006.

RESUMO

O baixo desempenho dos estudantes na resolução de atividades que envolvem conceitos básicos de Matemática tem sido demonstrado por pesquisas acadêmicas e por avaliações governamentais. Essa situação nos levou a refletir sobre o processo de ensino e aprendizagem conceitual nessa área do conhecimento, buscando identificar elementos que possam orientar o ensino no sentido de propiciar uma efetiva aprendizagem. Com essa finalidade buscamos suporte teórico na Abordagem Histórico Cultural e na Teoria da Atividade de Leontiev. De acordo com esses referenciais a apropriação de conceitos contribui para o desenvolvimento psíquico dos sujeitos. Com a intenção de investigar a relação entre a aprendizagem de conceitos matemáticos e o desenvolvimento dos estudantes, elaboramos e analisamos atividades de ensino e de aprendizagem do conceito de volume em uma turma de 3^a série do ensino fundamental. Para a coleta de dados utilizamos observações, registros de atividades e videogravações. As atividades de ensino organizadas e desenvolvidas nos permitiram observar que as ações das crianças são reveladoras do seu desenvolvimento intelectual na medida em que evidenciam a utilização dos conceitos geométricos como instrumentos orientadores na busca de soluções diante de situações desafiadoras. Quando isso ocorre, uma nova relação entre sujeito e objeto se estabelece, o educando deixa de agir por tentativa e erro ou repetição de procedimentos sem compreensão e suas ações passam a ser permeadas pela reflexão e análise.

Palavras-chave: Teoria da Atividade. Conceitos científicos. Volume. Aprendizagem. Atividade de Ensino.

RODRIGUES, Vera Lúcia Gouvêa de Camargo. 167 F. LEARNING OF THE CONCEPT OF VOLUME AND THE INTELLECTUAL DEVELOPMENT: AN EXPERIENCE IN THE FUNDAMENTAL TEACHING. Dissertation (Master in Education) - State University of Maringá. Supervisor: Prof^a. Dr.^a Marta Sueli de Faria Sforzi. Maringá, 2006.

ABSTRACT

The low development of students to solve problems that involves basic Mathematics concepts has been demonstrated through academic researches and for governmental evaluations. This situation led us to reflect about the teaching process and conceptual learning in this field of knowledge, in order to identify elements which could guide the teaching proporcionating an effective learning. Therefore, the objective was to search theoretical supporting in Cultural Historic Approach and also by Leontiev's Activity Theory. According to these references the appropriation of concepts contributes for intellectual development of subjects. Then, intending to investigate the relation between mathematics concepts of learning and the students' development, teaching and of learning activities concerning the concept of volume we elaborated and analysed in a classroom of middle school third graders. Data collection we realized through observations, activities register and video records. The organized and developed teaching activities allowed to observe that the children's actions are more revealed in their intellectual development as they put in evidence the utilization of geometric concepts, such as guiding instruments in order to get solutions when facing chalanges. Thus, when this occurs, a new relation between subject and object is established, the student stops acting through tentative and mistake or repetition of procedures without comprehension; his actions become permeated by the reflection and analysis.

Key words: Theory of the Activity. Scientific concepts. Volume. Learning. Activity of Teaching.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	INICIANDO UMA ATIVIDADE DE PESQUISA	16
2.1	O problema: o cenário da aprendizagem matemática no Brasil	16
2.2	O objeto: a aprendizagem conceitual	38
3	PRIMEIRA AÇÃO: COMPREENDENDO O PROCESSO DE APRENDIZAGEM	42
3.1	Situando a Abordagem Histórico-Cultural e a Teoria da Atividade	42
3.2	Desenvolvimento das funções psíquicas superiores e o papel da educação	49
3.2.1	O desenvolvimento psíquico no plano filogenético.....	52
3.2.2	O desenvolvimento das funções psíquicas no plano ontogenético	55
3.2.3	O papel da educação escolar.....	58
3.3	Aprendizagem conceitual segundo a Abordagem Histórico-Cultural	60
3.4	A atividade do sujeito na apropriação do conhecimento	74
4	SEGUNDA AÇÃO: COMPREENDENDO O OBJETO DA APRENDIZAGEM	79
4.1	A natureza do conhecimento matemático	79
4.2	Os conceitos geométricos como instrumentos da atividade humana	81
4.3	O conceito de volume em particular	92
5	TERCEIRA AÇÃO: DIRECIONANDO O OLHAR PARA A SALA DE AULA	96
5.1	Procedimentos metodológicos na realização da pesquisa-ação	96
5.2	Atividades orientadoras.....	106
5.2.1	Quadrados quebrados.....	106
5.2.2	Montagem do Jogo de Memória.....	115
5.2.3	Confeccionando a caixinha para o Jogo de Memória.....	119

5.2.4 O conceito de volume em paralelepípedos	130
5.2.5 História da Geometria e os instrumentos utilizados pelo homem em suas construções: o que precisamos para confeccionar tijolos?	143
CONSIDERAÇÕES FINAIS	157
REFERÊNCIAS	162

LISTA DE TABELAS, GRÁFICOS, QUADROS E FIGURAS

Quadro 01: Construção de competências e desenvolvimento de habilidades na resolução de problemas em cada um dos estágios para a 4ª série do ensino fundamental	17
Tabela 01: Percentual de alunos da 4ª série do ensino fundamental por estágio de construção de competências em Matemática (2001)....	18
Tabela 02: Percentual de alunos da 4ª série do ensino fundamental por estágio de construção de competências em Matemática (2001 e 2003)	18
Tabela 03: Percentual de alunos da 4ª série do ensino fundamental com desempenho muito crítico e adequado por rede de ensino.....	19
Gráfico 01: Média de desempenho em Matemática na 4ª série do ensino fundamental por rede de ensino.	19
Quadro 02: Esquema esboçado por Garnier, Berdnarz e Ulanovskaya.....	48
Quadro 03: Representação da atividade mediada	56
Quadro 04: Cartela apresentada à criança	65
Quadro 05: Cartela preenchida pela criança.....	65
Quadro 06: Série apresentada para a criança:	66
Quadro 07: Continuidade da série realizada pela criança.....	66
Quadro 08: Amontoados diferentes.....	66
Quadro 09: Série de peças apresentada à criança	68
Quadro 10: Cadeia de peças apresentadas pela criança.	68
Gráfico 02: Número de alunos em função da faixa etária	104
Gráfico 03: Dificuldades apontadas pelas crianças no seu desenvolvimento ..	105
Gráfico 04: Afinidade apontada pelas crianças em relação à Matemática	105
Figura 01: Envelope nº. 1 do jogo: <i>Quadrados Quebrados</i>	110
Figura 02: Envelope nº. 2 do jogo: <i>Quadrados Quebrados</i>	110
Figura 03: Envelope nº. 3 do jogo: <i>Quadrados Quebrados</i>	110
Figura 04: Envelope nº. 4 do jogo: <i>Quadrados Quebrados</i>	111
Figura 05: Envelope nº. 5 do jogo: <i>Quadrados Quebrados</i>	111
Figura 06: Os alunos na atividade dos <i>Quadrados Quebrados</i>	112

Quadro 11: Esquema da atividade de ensino e aprendizagem: <i>Quadrados</i> <i>Quebrados</i>	114
Figura 07: Foto da Maquete: <i>Geometria na zona urbana</i>	115
Figura 08: As crianças montando o Jogo de Memória	116
Figura 09: As crianças buscando informações.....	117
Figura 10: Crianças jogando o Jogo de Memória.....	117
Figura 11: Foto do empilhamento das peças na construção da caixinha.....	120
Figura 12: A criança elaborando a planificação da caixinha	122
Figura 13: Planificação da caixa elaborada pelo Grupo 6	123
Figura 14: Planificação da caixa elaborada pelo Grupo 1	124
Figura 15: Texto coletivo “A confecção da caixa”	126
Figura 16: A caixinha construída pelas crianças para guardar o Jogo de Memória	128
Figura 17: O jogo de Memória, de figuras geométricas planas	129
Quadro 12: Esquema da atividade de ensino e aprendizagem: Jogo de Memória	130
Quadro13: Organização do grupo de trabalho	133
Quadro14: Ficha de registro utilizada.....	134
Figura 18: Texto síntese da questão proposta	138
Figura 19: O aluno verificando o volume da caixa de sapato.....	139
Figura 20: Foto da comunicação dos resultados de cada equipe	140
Quadro 15: Exemplo de operações realizadas pelas crianças.....	141
Figura 21: Registro dos resultados das equipes	141
Quadro16: Esquema da atividade de ensino e aprendizagem: Volume em paralelepípedos.....	143
Figura 22: As crianças aprendendo a dar ponto na argila.....	147
Figura 23: As crianças fabricando tijolinhos de argila	148
Figura 24: As crianças observando os tijolinhos contidos na caixa.....	150
Figura 25: As crianças montando o pacote de tijolinhos	152
Figura 26: O aluno sobrepondo o tijolinho no pacote	152
Figura 27: Peças em argila apresentadas na exposição das crianças.....	155
Quadro17: Esquema da atividade de ensino e aprendizagem: Construção dos tijolinhos	157

LISTA DE SIGLAS

Daeb	Diretoria de Avaliação da Educação Básica
Enad	Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes
Enem	Exame Nacional do Ensino Médio
Inep	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais
MEC	Ministério da Educação e Cultura
Saeb	Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica

1 INTRODUÇÃO

A Matemática oferece uma maneira de interpretar e refletir sobre o nosso meio físico. Entretanto, ao analisarmos a aprendizagem ocorrida nessa área de conhecimento não é difícil perceber que poucas vezes ela adquire a qualidade de um novo modo de interação do sujeito com a realidade. Os resultados de processos avaliativos governamentais têm revelado a precariedade do saber matemático dos estudantes do ensino fundamental, situação que provoca reflexões sobre o ensino propiciado pelas escolas.

A distância entre aquilo que a escola ensina e a modificação da forma de o aluno interagir com o mundo leva à atitude negativa de muitos alunos em relação à Matemática e em alguns casos, essa situação, de alguma forma impõe barreiras para a aprendizagem nessa área do conhecimento.

Ao mesmo tempo em que o cotidiano escolar se desvela como um cenário desanimador, teorizações em torno da educação apresentam proposições afirmativas sobre o ato de ensinar e aprender. Já ouvimos, muitas vezes, que a educação é promotora do desenvolvimento humano, que as crianças vão à escola para se apropriarem da cultura, um conjunto de conhecimentos organizados ao longo do desenvolvimento da humanidade, e, para desenvolver meios cognitivos de compreender o mundo e transformá-lo. Essa compreensão das finalidades da educação escolar é defendida por autores da Abordagem Histórico-Cultural, entre eles, Vygotsky, Luria, Leontiev e Davydov. Para eles, a educação escolar possibilita que os sujeitos se apropriem dos instrumentos simbólicos desta cultura e, nesse processo de aprendizagem, desenvolvam funções psíquicas que os constituam como sujeitos para que possam atuar, criar e intervir no universo cultural.

Nesse sentido, a aprendizagem e o ensino são considerados formas universais de desenvolvimento intelectual, pois enquanto o aluno forma conceitos científicos, se apropria de processos de pensamento e vice-versa, enquanto desenvolve ações mentais mais complexas, forma o pensamento teórico.

Considera-se também que aprender não significa reproduzir mecanicamente um dado conteúdo, mas que se trata de uma atividade que envolve a ação

consciente do sujeito sobre o conhecimento. A Teoria da Atividade de Leontiev contribui para se compreender a aprendizagem como um processo ativo de apropriação pelo sujeito, oferecendo indicadores para considerá-la como uma atividade que envolve necessidades e motivos e que se realiza mediante ações e operações coletivas e individuais.

O objeto a ser apreendido pelo sujeito – o conceito científico - também é problematizado por essa abordagem teórica. As discussões em torno dos instrumentos mediadores da ação humana – físicos e simbólicos – revelam que a linguagem é um instrumento da ação humana. Não ação física, mas ação mental. O conhecimento matemático como uma das linguagens criadas pelo homem constitui-se também em instrumento do pensamento humano.

Esses entendimentos acerca do conhecimento científico e do sujeito da aprendizagem nos suscitam várias reflexões sobre a aprendizagem matemática que ocorre ou que se espera que ocorra no interior da escola.

Dessas reflexões, desdobraram-se vários questionamentos. Dentre eles, o seguinte: Como a aprendizagem de conceitos matemáticos pode contribuir com o desenvolvimento dos alunos? Para buscarmos respostas a essa questão, tornou-se nosso objetivo investigar a possível relação entre a aprendizagem de conceitos matemáticos e o desenvolvimento de funções psíquicas superiores. Com essa finalidade, buscamos suporte teórico na Teoria Histórico-Cultural e na Teoria da Atividade de Leontiev, e realizamos uma pesquisa ação com alunos de 3ª série do Ensino Fundamental. Nas atividades de ensino desenvolvidas são analisados os modos de ação da criança em busca de soluções diante de situações desafiadoras propostas e o processo de reflexão dos alunos durante a realização de atividades. Procuramos, dessa forma, identificar, na linguagem e nas ações externas manifestadas pelos estudantes, as funções psíquicas superiores mobilizadas nas ações intencionalmente mediadas.

Esse percurso de investigação está exposto da seguinte forma:

No Capítulo II apresentamos o problema desencadeador da nossa atividade de pesquisa: o cenário da aprendizagem matemática no Brasil. Como já afirmamos, diante do insatisfatório desempenho dos estudantes na apropriação de conteúdos matemáticos, elegemos como objeto de estudo a aprendizagem conceitual com a intenção de compreender a relação entre a aprendizagem de

conceitos matemáticos e o desenvolvimento de estudantes, buscando contribuir com a melhoria da qualidade nessa área do conhecimento. Para isto, foi necessária a realização de algumas ações que estão expostas nos capítulos seguintes:

No Capítulo III, são discutidos conceitos das Teorias Histórico-Cultural e da Atividade que fundamentam esta pesquisa. Estes partem do pressuposto que o ensino de conceitos científicos adequadamente organizado promove o desenvolvimento intelectual dos alunos. Tais teorias explicitam que o processo de conceitualização acontece de forma ativa no processo de apropriação dos conhecimentos historicamente elaborados e acumulados pela humanidade.

No Capítulo IV, nossa atenção volta-se para o objeto da aprendizagem, e são apresentadas reflexões a respeito do papel do conhecimento matemático no desenvolvimento humano, considerando o conhecimento geométrico como um instrumento na atividade do homem, de modo especial, o conceito de volume.

No Capítulo V, são apontados os procedimentos metodológicos da pesquisa-ação. Descritas a organização das atividades orientadoras e a análise das ações dos alunos nos episódios de ensino, evidenciando os conceitos estudados e as funções psíquicas mobilizadas nas atividades.

2 INICIANDO UMA ATIVIDADE DE PESQUISA

2.1 O PROBLEMA: O CENÁRIO DA APRENDIZAGEM MATEMÁTICA NO BRASIL

Apesar de a Matemática ser uma disciplina presente na educação escolar desde as séries iniciais, pesquisas têm demonstrado que a aprendizagem dos conteúdos dessa área do conhecimento se constitui num obstáculo para grande número de estudantes. Os altos índices de evasão e repetência, bem como os resultados de processos avaliativos governamentais denunciam que, tanto nas escolas públicas como nas particulares, os alunos não têm se apropriado adequadamente desse conteúdo.

O Ministério da Educação e Cultura (MEC) realiza avaliações do desempenho de estudantes de 4^a e 8^a séries do ensino fundamental e da 3^a série do ensino médio, em diferentes disciplinas. Essas avaliações foram iniciadas em 1991 e são realizadas a cada dois anos. O fato de a Matemática ser uma das disciplinas responsáveis pelo fracasso escolar, pode ser verificado a partir da avaliação do MEC (BRASIL, 2003), efetuada pelo Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (Saeb) em 2001. Nela 52% dos alunos brasileiros chegam à 4^a série do ensino fundamental apresentando deficiências nos conteúdos de Matemática. Foi avaliada uma amostra representativa de estudantes desse nível de ensino, cujas análises levaram em conta as condições de vida dos estudantes e das escolas por eles freqüentadas, tendo em vista a diversidade do sistema educacional, bem como das condições socioeconômicas e regionais do País.

Esses fatores são, sem dúvida, relevantes para a compreensão dos dados obtidos, porém, tendo em vista os propósitos deste trabalho, nos limitaremos a apresentar rapidamente os dados divulgados.

Os dados expostos na Tabela 01 revelam que 12,5% dos alunos que concluem as séries iniciais do ensino fundamental “[...] não conseguem transpor para uma linguagem matemática específica comandos operacionais elementares” (BRASIL, 2003, p.9), resolvem operações de adição ou subtração, mas não conseguem identificá-las quando envolvidas numa situação problema e não sabem o significado geométrico de figuras simples. As crianças desde muito cedo

se confrontam com as questões espaciais no seu cotidiano que poderiam ser mais bem trabalhadas na escola para diminuir as dificuldades que apresentam na concepção do significado geométrico, ou seja, no reconhecimento da localização espacial e movimentação de elementos representados graficamente em relação a um referencial; na identificação de figuras tridimensionais e bidimensionais com seus elementos e propriedades e na utilização e estimação de unidades de medidas convencionais para perímetros, áreas e volume. Nessa mesma avaliação apenas 6,8% dos alunos apresentaram desempenho adequado, considerado o esperado para a série.

O que é considerado *desempenho adequado* em Matemática para um estudante concluindo as séries iniciais do ensino fundamental? O Saeb trabalha com uma escala de desempenho, com estágios denominados: *muito crítico*, *crítico*, *intermediário*, *adequado* e *avançado*. Essa escala tem a finalidade de descrever, em cada nível, as competências e habilidades que os estudantes são capazes de demonstrar (Quadro 01).

Muito crítico	Não conseguem transpor para uma linguagem matemática específica, comandos operacionais elementares compatíveis com a 4ª série (Não identificam uma operação de soma ou subtração envolvida no problema ou não sabem o significado geométrico de figuras simples). Os alunos neste estágio não alcançaram o Nível 1 da escala do Saeb.
Crítico	Desenvolvem algumas habilidades elementares de interpretação de problemas aquém das exigidas para a 4ª série (identificam uma operação envolvida no problema e nomeiam figuras geométricas planas mais conhecidas). Os alunos neste estágio alcançaram os Níveis 1 ou 2 da escala do Saeb.
Intermediário	Desenvolvem algumas habilidades de interpretação de problemas, porém insuficientes ao esperado para os alunos da 4ª série (Identificam, sem grande precisão, até duas operações e alguns elementos geométricos envolvidos no problema). Os alunos neste estágio alcançaram os Níveis 3 ou 4 da escala do Saeb.
Adequado	Interpretam e sabem resolver problemas de forma competente. Apresentam as habilidades compatíveis com a 4ª série (Reconhecem e resolvem operações com números racionais, de soma, subtração, multiplicação e divisão, bem como elementos e características próprias das figuras geométricas planas). Os alunos neste estágio alcançaram os Níveis 5 ou 6 da escala do Saeb.
Avançado	São alunos maduros. Apresentam habilidades de interpretação de problemas num nível superior ao exigido para a 4ª série (Reconhecem, resolvem e sabem transpor para situações novas, todas as operações com números racionais envolvidas num problema, bem como elementos e características das figuras geométricas planas). Os alunos neste estágio alcançaram o Nível 7 da escala do Saeb.

Quadro 01 - Construção de competências e desenvolvimento de habilidades na resolução de problemas em cada um dos estágios para a 4ª série do ensino fundamental.

Fonte: Brasil (2003)

As médias alcançadas pelos alunos situam-se em um intervalo da escala que em Matemática (BRASIL, 2002) é composta de dez níveis cuja mensuração varia de 0 a 425 pontos: Nível 1 (125 a 150), Nível 2 (150 a 175), Nível 3 (175 a 200), Nível 4 (200 a 250), Nível 5 (250 a 300), Nível 6 (300 a 350), Nível 7 (350 a 375), Nível 8 (375 a 400), Nível 9 (400 a 425) e Nível 10 (425 e acima). O estudante deste nível de escolaridade necessita atingir, pelo menos, 200 pontos para que sua média seja considerada satisfatória. De acordo com essa tabela, ficaram assim classificados os alunos no ano de 2001:

Tabela 01 – Percentual de alunos da 4ª série do ensino fundamental por estágio de construção de competências em Matemática – Brasil – 2001.

<i>Estágio</i>	População	%
Muito crítico	462.428	12,5
Crítico	1.467.777	39,8
Intermediário	1.508.517	40,9
Adequado	249.969	6,8
Avançado	546	0,0
Total	3.689.237	100,0

Fonte: Brasil (2003)

Na avaliação realizada em 2003, o Saeb constatou que não houve mudanças significativas nos percentuais dos alunos nos estágios muito crítico e crítico, como podemos observar na Tabela 02.

Tabela 02 – Percentual de alunos da 4ª série nos estágios de competências em Matemática – 4ª Série EF - Brasil – Saeb 2001 e 2003.

<i>Estágio</i>	2001	2003
Muito crítico	12,5	11,5
Crítico	39,8	40,1
Intermediário	40,9	41,9
Adequado	6,8	6,4
Total	100,00	100,00

Fonte: Brasil (2004)

“A rede pública concentra 98% dos estudantes com desempenho muito crítico na 4ª série do ensino fundamental” (BRASIL, 2003, p.23) e a tabela 03 mostra que o percentual dos alunos com desempenho muito crítico é maior na rede municipal, seguido pela estadual e a particular. Segundo o Saeb, “[...] essas diferenças já são conhecidas e podem ser analisadas a partir das diferenças das condições de ensino oferecidas pelas três redes e o alunado a que atendem” (BRASIL, 2003, p.23).

Tabela 03 - Percentual de alunos da 4ª série do ensino fundamental com desempenho muito crítico e adequado por rede de ensino - 2001.

Estágio	Municipal	Estadual	Particular
Muito crítico	61,9	36,2	1,9
Adequado	30,6	25,9	43,5

Fonte: Brasil (2003).

Os resultados apresentados pelo Saeb (Gráfico 01) nos permitem verificar que o desempenho dos alunos que estudam nas escolas particulares são superiores àqueles que estudam na rede pública.

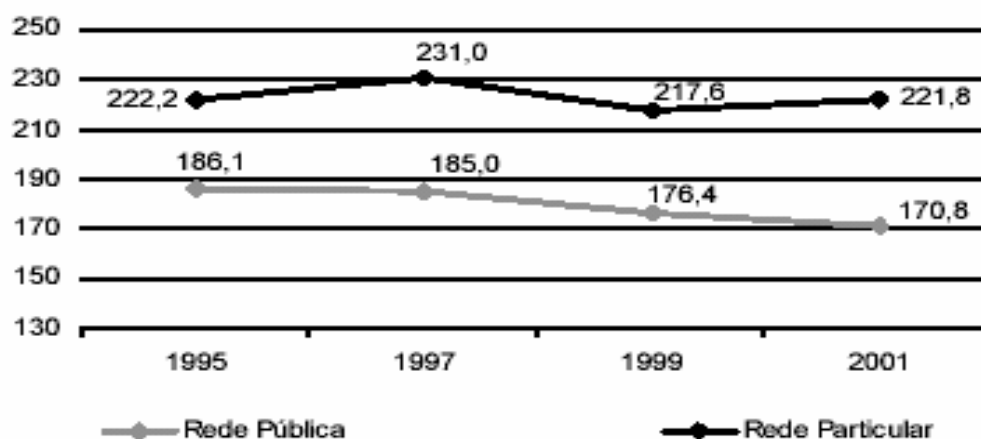


Gráfico 01 - Média de desempenho em Matemática na 4ª série do ensino fundamental por rede de ensino – Brasil – 1995/2001.
Fonte: Brasil (2003).

Observamos que, nesta última há uma queda sistemática da média pontual de desempenho, revelando que em 2001:

Os estudantes brasileiros da 4ª série do ensino fundamental, matriculados em escolas públicas, apresentam desempenho médio em Matemática de 170,8, situando-se no nível 2 da escala e no estágio crítico de construção de competências e desenvolvimento de habilidades. Os estudantes brasileiros da 4ª série do ensino fundamental, freqüentando escolas particulares, apresentaram desempenho médio em Matemática de 221,8, situando-se no nível 4 da escala e no estágio intermediário de construção de competências e desenvolvimento de habilidades (BRASIL, 2003, p.30).

A apresentação dos dados desse tipo de avaliação não implica na aceitação, passiva, de seus resultados como verdades absolutas, pois entendemos que essas não estão voltadas para o mesmo sentido de educação que procuramos mostrar em nosso trabalho, promotora do desenvolvimento humano. Avaliações dessa natureza apresentam limites que devem ser levados em consideração e à medida que foram sendo percebidos tornaram-se objeto de estudo para pesquisadores em Educação. Entre esses, Barreiros (2002), afirma que os resultados dos processos avaliativos como o Saeb, o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), os Vestibulares, o Exame Nacional de Cursos e Avaliação de Cursos Superiores não podem sobrepujar a ação educativa, inibindo o trabalho do professor e transformando a escola num curso preparatório para os sucessivos processos de avaliação. Para a autora esta “[...] avaliação e seus resultados funcionam como reguladores e indicadores do processo educacional, visto que os próprios mecanismos utilizados na construção curricular já delimitam como e até onde o professor deve atuar” (BARREIROS, 2002, p.4-5).

Entretanto, tanto Barreiros como Lüdke acreditam que há uma relevância na avaliação, na medida em que podemos conhecer os problemas e com ela desenvolvermos práticas mais adequadas para solucioná-los.

Não há dúvidas sobre a importância de se aplicar a avaliação, para que a educação possa conhecer melhor seus problemas e os meios para buscar soluções. Nessa perspectiva, não basta, porém, focalizar os resultados, mas todos os aspectos envolvidos no domínio da educação, desde seus objetivos, seus resultados, seus procedimentos, seu pessoal, para só então poder chegar a avaliar seus resultados (LÜDKE, 2001, p.31-32).

Franco, em sua obra *Avaliação, Ciclos e Promoção na Educação*, também manifesta sua preocupação com as avaliações realizadas em grande escala. Para ele:

[...] as escolhas acerca do que avaliar costumam ter repercussão sobre os currículos no cotidiano educacional. Além disso, as avaliações em larga escala ultrapassam os limites das instituições educativas e, por meio dos veículos de comunicação de massa, envolvem parcelas mais amplas da sociedade. Isso pode ser extremamente saudável, desde que garantidos a qualidade da informação veiculada e o nível da discussão gerada na imprensa. Esse aspecto, em suas dimensões técnica e ética, ainda é um desafio a ser enfrentado por jornalistas, autoridades educacionais

e educadores. No Brasil, freqüentemente insiste-se na contribuição da avaliação para que gestores e implementadores de políticas acompanhem e formulem políticas educacionais. Entre nós, raramente são mencionadas as potencialidades da avaliação para a formulação de políticas alternativas. [...] Afinal, não há, de um lado, sistemas de avaliação que só contribuam para que sejam feitos diagnósticos sobre desigualdades na escolarização de jovens de diferentes camadas sociais e, de outro lado, a avaliação que sirva apenas para informar a sociedade com vistas à formação de um mercado educacional eficiente (FRANCO, 2001, p.27-28).

Evitando-se o ímpeto de uma generalização apressada dos resultados dessas avaliações, é importante reconhecer que eles acabam reforçando problemas inerentes ao ensino e à aprendizagem do conhecimento matemático há muito revelados por pesquisadores dessa área.

Kline (1976, p.32) aponta que no princípio da década de 1950 e mesmo antes dessa data, em Matemática, as notas dos estudantes eram inferiores se comparadas às das outras disciplinas. Os estudantes não gostavam de matemática e tinham muita dificuldade em reter os conhecimentos transmitidos.

Por ocasião da Segunda Guerra Mundial, os militares americanos perceberam que os homens apresentavam muitas dificuldades em Matemática, por isso organizaram cursos especiais, acreditando que estes contribuiriam para a elevação do nível de eficiência na guerra.

Segundo Pavanello, a Matemática tem desempenhado um papel social de instrumento de seleção:

Ao se tornar responsável pela determinação de quem permanece ou é eliminado da escola, uma vez que detém, juntamente com português, a primazia no tocante ao número de reprovações; ao assumir papel preponderante na escolha de uma carreira ou profissão, já que um bom desempenho em Matemática é pré-requisito para o ingresso a vários cursos do 3º grau; ao permitir ou não o acesso a ocupações, já que um teste de Matemática consta geralmente, dos exames de seleção para a admissão a vários empregos (públicos ou não). Mais ainda, a matemática é colocada a serviço da ideologia dominante quando: fornece argumentos explicativos para a inclusão dos indivíduos nos diferentes níveis de produção; confere 'neutralidade' às ciências, a nível de senso comum ('os números não mentem jamais' e outras frases do tipo); garante veracidade e peso às argumentações das classes dirigentes na prestação de contas à população e na determinação de medidas sociais e econômicas a serem adotadas no país (PAVANELLO, 1989a, p.7).

O papel desempenhado pela Matemática nesse processo seletivo deve ser compreendido nos diferentes paradigmas que a sociedade viveu. Na Idade Média, o artesão era o dono da matéria-prima, da ferramenta e do seu tempo. A atividade de trabalho lhe possibilitava produzir seus artigos, com o conhecimento do que produzia. A qualidade de seus produtos determinava a procura; a venda do produto acabado e o preço eram do domínio do artesão. No paradigma artesanal (VALENTE, 1999), a educação era realizada pelo professor particular, o mentor, contratado para educar um pequeno grupo de alunos. A escola não era para todos e os serviços prestados tinham preço elevado, porém significava a solução possível para uma sociedade basicamente agrícola.

Um conjunto de transformações em diferentes aspectos econômicos acontece à medida que começam a aparecer sistemas produtivos urbanos mais complexos, como a fábrica ou a empresa, levando à afirmação do capitalismo como modo de produção dominante. Trata-se de uma sociedade formada por duas classes sociais: a burguesia - detentora dos meios de produção e concentração de grande parte dos recursos financeiros e – o proletariado - desprovido dos meios de produção, cuja força de trabalho, é vendida, tornando-se um assalariado. Observamos, portanto, que o proletariado torna-se totalmente dependente.

Pavanello (1989b, p.86) afirma que “[...] à medida que os ofícios vão sendo substituídos pela implantação do sistema fabril, a escola elementar passa a ser, praticamente, até fins do século XIX, a única aberta aos trabalhadores”. Estes ingressavam nas fábricas ainda na infância e quando tinham acesso à instrução, era concomitante ao trabalho. A educação escolar oferecida aos trabalhadores, era a elementar, direcionada somente a ensinar a ler, escrever e contar, enquanto a educação, de cunho clássico, é destinada aos filhos do sexo masculino da classe dominante.

Na tentativa de democratizar e fazer com que mais pessoas tivessem acesso aos bens culturais produzidos pela humanidade, buscou-se uma educação em grande escala para baratear o custo de acesso ao conhecimento. Como aponta Valente (1999, p.35), “a escola pode ser vista como uma linha de montagem em que o aluno é o produto que está sendo educado ou ‘montado’ e

os professores são os ‘montadores’ que adicionam informação ao produto”. A Educação tem por objetivo oferecer a informação para o aluno.

No currículo escolar, os conteúdos complexos se apresentam fragmentados, categorizados, hierarquizados e desenvolvidos segundo uma hierarquia crescente, em um tempo determinado. Percebemos uma desvalorização do professor e do aluno quando se desperdiça sua capacidade de pensar e criar. A escola mantendo sua concepção de transmissão mecânica de conhecimento, mantendo a estrutura de disciplinas e de conteúdos estanques colabora para uma formação que pouco significado tem sobre o desenvolvimento intelectual dos estudantes.

Concordamos com Soares (1989) quando afirma que na concepção tradicional de Matemática há o predomínio do aspecto lógico sobre o psicológico e o ensino dessa disciplina é focado no conteúdo, em mecanismos e técnicas daquilo que deve ser memorizado. Nesse modelo, a escola se concentra na transmissão mecânica dos conhecimentos historicamente acumulados e sistematizados logicamente. A atividade de ensino é centrada no professor e, como afirma Libâneo:

Tende a encaixar os alunos num modelo idealizado de homem que nada tem a ver com a vida presente e futura. A matéria de ensino é tratada isoladamente, isto é, desvinculada dos interesses dos alunos e dos problemas reais da sociedade e da vida. O método é dado pela lógica e seqüência da matéria, é o meio utilizado pelo professor para comunicar a matéria e não dos alunos para aprendê-la. É ainda forte a presença dos métodos intuitivos, que foram incorporados ao ensino tradicional. [...] O material concreto é mostrado, demonstrado, manipulado, mas o aluno não lida mentalmente com ele, não o repensa, não o reelabora com o seu próprio pensamento. A aprendizagem, assim, continua receptiva, automática, não mobilizando a atividade mental do aluno e o desenvolvimento de suas capacidades intelectuais (LIBÂNEO, 1994, p.64-65).

Nessa forma de organização do ensino, a Matemática é mostrada como um corpo de conhecimento acabado em si mesmo, transmitido ao aluno em pequenas partes, as quais devem ser memorizadas. O educando é um sujeito passivo e controlado pelo professor. Algumas conseqüências dessa prática educacional têm sido observadas e estudadas por educadores da área de Matemática. D’Ambrosio discute duas delas:

Primeiro, alunos passam a acreditar que a aprendizagem de matemática se dá através de um acúmulo de fórmulas e algoritmo. Segundo, os alunos acham que a matemática é um corpo de conceitos verdadeiros e estáticos, do qual não se duvida ou questiona, nem mesmo nos preocupamos em compreender porque funciona. Em geral, acreditam também, que esses conceitos foram descobertos por gênios (D'AMBROSIO, 1989, p.15).

A aula acontece de forma expositiva, sobre conteúdos que o professor julga importante por serem úteis aos alunos no futuro ou, simplesmente por estarem presentes nos livros didáticos ou currículos. Nessas aulas, logo após a exposição do professor são aplicados exercícios repetitivos de certos algoritmos para que os estudantes os resolvam. Essa prática pedagógica leva o aluno à crença de que para aprender matemática é preciso seguir fórmulas. Dessa forma, os alunos interagem com relações, propriedades e fórmulas, que são sínteses de raciocínios complexos, sem que compreendam e experimentem as atividades cognitivas nelas implícitas.

Na realidade, as situações de ensino não desenvolvem a curiosidade e a criatividade, sendo esta última totalmente desfigurada. A matemática não é vista como um conjunto de conhecimentos organizados ao longo do tempo em função das relações sociais, políticas e econômicas que o homem estabelece com o mundo que o rodeia. Observamos, portanto, que são situações de ensino que não permitem à criança se apropriar da Matemática como um instrumento cultural com significados compartilhados por sujeitos que atuam, criam e intervêm no seu universo cultural. Em decorrência desse ensino, não há interesse por parte dos alunos em buscar novos caminhos, estes acabam assumindo os procedimentos apresentados como únicos. A preocupação com a formação que esse tipo de ensino promove está presente desde meados do século passado, quando fica evidente que tal formação não respondia às necessidades de uma sociedade cujo progresso científico-tecnológico já se fazia presente.

Já nas décadas finais do século XIX, as fábricas, transformadas em grandes indústrias, na tentativa de eliminar desperdícios de matéria-prima, sob a pressão do progresso tecnológico, requerem uma mão-de-obra mais qualificada, com habilidades para realizar tarefas que se apresentem à medida

que o objeto vai sendo produzido, obtendo um produto de boa qualidade, garantindo se possível a exclusividade e o baixo custo.

Que matemática deveria ser ensinada na escola tendo em vista responder às demandas do trabalho? A ciência, nesse período, é impulsionada pelo capital, que subsidia projetos de ensino, de pesquisa e construção de laboratórios. O investimento do capital é direcionado para a produção do conhecimento que será empregado no processo de produção e não para o benefício de todos.

Com o intuito de reverter esta situação, é criada uma Comissão de Matemática Escolar da Universidade de Illinois, em 1952, presidida pelo professor Max Beberman, que organiza um novo currículo de matemática destinado às escolas secundárias, cuja fase experimental aconteceu por volta de 1960 (PAVANELLO, 1989b).

Em 1958, a American Mathematical Society (Sociedade de Matemática Americana), órgão que se dedicava a pesquisas, organiza um grupo de Estudos de Matemática Escolar, presidido pelo professor Edward G. Begle, para a criação de um novo currículo para a escola secundária. Muitos outros grupos logo se formaram e por coincidência, ou não, aponta Kline (1976, p.33), justamente no momento em que agências governamentais incentivam à pesquisa, logo após o lançamento do Sputnik em 1957, quando o povo e o governo norte-americano se preocupavam com o avanço do conhecimento em matemática e ciências, conquistado pelos soviéticos.

No Brasil, conforme Soares (1989), entre os anos 1955 e 1966, ocorreram cinco Congressos Nacionais de Ensino de Matemática nos quais foram discutidas questões referentes aos conteúdos, métodos, livro didático e aperfeiçoamento do professor, de Matemática da perspectiva das tendências modernas, enfatizando-se a melhoria da qualidade de ensino.

Nesse momento, muitos matemáticos e professores brasileiros se envolvem com o movimento internacional de reformulação e modernização do currículo escolar, conhecido como Movimento da Matemática Moderna. Esse movimento vem como resposta ao problema da defasagem entre as exigências da nova sociedade industrial e o currículo desenvolvido nas escolas, principalmente nas áreas de matemática e ciências.

A escola prepara os sujeitos para o trabalho na indústria, assemelhando-se a uma linha de montagem, cujo produto padronizado é o conhecimento. Desde o advento da maquinaria, a modificação na organização do trabalho e nas competências exigidas do trabalhador proporciona o isolamento entre as pessoas.

Do trabalhador que na manufatura operava com as ferramentas passa a se requerer outras habilidades e outro relacionamento no ambiente de trabalho. A relação entre os sujeitos vai sendo substituída por uma relação do homem com a máquina. Esse fato social modificou as relações cognitivas, afetivas e motoras entre os homens. As habilidades exigidas são de ordem motora e a atenção e percepção são dirigidas para vigiar a máquina.

Na manufatura e no artesanato, o trabalhador se serve da ferramenta; na fábrica, serve à máquina. Naquelas, procede dele o movimento do instrumental de trabalho; nesta, tem de acompanhar o movimento do instrumental. Na manufatura, os trabalhadores são membros de um mecanismo vivo. Na fábrica, eles se tornam complementos vivos de um mecanismo morto que existe independente deles (MARX, 1984, p.483).

O capital investe na produção do conhecimento direcionado para os processos de produção, nos setores que produzem mais valia e não no desenvolvimento humano. A maquinaria simplifica o trabalho do homem, torna supérflua a força do trabalho humano e dessa forma pode se utilizar de mulheres e crianças como mão-de-obra barata em condições insalubres de trabalho. Essas modificações no modo de produção invadem o espaço do homem fora do espaço de trabalho, determinam regras, regulam o tempo, o pensamento, as habilidades e as relações humanas.

No início do século XX, Henry Ford introduziu na indústria automobilística o sistema de linha de montagem apoiado em teoria elaborada por Frederick Taylor, provocando novas modificações no sistema produtivo. Na organização científica do trabalho a produção padronizada em série – a quantidade - representava o fator de competitividade na conquista do mercado. Ford acreditava que:

[...] o novo tipo de sociedade poderia ser construído simplesmente com a aplicação adequada ao poder corporativo. O propósito do dia de oito horas e cinco dólares só em parte era obrigar o trabalhador a adquirir a disciplina necessária à operação do sistema de linha de montagem. Era também dar aos trabalhadores

renda e tempo de lazer suficientes para que consumissem os produtos produzidos em massa que as corporações estavam por fabricar em quantidades cada vez maiores (HARVEY, 2003, p.122).

Com a organização científica do trabalho, o emprego da tecnologia vai substituindo os movimentos lentos do homem em busca de maior produtividade e a necessidade de consumo promove um estudo minucioso realizado por assistentes sociais incumbidas de descrever o perfil e as atividades de cada sujeito considerado consumidor. Esse sistema se caracteriza por:

[...] rigorosa separação entre as fases de concepção e execução do processo produtivo, rígida hierarquia funcional e extremo controle e burocratização, gerando dois níveis bastante diferenciados de trabalhadores: de um lado, os operários, que apenas executam a produção; do outro, os gerentes, responsáveis pelo planejamento e especializados em treinar e fiscalizar o desempenho das tarefas necessárias à execução da produção. Em função disso, o modelo taylorista-fordista de produção acaba por favorecer a desqualificação do trabalhador, reduzindo-o a um autômato, repetidor de gestos mecânicos e rotineiros. Retira-lhe a possibilidade de acesso ao conhecimento – que fica restrito aos níveis de gerência -, a criatividade, o sentimento, a emoção, o desejo e, portanto, a perspectiva de realização pessoal pela atividade produtiva. E essa mudança contribui decisivamente para o desmoronamento da crença nos valores que caracterizam a ética do trabalho (GONÇALVES, 1997, p.34).

O trabalhador precisa vender sua força de trabalho em troca de um salário para sobreviver, transforma-se em mercadoria, todos os seus movimentos já estão previstos e quanto mais produz menos tem para consumir. A baixa demanda de produtos força uma alteração no processo de produção, ao invés de quantidade, o padrão de competitividade passa a ser, a partir de 1970, a qualidade, a despadronização e a personalização.

Na busca de maior competitividade, as indústrias responsáveis pela produção se associam, dando origem aos fenômenos conhecidos como oligopólio de mercado e globalização da economia. Essa forma de organização de trabalho passa a exigir uma mão-de-obra crítica e criativa, com aptidão para o trabalho em equipe e capacidade para executar tarefas diferentes e de responsabilidade, ou seja, recursos humanos com alta qualificação científica e tecnológica.

No sistema flexível, todos estão fazendo tudo ao mesmo tempo. A tecnologia garante que ninguém pare e que tudo seja produzido até o final, enquanto aquele que concebe diz o que, como, onde e em que tempo isto será realizado. Esse sistema, ao mesmo tempo que, valoriza a participação do sujeito no processo de produção promovendo valores fundamentais à dignidade do trabalho e do trabalhador, também configura uma crise na sociedade do trabalho quando as indústrias para reduzir custos, garantir competitividade e produtividade, enxugam sua estrutura e terceirizam atividades que não são seu objeto principal, promovendo um número cada vez maior de desempregados.

A escola se organiza em razão dessas transformações. Ao procurar capacitar sujeitos para o atendimento às novas exigências do mercado de trabalho, assume como finalidade a formação de um sujeito: flexível, com capacidade de aprender a aprender, em constante formação para que possa utilizar meios flexíveis tornando-o capaz e útil ao sistema econômico vigente. Embora direcionadas para a melhoria da qualidade da Educação as práticas pedagógicas, na sua maioria, continuam contemplando uma formação adaptativa para que o sujeito tenha condições de ingressar no mercado de trabalho. Não que se deva descartar, totalmente, esta preparação, mas reconhecer que tal formação aparentemente inovadora e voltada para o desenvolvimento humano, não tem como meta o desenvolvimento integral do homem, mas apenas a sua adaptação às novas exigências do capital em sua nova fase. Assim, o desenvolvimento de habilidades, tais como, a criatividade, a autonomia, a flexibilidade é exaltado ou negligenciado, conforme essas necessidades e não porque é um elemento necessário à emancipação humana.

Esse rápido histórico das modificações no mundo do trabalho acompanhado das novas exigências de qualificação da mão-de-obra dá sentido ao surgimento das críticas ao ensino de Matemática e as propostas de sua alteração. Até os anos 1960, o ensino da Matemática era determinado por programas únicos e rigidamente seguidos pelo professor. Os conteúdos considerados prontos e acabados se apresentam sistematizados nos livros didáticos. O professor cumpre seu papel de transmissor restringindo seu conhecimento apenas ao conteúdo que vai ensinar ao aluno que posteriormente o repetirá na prova, do mesmo modo que lhe foi transmitido. Uma aprendizagem

considerada passiva. O aluno não participa do processo de produção do conhecimento, tornando-se um mero executor de um processo cuja concepção, planejamento, coordenação e controle ficam a cargo do professor. Na busca de reverter esse quadro, no Brasil, a partir de 1960, sob a influência do movimento da Matemática Moderna, novos conteúdos foram organizados para os então denominados 1º e 2º graus, na tentativa de uma maior aproximação da matemática escolar aos desenvolvimentos da Ciência Matemática (SOARES, 1989).

No Brasil, segundo Pavanello (1989b, p.162), ocorre “o lançamento dos primeiros livros didáticos escritos já sob essa influência e com a criação de alguns ‘grupos de estudos’ para o ensino da matemática”. Estes grupos que empreenderam a reforma concentraram-se em estudos para organização do currículo. Essas mudanças eram, de certa forma, requeridas pelas transformações no processo produtivo ocorridas anteriormente.

Em fins de 1961 é promulgada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - Lei 4024/61 - “assegurando aos concluintes do curso secundário o direito a prestarem exames vestibulares para qualquer curso superior e não somente àqueles na área de seu curso” (Pavanello, 1989b, p.142). O aumento de recursos na área da educação torna possível ampliação na rede escolar, no número de professores e no número de matrículas nos diversos níveis de ensino.

Apesar de representar um grande passo na democratização do ensino, estes empreendimentos não conseguiram universalizar o ensino primário e eliminar a evasão escolar. O analfabetismo transforma-se em problema mais amplo quando se observa uma crescente concentração da população, para a qual as habilidades de leitura, escrita e cálculo, são exigidas. Pavanello mostra que:

A implantação da ‘Lei de Diretrizes e Bases do Ensino de 1º e 2º grau’ acaba mantendo o tradicional dualismo da escola brasileira (escola para a elite x escola para o povo) colocando-o, agora, em termos de escola particular x escola pública, conservando a diferenciação entre o ensino oferecido aos estratos superiores da sociedade (na primeira) e aquele proporcionado à população em geral (na segunda). [...] Quanto ao 1º grau, o enorme crescimento da demanda provoca, nas escolas oficiais, a superlotação das salas de aula e a multiplicação dos períodos (e a conseqüente diminuição de sua duração), o que influi, sem dúvida na qualidade do ensino oferecido (PAVANELLO, 1989b, p.146-47).

A implantação da Matemática Moderna no ensino de 1ª à 4ª séries ocorreu na década de 1970 coincidindo com as novas orientações propostas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - Lei 5692/71 -, na qual a Matemática aparece em uma das grandes áreas do Núcleo Comum, juntamente com Ciências Físicas e Biológicas e Programas de Saúde. A Lei 5692/71 instituiu uma escola de 1º grau de oito anos, transformando em um único bloco os antigos cursos primário e ginasial, na tentativa de eliminar a tradicional barreira entre esses graus de ensino. Ao mesmo tempo, cria-se uma escola de 2º grau voltada para uma profissionalização.

As Secretarias de Educação de vários Estados distribuíram guias curriculares que continham as diretrizes e conteúdos programáticos que deveriam ser ensinados. Foram muitas as críticas em relação a estes guias, acompanhadas das críticas feitas à Matemática Moderna, cujos conteúdos foram considerados por alguns autores, dentre eles Kline (1976, p.39), inadequados para o 1º grau.

É nesse contexto que algumas Secretarias de Educação procuram listar conteúdos mínimos a serem ensinados. No anseio de resolver o problema do fracasso escolar, acabam promovendo a fragmentação dos conhecimentos e o esvaziamento dos conteúdos significativos na escola de ensino fundamental. Porém, Soares (1989, p.5) em suas reflexões aponta que apesar das críticas, “até 1986, esses guias curriculares impressos e distribuídos na década de 1970, foram praticamente os únicos documentos oficiais com os quais a escola contou para determinar os conteúdos que deveria ensinar”.

A Matemática Moderna se tornou um referencial importante na história do ensino da Matemática ao provocar modificações curriculares em várias partes do mundo, inclusive no Brasil. Durante a década de 1970, os críticos do ensino de Matemática apontavam a ênfase dada nos conteúdos como a razão do fracasso, dos alunos nesta disciplina defendendo maior espaço para métodos de ensino.

Desde o final da década de 1960 até o final da década de 1970, o tecnicismo pedagógico esteve presente nos planejamentos, na organização e controle dos processos de ensino e aprendizagem, privilegiando a instrução programada e “dando início à era da informática aplicada à educação, com as máquinas de ensinar” (FIORENTINI, 1995, p.16).

Essa tendência no ensino de Matemática evidencia o quanto as relações de trabalho produzidas no processo de produção se fazem presentes na escola, a quem caberia desenvolver habilidades e atitudes computacionais, manipulativas, memorização de princípios e fórmulas; manipulação de algoritmos ou de expressões algébricas, que capacitassem o aluno para a resolução de problemas-padrão. Buscava-se uma pedagogia voltada para os objetivos instrucionais, recursos e técnicas de ensino que garantissem que os mesmos fossem alcançados. Fiorentini afirma que esse ensino:

[...] procura reduzir a matemática a um conjunto de técnicas, regras e algoritmos sem grande preocupação em fundamentá-los ou justificá-los. Na verdade, esse tecnicismo mecanicista procurará enfatizar o fazer em detrimento do compreender, refletir e/ou analisar. [...] Os conteúdos tendem a ser encarados como informações, regras, macetes ou princípios organizados logicamente (FIORENTINI, 1994, p.48-49).

A década de 1980 é marcada pela preocupação com os aspectos metodológicos, cognitivos e sociais da matemática. Muitas escolas reformularam seus conteúdos, baseando-se na prática pedagógica de seus professores, suprimindo alguns tópicos e tentando articular outros. A falta de uma instrumentalização teórico-metodológica mais consistente dificultou essas tentativas.

Ao discutir se os problemas de ensino e aprendizagem estavam nos objetivos, nos conteúdos ou nos métodos, a comunidade matemática fazia as primeiras incursões pelo campo da Educação. D'Ambrosio (1990, apud MOURA, 1992, p.09) afirma que foi em Caracas, em 1975, e no ano seguinte, em Karlsruhe, nos Congressos Internacionais para a Instrução Matemática, que se inicia uma mudança qualitativa nas discussões sobre o ensino de Matemática, “quando se vê o início de uma discussão profunda sobre algo mais que conteúdos programáticos e teorias de aprendizagem”, pois os fatores sócio-culturais são tomados como referenciais para o ensino. Psicólogos, professores de Matemática, matemáticos e pedagogos participam, juntos, de congressos e encontros para tratarem do ensino de Matemática. Moura se refere a esse momento como:

a aceitação de que Filosofia da Matemática, Psicologia da Aprendizagem da Matemática e Sociologia da Matemática contribuem para a melhor compreensão da praxis educativa, que parece transformar o ensino de Matemática em Educação Matemática. Sobretudo a Psicologia tem contribuído para a formação de um novo conceito em ensino de Matemática. Os currículos passaram a ter uma influência marcante da Psicologia, que ao fazer avançar os conhecimentos sobre os processos de aquisição do conhecimento, influencia na organização dos conteúdos, nas práticas educativas, no papel do professor e no valor educativo das interações (MOURA, 1992, p.11).

No Brasil, em 1985, são anunciados pelo Governo Federal alguns programas e reformas no campo da educação. Um dos projetos intitulados “Educação para Todos”, com o objetivo de, em dez anos reduzir pela metade, a taxa de repetência e, assim, aumentar a população que conclui o ensino fundamental, propõe a escolaridade em ciclos. É no compromisso com tais mudanças que surge o Ciclo Básico, constituindo o início da reorganização do ensino de 1º grau, como medida democratizante em São Paulo (1984), Minas Gerais (1985), Paraná e Goiás (1988). “O Ciclo Básico de Alfabetização permite o progresso sistemático do aluno no domínio do conhecimento, eliminando a reprovação na 1ª série” (PARANÁ, 1992, p.13).

O trabalho de reestruturação do Currículo da Rede Estadual de Ensino do Paraná teve como ponto de partida a implantação do Ciclo Básico de Alfabetização. No Currículo Básico para a escola pública, consta a seguinte discussão:

Visando superar os entraves e o formalismo presentes nas concepções de ensino anteriores, propõe-se a retomada dos conteúdos, numa visão mais ampla do conhecimento matemático. Essa concepção de ensino da Matemática tem como pressuposto o caráter social do conhecimento matemático, a relação entre o conhecimento historicamente produzido e a lógica de sua elaboração, enquanto fatores intimamente ligados. A definição dos conteúdos é considerada fundamental para que o conhecimento matemático anteriormente fragmentado, seja agora visto em sua totalidade. Daí, a necessidade do desenvolvimento conjunto e articulado das questões relativas aos números e geometria, e o papel que as medidas desempenham ao permitir uma maior aproximação entre a Matemática e a realidade (PARANÁ, 1992, p.67).

A atual Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - Lei n.º 9.394, de 20/12/1996 (BRASIL, 2005), apresenta, em seu artigo 32, parágrafos 1º e 2º, a possibilidade de o ensino fundamental ser organizado em ciclos e no regime de progressão continuada, segundo o qual o aluno só pode ficar retido no final de cada um dos ciclos:

§1º É facultado aos sistemas de ensino desdobrar o ensino fundamental em ciclos.

§2º os estabelecimentos que utilizam progressão regular por série podem adotar no ensino fundamental o regime de progressão continuada, sem prejuízo da avaliação do processo de ensino aprendizagem, observadas as normas do respectivo ensino (BRASIL, 2005).

Em 1990, o Brasil participou da Conferência Mundial de Educação para Todos, em Jomtien, na Tailândia, e assumiu o compromisso internacional de “recuperação da escola fundamental, a partir do compromisso com a equidade e com o incremento da qualidade, como também com a constante avaliação dos sistemas escolares, visando ao seu contínuo aprimoramento” (BRASIL, 1997b, p.14-15), elaborando o Plano Decenal de Educação para Todos (BRASIL, 1993).

As taxas de repetência evidenciam a baixa qualidade do ensino e a incapacidade dos sistemas educacionais e das escolas de garantir a permanência do aluno, penalizando principalmente os alunos de níveis de renda mais baixos (BRASIL, 1997b, p.25).

As pesquisas realizadas pelo MEC, em 1995, por meio do Saeb mostram que:

[...] quanto maior a distorção idade/série, pior o rendimento dos alunos em Língua Portuguesa e Matemática, tanto no ensino fundamental como no médio. A repetência portanto, parece não acrescentar nada ao processo de ensino e aprendizagem (BRASIL, 1997b, p.27).

Na tentativa de reverter esse quadro, Estados e Municípios implementam programas de aceleração de fluxo escolar. Porém, na medida em que:

[...] o princípio da equidade reconhece a diferença e a necessidade de haver condições diferenciadas para o processo educacional, tendo em vista as garantias de uma formação de

qualidade para todos, o que se apresenta é a necessidade de um referencial comum para a formação escolar no Brasil, capaz de indicar aquilo que deve ser garantido a todos, numa realidade com características tão diferenciadas, sem promover uma uniformização que descaracterize e desvalorize peculiaridades culturais e regionais (BRASIL, 1997b, p. 36).

Entre 1996 e 1998, ocorre o processo de elaboração e divulgação dos Parâmetros Curriculares Nacionais, que se transforma em referencial para a educação no ensino fundamental, em todo o País.

Por sua natureza aberta, configuram uma proposta flexível, a ser concretizada nas decisões regionais e locais sobre currículos e sobre programas de transformação da realidade educacional empreendidos pelas autoridades governamentais, pelas escolas e pelos professores. Não configuram, portanto, um modelo curricular homogêneo e impositivo, que se sobreporia à competência político-executiva dos Estados e Municípios, à diversidade sociocultural das diferentes regiões do País ou à autonomia de professores e equipes pedagógicas (BRASIL, 1997b, p.13).

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais, a concepção de educação escolar é a que segue:

[...] como uma prática que tem a possibilidade de criar condições para que todos os alunos desenvolvam suas capacidades e aprendam os conteúdos necessários para construir instrumentos de compreensão da realidade e de participação em relações sociais, políticas e culturais diversificadas e cada vez mais amplas, condições estas fundamentais para o exercício da cidadania na construção de uma sociedade democrática não excludente (BRASIL, 1997b, p.45).

Os objetivos propostos nesses documentos são definidos em termos de capacidades “de ordem cognitiva, física, afetiva, de relação interpessoal e inserção social, ética e estética, tendo em vista uma formação ampla” (BRASIL, 1997b, p.67). Tais objetivos devem ser desenvolvidos pelos alunos em sua vivência escolar, organizada em ciclos de dois anos. Entretanto, apesar de a escola estar preocupada em desenvolver tais habilidades, essas, do ponto de vista técnico, são diferentes das requeridas pela automação rígida, porém, iguais à medida que privilegiam uma formação para atender à empregabilidade.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais, a organização curricular é feita por áreas: Língua Portuguesa, Matemática, Ciências Naturais, História, Geografia, Arte, Educação Física e Língua Estrangeira. A integração entre estas áreas com as questões sociais é realizada por meio dos temas transversais: ética, saúde, meio ambiente, orientação sexual e pluralidade cultural.

Cada área é contemplada por Blocos de Conteúdos, abordados em três categorias: conceituais, procedimentais e atitudinais. Os Blocos de Conteúdos de Matemática (BRASIL, 1997a) para o ensino fundamental, de 1ª à 4ª séries, compreendem: Números e Operações; Espaço e Forma; Grandezas e Medidas e Tratamento da Informação.

Tendo em vista, os trabalhos realizados pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC), pelas Universidades e Secretarias Estaduais de Educação, relacionados: à revisão das estruturas de formação dos professores; à elaboração de parâmetros nacionais; ao ensino por ciclos; ao ensino à distância; à aplicação das novas tecnologias; à implantação de estruturas de formação permanente; à reflexão sobre o ensino aos públicos que requerem assistência especial; à análise do livro didático, dentre outros temas que objetivam a melhoria da qualidade do ensino, observamos que o impacto efetivo desses trabalhos na qualidade da aprendizagem dos alunos parece distante. Os próprios resultados apresentados pelo Saeb têm demonstrado que muitas crianças estão concluindo os dois primeiros ciclos do ensino fundamental, sem ter conseguido, de forma adequada, se apropriar dos conhecimentos e habilidades necessárias ao desenvolvimento das capacidades cognitivas, o que revela que muito ainda há por fazer.

Apesar disso, em nosso trabalho como docente de Prática de Ensino junto aos professores do ensino fundamental observamos que, as discussões sobre a necessidade de reestruturação do ensino de Matemática encontraram maior receptividade por parte dos professores das séries iniciais do ensino fundamental. Nestas séries é possível observar menor rigidez quanto à memorização e mecanização de procedimentos bem como a tentativa de aproximação dos conteúdos às situações cotidianas.

Nas séries subseqüentes, percebemos a formalização precoce de conceitos, a preocupação excessiva com abstrações internas à própria Matemática, a ênfase maior na teoria do que na prática, o predomínio do estudo

da álgebra, o abandono de temas como a geometria e as medidas. As deficiências da prática docente podem ser vistas sob alguns aspectos: a desvalorização da carreira do professor, os baixos salários, as más condições de trabalho, as dificuldades de acesso a programas de aperfeiçoamento científico e pedagógico, formação inadequada e concepções inadequadas de ensino e de aprendizagem.

Dentre esses aspectos, todos altamente relevantes para a compreensão dos problemas do ensino, e, que de alguma forma também contribuem para o baixo desempenho dos alunos aferidos pelas avaliações governamentais, nos ocuparemos das questões afetas à organização do ensino dos conteúdos matemáticos. Este envolve as concepções de ensino, de aprendizagem e do próprio conteúdo escolar. Tal opção, não significa a desconsideração de aspectos políticos, sociais, econômicos e ideológicos que incidem sobre o processo educacional. Mas um recorte necessário para a compreensão de fenômenos que interferem nesse processo, contribuindo para uma formação que privilegia nos estudantes, o desenvolvimento de algumas habilidades em detrimento de outras.

Por que a preocupação com a organização do ensino?

É necessário ao professor compreender o ensino como objeto principal do seu trabalho para que organize princípios norteadores de suas ações, entendendo o ensino como um fazer que está em constante movimento. Para ser professor é necessário uma ação com a qual possa reorganizar-se ao transformar outra pessoa, modificando o seu modo de ser e de agir. É preciso reconhecer que o aluno, resultado da ação educativa, se apropria de um conhecimento que lhe permitirá agir de determinada forma no contexto em que vive. Fiorentini aponta que:

[...] por trás de cada modo de ensinar, esconde-se uma particular concepção de aprendizagem, de ensino e de educação. O modo de ensinar depende também da concepção que o professor tem do saber matemático, das finalidades que atribui ao ensino de matemática, da forma como concebe a relação professor-aluno e, além disso, da visão que tem de mundo, de sociedade e de homem (FIORENTINI, 1994, p. 38).

Entendemos que a aprendizagem deve proporcionar ao aluno instrumentos para a compreensão e leitura de mundo, dotando-o de conhecimentos que lhe

permitirão tomar parte no conjunto de saberes que constituem a cultura de seu povo. O aluno não é capaz de formular conceitos matemáticos e concepções simplesmente pelas observações de fenômenos naturais, se não puder contar com uma instrução culturalmente elaborada e, em geral organizada pela escola. Acreditamos que o professor tem um papel fundamental no aprendizado dos conceitos matemáticos de seus alunos, cabendo-lhe sistematizar situações cujos resultados são as transformações dos sujeitos a quem, intencionalmente, visa modificar.

[...] entender que o professor precisa organizar o ensino é uma aprendizagem essencial de professor. Dessa forma, organizar o ensino é ter consciência dos vários fatores constituintes da atividade de ensino [...]. É necessário entender como a sociedade se organiza para produzir os conhecimentos necessários para que continue viva e se fortalecendo ao construir conhecimentos adequados à solução de problemas colocados pelas relações estabelecidas entre os homens e entre estes e a natureza (MOURA, 2001, p.145-147).

Sem a intencionalidade docente, corre-se o risco de, o trabalho pedagógico se transformar em atividades desprovidas de valor significativo para o desenvolvimento psíquico do aluno. Desse modo, torna-se um desafio saber identificar situações e organizar atividades de ensino que realmente promovam o desenvolvimento do pensamento dos estudantes.

Apesar de muitas propostas curriculares reconhecerem que o ensino de Matemática possibilita o desenvolvimento psíquico do sujeito em toda a sua dimensão, encontramos, na grande maioria das escolas, uma aprendizagem que, como já afirmamos, está direcionada à realização de operações matemáticas, ou seja, apenas à manipulação algorítmica e ao estudo das regras operacionais. Dessa forma, pouco tem contribuído para o desenvolvimento dos estudantes. As escolas não podem se preocupar apenas com a transmissão mecânica de determinados conhecimentos; é sua função desenvolver o pensamento dos alunos, promovendo a capacidade de analisar e generalizar fenômenos da realidade.

O desenvolvimento do pensamento é um dos fatores mais importantes da aprendizagem escolar, entretanto, por sabermos que não é qualquer ensino que

proporciona tal desenvolvimento, cabe-nos buscar elementos que nos ajudem a identificá-lo.

2.2 O OBJETO: A APRENDIZAGEM CONCEITUAL

A reflexão sobre a situação da aprendizagem do conteúdo matemático na escola pode nos levar à crença de que se mais tempo fosse dedicado ao ensino dessa ciência, se houvesse maior empenho por parte dos professores ou, ainda, se as escolas dispusessem de mais materiais didáticos concretos, esses problemas seriam resolvidos.

Todavia, os estudos de Davydov¹, nos conduzem a abandonar questões periféricas do ensino e focar a análise no próprio conteúdo da aprendizagem e na atividade intelectual do sujeito no processo de apropriação desse conteúdo.

Fundamentando-se no materialismo histórico, portanto, compreendendo o desenvolvimento humano como algo promovido socialmente, Davydov ao voltar-se para o estudo dos conteúdos e métodos de ensino em busca de uma prática pedagógica que promova o desenvolvimento dos estudantes de modo que possam acompanhar o desenvolvimento da ciência e da cultura, pergunta-se:

Como encontrar o tempo e o lugar no plano de estudos para ensinar o volume crescente de novos conhecimentos? Como desenvolver nos alunos aquelas capacidades intelectuais que lhes permitam assimilar plenamente e logo utilizar com êxito esses conhecimentos?(DAVYDOV, 1988, p.3).

Consideramos que à escola não cabe a tarefa de ensinar uma grande soma de conhecimentos, mas desenvolver nos estudantes as condições para que possam interagir com as informações científicas ou qualquer outro tipo de conhecimento, Davydov enfatiza que a escola deve ensinar os estudantes a

1 V. V. Davydov (1930-1998), membro sênior da Academia de Ciências Pedagógicas da antiga União Soviética, Diretor do Instituto de Psicologia Geral e Pedagógica. Professor universitário em Psicologia, foi orientando de Galperin. Seus estudos concentram-se na formação das ações mentais, voltados principalmente aos problemas do ensino nas séries iniciais. Faz parte da terceira geração de psicólogos russos e soviéticos (Golder, 2002, p.48; SHUARE, 1990, p.234).

pensar, e para isso, deve desenvolver ativamente neles o fundamentos do “pensamento contemporâneo”. Para ele, em razão do alto nível de desenvolvimento científico e tecnológico que alcançou a sociedade, somente o pensamento que consegue analisar, refletir e planejar é que estaria em condições

de interagir com a sociedade nos tempos atuais. Davydov denomina esse nível de pensamento de *pensamento teórico*. Esse pensamento não se desenvolve espontaneamente, é preciso organizar um ensino que o impulse.

Na busca de um ensino dessa natureza, Davydov analisa manuais que orientam a prática pedagógica na antiga União Soviética, verificando em que medida o ensino proposto poderia conduzir ao desenvolvimento dos estudantes. Em sua pesquisa, identificou um sistema relativamente uniforme de critérios sobre os processos assimilativos dos conhecimentos pelos estudantes denominado-o de psicologia e didática tradicionais que, segundo ele, oferece as bases sobre as quais se estruturam as disciplinas escolares. O problema apontado por Davydov, com base no estudo realizado, é que os processos de síntese e formação de conceitos pelos quais se guiam a psicologia e a didática, absolutizam uma forma de síntese que é inerente ao nível empírico de pensamento. Por isso, o desenvolvimento dos estudantes se limita a este nível de pensamento, dificultando-lhes que desenvolvam uma compreensão teórica da realidade.

Segundo esse autor, esta é uma das causas da pequena influência da escolarização sobre o desenvolvimento psíquico dos estudantes, pois o desenvolvimento do pensamento empírico pode ocorrer fora da escola, em situações cotidianas; assim sendo, a educação escolar pouco acrescenta à formação dos sujeitos. Isso nos leva a considerar que também pode estar aí a explicação para muitas das dificuldades encontradas nos estudantes em avançar no conhecimento matemático para além das operações mais simples.

Davydov (1988), porém, faz questão de destacar que não se deve confundir pensamento teórico com pensamento abstrato, este apoia-se em raciocínios verbais, enquanto o pensamento teórico:

[...] trata de um procedimento especial com a qual o homem enfoca a compreensão das coisas e os acontecimentos por via da análise das condições de sua *origem e desenvolvimento*. Quando os escolares estudam as coisas e os acontecimentos do ponto de

vista deste enfoque, começam a pensar teoricamente (DAVYDOV, 1988, p. 06).

Em síntese, Davydov defende o ensino mediante o qual os alunos possam internalizar os fundamentos das formas mais desenvolvidas da consciência social e do pensamento teórico, incluindo-se a ciência, a arte, a moral e o direito. Junto a esses conteúdos desenvolvem-se, também, as capacidades intelectuais relacionadas a essa forma de consciência: reflexão, análise e planejamento - conteúdo e forma de pensamento que permitem ao sujeito interagir conscientemente no contexto em que está inserido. Esse desenvolvimento ocorre mediante a apropriação de conhecimentos, nos quais estão presentes capacidades psíquicas superiores, não pelo treinamento de habilidades cognitivas.

Davydov vai além, segundo ele, não basta o contato com o conhecimento sistematizado. Existem métodos e procedimentos que permitem que esse conhecimento seja apropriado como uma nova atividade intelectual, portanto, se os métodos e procedimentos não forem adequados, poderá haver ensino sem que, no entanto, a potencialidade presente nos conceitos científicos – as capacidades psíquicas superiores – esteja presente em sua aprendizagem.

Nesse sentido, o trabalho de Davydov busca respostas à tese Vygotskiana segundo a qual o ensino é promotor do desenvolvimento psíquico, bem como busca elementos que considerem o processo ativo de apropriação do saber. Por ser partidário desses pressupostos, valoriza a organização da atividade externa, intersíquica de modo a ser transformada em atividade da consciência. Davydov parte da concepção materialista histórico-dialética de homem, sociedade e conhecimento, buscando na abordagem histórico-cultural e na teoria da atividade de Leontiev, os conceitos de aprendizagem e desenvolvimento que lhe permitem apresentar elementos orientadores para a organização do ensino.

A exposição mais detalhada do percurso teórico de Davydov, ou seja, suas necessidades, motivos e ações, se fez necessária para esclarecermos que ele teve um impacto sobre o trajeto da nossa própria pesquisa. Iniciamos este trabalho movidos pela necessidade de compreender e perseguir alternativas para melhorar o ensino, tendo em vista os resultados do ensino de Matemática apontados anteriormente, necessidade que há muito nos acompanha, como

professora das séries iniciais do ensino fundamental. No contato com a produção de Davydov, encontramos e delimitamos o objeto de nosso estudo: a aprendizagem conceitual. Com isso, como afirma Martins (2004) a nossa necessidade adquiriu objetividade e o objeto descoberto, transformou-se em motivo de nossa atividade.

À medida que o indivíduo começa a atuar, estabelecem-se vínculos cada vez mais dinâmicos entre as necessidades e os objetos que a elas atendem. Esses vínculos evidenciam que o estado de necessidade do sujeito não está registrado no objeto capaz de satisfazê-lo, ou seja, esse objeto precisa ser descoberto. Apenas como resultado dessa descoberta é que a necessidade vai adquirir sua objetividade e o objeto que é representado por esse processo de descoberta adquire a função estimuladora e orientadora da atividade, quer dizer, converte-se em motivo (MARTINS, 2004, p.86).

Com a intenção de alcançarmos o objetivo final, algumas ações se fazem necessárias. Elas não atendem diretamente aos motivos de nossa atividade, mas são orientadas por fins específicos que nos permitirem realizar a atividade de pesquisa. Nas ações subseqüentes nossa finalidade é compreender o processo de apropriação da cultura humana pelos sujeitos e a natureza do objeto de conhecimento da matemática. Ou seja, nossa atenção será dirigida para o sujeito e o objeto da aprendizagem. Tais ações dar-nos-ão condições de dominar os instrumentos teóricos para a compreensão dos processos de ensino e aprendizagem conceitual na perspectiva Histórico-Cultural e na Teoria da Atividade e analisar práticas pedagógicas com base nesse referencial.

3 PRIMEIRA AÇÃO: COMPREENDENDO O PROCESSO DE APRENDIZAGEM

3.1 SITUANDO A ABORDAGEM HISTÓRICO-CULTURAL E A TEORIA DA ATIVIDADE

A compreensão e o posicionamento diante das teorias subjacentes à organização do trabalho pedagógico, orientam a ação docente. É necessário que tenhamos clareza dos referenciais que direcionam nossa prática. Para isso, consideramos necessário apresentar os aspectos que assumimos como fundamentais para uma tomada de posição, assim como, situar historicamente os autores que subsidiam esta análise.

Ao tomarmos como objeto de estudo a aprendizagem conceitual com a intenção de compreender e perseguir alternativas para melhorar o ensino, tendo em vista os resultados do ensino de matemática apontados anteriormente, nos aproximamos de teorias psicológicas que destacam o papel da aprendizagem na promoção do desenvolvimento. A abordagem Histórico-Cultural e a Teoria da Atividade nos forneceram elementos teóricos importantes para a compreensão da relação entre aprendizagem e desenvolvimento, nos permitindo refletir de forma mais precisa sobre o papel do ensino nesta relação.

Davydov (1988, p.10) afirma que “[...] o conceito de atividade, cujas fontes se encontram na dialética materialista, constitui o conceito fundamental da psicologia soviética”. Segundo o autor, a introdução deste conceito na teoria psicológica foi feita por Lev Vygotsky, eminente psicólogo, considerado um dos fundadores da psicologia marxista. Além disso, outros pesquisadores analisaram e desenvolveram suas investigações, dentre eles, destacamos o trabalho realizado por Alexei Leontiev.

Com o breve resgate histórico da Abordagem Histórico-Cultural e da Teoria da Atividade que faremos em seguida, pretendemos explicitar os pressupostos que fundamentam esta pesquisa.

Nas afirmações de Blanck (1996), Lev Vygotsky nasceu, em uma família judaica de classe média, em 05 de novembro de 1896, em Orsha, cidade na

região nordeste da República Bielorrússia, localizada nos limites ocidentais da antiga União Soviética.

Um ano mais tarde, Vygotsky mudou-se para Gomel, uma cidade com cerca de 40 000 habitantes, incluindo alguns assentamentos e povoados periféricos, situada a uns 600 quilômetros a sudoeste de Moscou. Uma pequena cidade com vida cultural muito intensa, um território vigiado onde existiam assentamentos judeus em que estes podiam estabelecer-se e abrir comércios sem restrições, e sua população era, por conseguinte, predominantemente judaica.

Vygotsky recebeu uma educação nada convencional: estudou com professores particulares durante muitos anos e só freqüentou o instituto judeu no ensino superior. Seu tutor foi Solomon Ashpiz, matemático, que tinha sido exilado na Sibéria, devido seu ativismo revolucionário, mesmo com formação específica, era capaz de ensinar todas as matérias. Trabalhava apenas com alunos talentosos, visando desenvolver ainda mais suas capacidades; conduzia o processo educacional, utilizando uma metodologia de complexos diálogos socráticos. Como aponta Blanck (1996, p.32), “talvez essa experiência tenha sido uma das fontes da concepção de Vygotsky sobre a zona de desenvolvimento proximal, que ganharia um papel central em suas idéias pedagógicas”.

Em seus escritos, Kozulin (1994, p.13-25) demonstra que os interesses de Vygotsky centravam-se, fundamentalmente, no domínio das humanidades e ciências sociais. Um ensaio sobre Hamlet, escrito por volta dos vinte anos, constitui, provavelmente, o melhor exemplo da prosa humanista de Vygotsky. O primeiro indício de seu interesse pelas ciências sociais está ligado à sua participação em um clube de discussão organizada por estudantes do instituto, interessados na história e na cultura judaica. Transpondo-se a uma mera historiografia, Vygotsky tentou combinar o problema dessa cultura judaica com um enfoque hegeliano de concepção da história.

Um dos intelectuais mais importantes para Vygotsky foi Hegel, a quem preocupavam questões fundamentais como: Que é a história? Qual o papel do indivíduo na história? Na concepção de Hegel, o homem é um fenômeno temporal histórico. Hegel faz a distinção entre o mundo natural e o mundo da cultura criado pelo homem. O animal tem a sensação de si mesmo mas não tem a

autoconsciência. O trabalho cria um mundo não natural, técnico e, ao mesmo tempo, humanizado. Essa forte identificação de Vygotsky com Hegel deve ter estimulado, logo em seguida, sua adesão a Marx, e o marxismo se tornou a influência orientadora de seu pensamento.

Em 1924, Vygotsky casou-se com Rosa Noevna Smekhova e tiveram duas filhas – Gita Levovna, graduada em psicologia educacional, e Asya, especialista em biofísica. Em Moscou, Vygotsky matriculou-se primeiro como estudante de medicina, porém, mudou rapidamente de opinião, e entrou para o curso de direito. Também se inscreveu na Universidade Pública de Shanyavsky, onde se especializou em filosofia e história (BLANCK, 1996).

Também, em 1924, participou do II Congresso de Psiconeurologia em Leningrado proferindo a palestra “A metodologia da investigação reflexológica e psicológica”, na qual defendia a tese de que a psicologia científica não pode ignorar os fatos da consciência. Estavam presentes vários de seus futuros discípulos e Kornilov, diretor do Instituto de Psicologia de Moscou que, impressionado com o desempenho de Vygotsky, o convida a integrar o Instituto como pesquisador. Admite-se, aqui a formação da famosa *troika* Vygotsky – Luria – Leontiev, para planejar a reestruturação da teoria e da pesquisa psicológica.

O contexto histórico, político e social em que surgem essas teorias exigia a construção de uma psicologia que viesse ao encontro dos projetos sociais e econômicos de seu país, o qual encontrava-se num momento de transição, em meio a uma sociedade pós-revolucionária. Ao mencionar os integrantes dessa vertente iniciada por Vygotsky, Golder (2004), na condição de orientando de doutorado de Leontiev, faz constar também a especialidade assumida por cada um deles: Luria (Neuropsicologia, processos psicológicos superiores, cérebro e psiquismo), Leontiev (Psicologia geral, teoria da atividade, personalidade, sentido pessoal) e outros colaboradores como: Zaporozhets (Periodização no psiquismo humano, psicologia evolutiva), Bozhovich (Psicologia da personalidade, em especial do adolescente), Morozova (Metodologia e fundamentos da educação especial), Zinchenko (o esquecimento na função mnemônica) e Galperin (Teoria da formação da atividade mental por etapas). Conforme afirma Blanck (1996), este grupo, liderado por Vygotsky, foi convidado a participar do Departamento de

Psicologia do Instituto Psiconeurológico Ucrainiano, em Kharkov, e transferiu para lá parte de sua pesquisa, em função de melhores condições de trabalho.

“Apoiando-se em pressupostos do Materialismo Dialético, Vygotsky procura elaborar uma teoria que compreende a natureza do comportamento humano como parte do desenvolvimento histórico” (SFORNI, 2004, p.31). Para entender a origem e a evolução do psiquismo, Vygotsky ultrapassa o determinismo biológico predominante na Psicologia até então, e encontra nas formas de organização da sociedade, nas características das relações presentes nesta organização, nos instrumentos e signos que promovem tais relações, elementos que permitem a superação das teorias inatistas e ambientalistas, inspiradas, respectivamente nas filosofias racionalista e empirista, considerando o homem um ser que se constitui na interação entre o biológico e o social.

Vygotsky teve uma morte precoce, mas suas investigações em psicologia proporcionaram contribuições importantes para a educação, principalmente seus estudos sobre os processos de desenvolvimento e aprendizagem. Dos parceiros e continuadores de seu trabalho, sabe-se que Luria tornou-se mundialmente conhecido como neuropsicólogo, com dezenas de obras científicas publicadas e de acordo com Palangana:

Adotando como princípio básico a idéia de que os processos psicológicos superiores são mediados pela linguagem e estruturados em sistemas funcionais dinâmicos e historicamente mutáveis (PALANGANA, 1989, p.100).

Também os trabalhos de Leontiev estão pautados nos pressupostos filosóficos de Vygotsky, tendo desenvolvido o conceito de “atividade dominante”, que aparece pela primeira vez na obra *Bases Psicológicas do jogo pré-escolar*, em 1944 (SFORNI, 2004, p.86). A produção específica deste autor é pouco conhecida, por isso, cabe uma breve explanação de sua vida e atuação profissional. Leontiev dedicou-se ao estudo das relações entre o desenvolvimento do psiquismo humano e a cultura.

Alexei Nicolaievich Leontiev (1903-1979), casado com Margarita Petrovna, graduou-se na Faculdade de História e Filosofia aos 22 anos. Chelpanov, na época, professor de psicologia e diretor do Instituto de Psicologia, foi seu orientador em psicologia.

As pesquisas que foram sendo desenvolvidas, no Departamento de Psicologia do Instituto de Psiconeurologia Ucraniano em Karkhov, pelo grupo liderado por Vygotsky estavam direcionadas a um foco comum – a relação entre a atividade prática e a consciência. Entre os anos de 1935 e 1936, quando Leontiev se propôs pela primeira vez pesquisar a temática da atividade, para o autor “A chave para a morfologia do conhecimento encontra-se na morfologia da atividade”, (GOLDER, 2004, p.25). Nessas pesquisas contou com outros colaboradores tais como: Lukhov, Mistiuk, Asnin e Komenko, todos provenientes da cidade. A qualidade das pesquisas realizadas pelo grupo de Karkhov foi amplamente reconhecida e, reforçando essa afirmação, Rubinstein na época titular da Cátedra de Psicologia de Leningrado, comenta:

[...] estas pesquisas estabelecem que a ação prática e mental das crianças desde os primeiros estágios do desenvolvimento tem um caráter especificamente humano. Isto é determinado pelo fato de que a criança está rodeada desde o primeiro dia de sua vida por objetos confeccionados pelo homem, ou por objetos que são produto do trabalho humano, e sobretudo domina na prática as relações humanas em direção a esses objetos, as formas humanas de operar com eles [...] O desenvolvimento básico das ações práticas especificamente humanas será determinado pelo fato de que a criança aparece em sua *comunicação prática* com outras pessoas, com a ajuda das quais pode satisfazer suas necessidades [...] É justamente isto [...] o que constitui a base prática sobre a qual se constrói o desenvolvimento de sua linguagem (RUBISTEIN, 1940 apud GOLDER, 2004, p.26).

Durante o período de guerra (1941-1945), Leontiev alistou-se como voluntário e utilizou-se de seus conhecimentos sobre a percepção sensorial para investigar a visão humana noturna, contribuindo com informações úteis à aviação, pois procurava detectar o tempo gasto pelo olho humano para adaptar a visão de alvos fixos ou móveis, chegando à conclusão de que era possível diminuir esse tempo de 40 para 5 minutos (GOLDER, 2004).

Durante a guerra, Leontiev trabalhou num hospital onde eram tratados pacientes com traumatismos neurológicos, provenientes de ferimentos recebidos nas frentes de combate e, aplicou um tratamento diferenciado dos anteriormente conhecidos. Neste, o paciente tinha consciência da necessidade de alcançar o fim e seus motivos.

Essa tomada de consciência do motivo está relacionada com o sentido pessoal da atividade à qual o sujeito está exposto e despertou o interesse em Leontiev para pesquisas sobre os *motivos*: em função disso, foram pesquisadas as variáveis que atuam na atividade consciente, em especial na área da educação. Leontiev apresentou “[...] sua concepção sobre os níveis de tomada de consciência e do sentido pessoal com relação ao significado” (SFORNI, 2004, p.86). Seus estudos foram direcionados para a investigação a respeito da estrutura da atividade externa e do seu vínculo com os processos psíquicos.

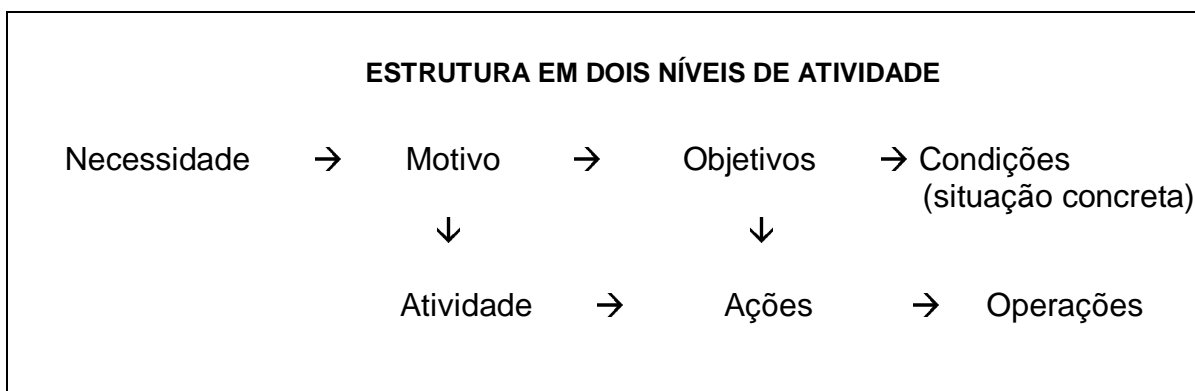
A atividade social prática é tomada como fenômeno de estudo por essa ciência psicológica por se considerar que “[...] os fenômenos psicológicos são os processos subjetivos da atividade cultural prática, e a atividade cultural é o lado objetivado prático dos fenômenos psicológicos que compõem a vida organizada” (RATNER, 1997 apud DANIELS, 2003, p.112).

Segundo Newman e Holzman (2002), embora o conceito de atividade permeie a produção de Vygotsky, inclusive com o uso da própria palavra *atividade*, ele não formulou sua psicologia nestes termos. Os seus seguidores, de modo especial Leontiev, usaram o termo “teoria da atividade” para descrever a psicologia de base marxista. Daniels (2003) informa que o termo *práxis*, ou *deyatelnost* em russo, refere-se à noção de atividade social prática. A análise do desenvolvimento da consciência pelos teóricos da atividade é feita em cenários de atividade social prática, procurando identificar os “[...] impactos psicológicos da atividade organizada, e nas condições e sistemas sociais produzidos em e por tal atividade” (DANIELS, 2003, p.112).

Porém, não podemos deixar de comentar que há controvérsias em torno da relação existente entre a produção teórica de Vygotsky e a de Leontiev. Em colóquios abertos na antiga União Soviética, segundo Wertsch (1985), discutia-se até que ponto a teoria da atividade de Leontiev confirmava ou distorcia as idéias de Vygotsky. Em seus estudos sobre a Psicologia histórico-cultural e a teoria da atividade, Zinchenko (1998) as considera como duas linhas de pesquisa dentro de uma mesma escola, lembrando que Vygotsky toma o signo como unidade, enquanto que para Leontiev esta última é representada pela atividade. Davydov e Radzikhovshie (1988), pertencentes à terceira geração de psicólogos soviéticos, consideram que as raízes da Teoria da Atividade estão nos escritos da Teoria

Psicológica de Vygotsky, que em razão de sua morte precoce foram desenvolvidas por seus colaboradores, especialmente por Leontiev. Este também é nosso entendimento sobre a origem da Teoria da Atividade, e, para tanto, reafirmamos nossa posição com as palavras de Davydov e Zinchenko (2001, p.165): “[...] a teoria da atividade é um novo e legítimo estágio no desenvolvimento da teoria histórico-cultural”.

O foco de estudos de Leontiev estava voltado para a análise das atividades que levam à interiorização de ações externas em forma de processos mentais internos. O esquema abaixo ilustra esse processo:



Quadro 02: Esquema esboçado por Garnier, Berdnarz e Ulanovskaya (1996, p.13).

Leontiev distinguiu os conceitos de atividade e ação, que segundo Daniels (2003) não foi suficientemente desenvolvido por Vygotsky. A teoria da atividade parte do princípio de que o homem somente pode apropriar-se do ambiente cultural como ser ativo. A internalização ou interiorização é, portanto, resultado de uma atividade do sujeito com os outros e com o objeto de conhecimento. A atividade surge de uma necessidade. Essa necessidade se concretiza mediante um objeto adequado, numa relação com o motivo que desencadeia a entrada em cena da estrutura da atividade. Leontiev (1978, p.76) cita o exemplo de uma caçada para exemplificar uma atividade coletiva, porém apresentaremos um exemplo da atividade em que estamos inseridos – a atividade de pesquisa. A necessidade de compreender as razões da dificuldade de aprendizagem dos conteúdos matemáticos, encontrou no estudo da aprendizagem conceitual o objeto adequado para satisfazer essa necessidade intelectual e profissional. A

necessidade inicial encontrou nesse objeto o motivo para a entrada em cena da atividade de pesquisa. A partir daí, objetivos, ou metas, são delineados.

Para que os objetivos sejam atingidos, diferentes ações devem ser executadas, cada uma delas orientada para objetivos concretos. Seguindo-se, ainda, nosso exemplo, ações de estudo devem ser realizadas; a realização dessas ações depende das condições e ferramentas disponíveis pelas circunstâncias presentes (tempo, bibliografias e materiais disponíveis, orientação, dentre outras). As ações, isoladamente, não satisfazem à necessidade mas, estando sua finalidade consciente pelo sujeito que a realiza, oferece instrumentos para a sua satisfação.

A estrutura da atividade pode ser utilizada para o entendimento, tanto das atividades coletivas como das individuais; para a compreensão de atividades movidas por necessidades físicas ou ainda por aquelas movidas por necessidades cognitivas. Nesse sentido, é importante perguntar: como esse processo de internalização pode ajudar a compreender a aprendizagem escolar? Como essa aprendizagem pode contribuir para o desenvolvimento dos estudantes?

3.2 DESENVOLVIMENTO DAS FUNÇÕES PSÍQUICAS SUPERIORES E O PAPEL DA EDUCAÇÃO

Na perspectiva teórica adotada neste trabalho há uma estreita relação entre ensino, aprendizagem e desenvolvimento psíquico. Compreender a interação entre esses fenômenos é importante para posteriormente, identificarmos situações de ensino e tipos de aprendizagem de conteúdos escolares, de modo especial, de conceitos matemáticos que realmente sejam promotores do desenvolvimento.

Ao tentar compreender a origem e a evolução do desenvolvimento do psiquismo, Vygotsky (1983) encontra na história do desenvolvimento do homem elementos para considerá-lo um ser que se constitui na interação entre o biológico e o social. O autor, tomando como base o referencial marxiano, interessou-se,

fundamentalmente, pelo papel da interação social ao longo do desenvolvimento do homem e verificou que a origem da consciência está nas relações que o homem mantém com o mundo e com sua cultura. De acordo com Marx (1984), mudanças na história da sociedade e na vida material promovem mudanças na consciência e no comportamento humano. Leontiev (1978, p.267) explica que: “[...] as aptidões e caracteres especificamente humanos não se transmitem por hereditariedade biológica, mas adquirem-se no decurso da vida por um processo de apropriação da cultura criada pelas gerações precedentes”.

Covolán (2002) ressalta que, investigar as funções psicológicas superiores e suas relações recíprocas, foi a principal preocupação de Vygotsky, entendendo que tais funções caracterizam o funcionamento psicológico essencialmente humano. Quais são essas funções e por que são consideradas superiores? As ações conscientemente controladas, a atenção voluntária, a memória ativa, o pensamento abstrato, a percepção, o comportamento intencional são consideradas funções superiores, são prerrogativas essencialmente humanas e dependem de processos de aprendizagem. Estas funções são denominadas de “superiores” por se diferenciarem de mecanismos mais elementares como ações puramente reflexas e automatizadas, por exemplo, a sucção realizada pela criança em busca de alimento no seio materno ou mesmo o movimento da cabeça em direção a um ruído inesperado, ou ainda as funções presentes nos demais animais. As funções psíquicas superiores possibilitam ao homem pensar em objetos ausentes, planejar ações que serão realizadas posteriormente, criar e, essencialmente, controlar sua atividade psíquica.

As demais abordagens psicológicas sobre o desenvolvimento humano também estudam essas funções, porém, divergem da Teoria Histórico-Cultural quanto a origem e desenvolvimento delas. A tendência inatista-maturacionista parte do princípio de que os fatores hereditários e a maturação – desenvolvimento biológico – são mais importantes para o desenvolvimento humano do que a aprendizagem.

Já para a abordagem comportamentalista, os fatores externos, a experiência e a educação são determinantes para o desenvolvimento da criança, ou seja, os comportamentos, habilidades e pensamentos são aprendidos.

Para a abordagem histórico-cultural há um processo de interação entre o biológico e o social, sendo que as reações herdadas biologicamente – memória, percepção, reflexos, dentre outros – em contato com a cultura vão se transformando em funções com características eminentemente humanas.

Segundo Luria, Vygotsky acreditava que:

[...] as funções psicológicas superiores do ser humano surgem na interação dos fatores biológicos, que são parte da constituição física do *Homo sapiens*, com os fatores culturais, que evoluíram através das dezenas de milhares de anos de história humana (LURIA, 1992, p.60).

Sendo assim, para Vygotsky, os fatores biológicos são determinantes dos processos psicológicos elementares, como reações automáticas, ações reflexas e associações simples. Enquanto que, as ações conscientes reguladoras, atenção e memórias voluntárias, pensamento abstrato, imaginação, etc., consideradas processos psicológicos superiores, são de origem sócio-cultural.

Luria (1992) já afirmava que o cérebro não é um sistema de funções fixas, programadas e imutáveis, mas um órgão dinâmico, flexível e ativo, com capacidade para modificar sua organização estrutural em resposta às nossas necessidades e ações no mundo. Essa capacidade de reorganização do sistema nervoso central é denominada de plasticidade cerebral.

A organização neural e a arquitetura das sinapses começam a exercer suas funções ainda na vida uterina, impostas por nosso programa genético, mas a “[...] cada nova experiência do sujeito, redes de neurônios são reorganizadas, outras tantas sinapses são reforçadas” (AGONILHA, 2005, p.1), com o objetivo de aumentar a capacidade operacional do sistema cerebral. A nutrição materna não adequada, drogas ou infecção virosa podem afetar essa construção neural no ambiente uterino. A descoberta que a atividade elétrica das células cerebrais muda a estrutura física do cérebro, é uma das mais importantes da neurociência nos últimos tempos. Isto significa que o cérebro de uma criança sofre transformações. É justamente neste aspecto que reside a grande contribuição de Vygotsky para nossa compreensão dos processos de aprendizagem, no que diz respeito a sua ênfase na relevância dos fatores socioculturais, na formação das estruturas responsáveis pelos processos cognitivos.

A necessidade de entender como uma criança que possui, inicialmente, funções elementares e biológicas, transforma-se em um sujeito sócio-cultural, apropriando-se dos instrumentos culturais e simbólicos assumidos em sociedade, nos leva a estabelecer um paralelo entre o plano filogenético e o plano ontogenético.

3.2.1 O desenvolvimento das funções psíquicas no plano filogenético

O desenvolvimento das funções psíquicas superiores não está presente na cultura como um dado natural. O homem não conta com todas essas capacidades desde a origem da espécie, elas foram desenvolvidas ao longo da história. Desde que Darwin, em 1859, apresenta em seu livro “A origem das espécies”, a sua Teoria da Evolução, Leontiev comenta que:

Engels, sustentando a idéia de uma origem animal do homem, mostrava que, ao mesmo tempo que o homem é profundamente distinto dos seus antepassados animais e que a hominização resultou da passagem à vida numa sociedade organizada na base do trabalho; que esta passagem modificou a natureza do homem e marcou o início de um desenvolvimento que, diferentemente do desenvolvimento dos animais, estava e está submetido não às leis biológicas, mas as leis sócio-históricas (LEONTIEV, 1978, p.262).

Observamos que o animal apresenta um comportamento de adaptação à natureza, modificando-se organicamente, especializando seus órgãos perceptivos para a utilização de instrumentos que apenas executam uma operação que se tornou automatizada, que faz parte de uma atividade já conhecida. Essas operações não se fixam nos instrumentos, não existindo nos animais “processos de aquisição de instrumento: o emprego do ‘instrumento’ não forma neles novas operações motoras; é o próprio instrumento que está subordinado aos movimentos naturais, fundamentalmente instintivos, no sistema dos quais se integra” (LEONTIEV, 1978, p.269). Isto nos leva a compreender porque os animais não conseguem acumular conscientemente os instrumentos e, conseqüentemente, transmiti-los para outras gerações.

No homem esta relação é completamente diferente. A aquisição do instrumento acontece com a apropriação das operações motoras que nele estão incorporadas e essas operações são modificadas em função das necessidades que surgem na relação que o homem estabelece com a natureza. Para transformá-la, ele aprimora seus instrumentos. “É ao mesmo tempo um processo de formação activa de aptidões novas, de funções superiores, ‘psicomotoras’, que ‘hominizam’ a sua esfera motriz” (LEONTIEV, 1978, p.269). Quando Vigotski discute o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, como a memória, a linguagem e o pensamento, ele enfatiza que o maior grau desse desenvolvimento depende do meio externo, de ferramentas do meio social, principalmente da posse e o domínio da linguagem, numa relação mediada, sendo os sistemas simbólicos os elementos intermediários entre o homem e o mundo.

Sob pressão imediata das condições externas, o homem, em sua luta ativa com o mundo exterior, aprendeu a não usar diretamente suas capacidades naturais na luta pela existência, mas a desenvolver primeiro métodos mais ou menos complexos para ajudá-lo nessa luta. No processo da evolução, o homem inventou ferramentas e criou um ambiente industrial cultural, mas esse ambiente industrial alterou o próprio homem; suscitou formas culturais complexas de comportamento, que tomaram o lugar das formas primitivas. Gradativamente, o ser humano aprende a usar racionalmente as capacidades naturais. A influência do ambiente resulta no surgimento de novos mecanismos sem precedentes no animal; por assim dizer, o ambiente se torna interiorizado; o comportamento torna-se social e cultural não só em seu conteúdo, mas também em seus mecanismos, em seus meios. [...] Muito embora as funções, naturais, inatas, sejam semelhantes no homem primitivo e no homem cultural ou, em alguns casos, possam até deteriorar-se no correr da evolução, o homem cultural difere enormemente do homem primitivo pelo fato de que um enorme repertório de mecanismos psicológicos-habilidades, formas de comportamento, signos e dispositivos culturais – evoluíram no correr do processo de desenvolvimento cultural, como também pelo fato de que toda a sua mente se alterou sob a influência das condições complexas que o criaram (VYGOTSKY; LURIA, 1996, p.179-180).

Se as condições objetivas modificam as subjetivas – o trabalho modifica a natureza humana – isto significa que as funções psicológicas superiores, como o raciocínio, a atenção, a percepção, a memória, dentre outras, não são universais

e inatas, ou seja, não se mantêm inalteradas sob quaisquer condições materiais. Vygotsky e Luria buscaram evidências empíricas desse fenômeno analisando o comportamento do homem em sociedades mais primitivas e comparando estas às sociedades mais desenvolvidas. Com base nas pontuações de Vygotsky no que diz respeito às funções psicológicas, Tuleski, afirma que a Teoria Histórico-Cultural:

Elimina a idéia de que as funções psicológicas são dadas desde o nascimento e não sofrem alterações qualitativas e que são comuns a todos os homens, independentemente do período histórico ou da sociedade em que vivam. Ao contrário, ele demonstra quanto a diversidade qualitativa das funções está ligada à característica de sobrevivência, de organização e das relações que cada tipo humano estabelece com os outros homens e com a natureza (TULESKI, 2002, p.101).

O processo de humanização está em constante movimento, pois a individualidade que constitui o sujeito é conquistada no modo como a sociedade se organiza e tanto os homens como as condições de vida sempre se transformam no decorrer do tempo.

Na atividade produtiva, o homem interfere no ambiente natural, produzindo objetos e fazendo uso deles, transformando, atribuindo-lhes novas qualidades em virtude de suas diferentes utilidades e necessidades. Quando o homem usava suas mãos como cuia para beber água, não tinha a necessidade de um conhecimento mais complexo de volume. Das necessidades básicas do alimento sobreveio a do armazenamento, distribuição e utilização da água. Desde a fabricação de simples instrumentos de pedras ou madeira à construção de grandes redes de abastecimento e modernas hidrelétricas demandam o uso de “instrumento para fazer instrumentos” (PALANGANA, 1995, p.18).

Dessa maneira, o sujeito constitui suas formas de ação em atividades e, sua consciência nas relações sociais. O trabalho promove maior otimização de ações compartilhadas e, isso, possibilita o desenvolvimento da linguagem. Sua ação intencional na transformação da natureza propicia, a partir dos artefatos, a elaboração de construções mentais que antecipam os objetos a serem produzidos. É certo que tal comportamento é tipicamente humano, em que decisões são tomadas com base em novas informações, identificando o seu caráter voluntário e intencional.

Esse processo de produção da cultura e, conseqüentemente, dos seus objetos e fenômenos, é um processo dinâmico que desencadeia a necessidade de uma atividade de fixação e transmissão às gerações seguintes. Assim, o movimento da história só é possível com a transmissão, a cada nova geração, do conhecimento organizado ao longo do desenvolvimento da humanidade.

Enfim, o homem se hominiza ao interagir com essa cultura. Cada indivíduo aprende a ser homem quando se apropria dos instrumentos simbólicos já alcançados no decurso do desenvolvimento histórico da humanidade.

Se “ [...] as aptidões e as funções que se desenvolvem no decurso da história social da humanidade não se fixam no cérebro do homem e não se transmitem segundo as leis da hereditariedade” (LEONTIEV, 1978, p.270), como cada criança se desenvolve? Em outras palavras, como ocorre o desenvolvimento humano no plano ontogenético?

3.2.2 O desenvolvimento das funções psíquicas no plano ontogenético

Ao nascer o ser humano é inserido em um mundo já organizado e se apropria do patrimônio cultural da humanidade participando das atividades produtoras e sociais, que lhe permitem estar entre os sujeitos e trocar significados com eles. É por essa diferença que Tuleski (2002, p.115) afirma: “[...] não existe um paralelo rigoroso entre a evolução da espécie humana e o desenvolvimento infantil, pois a criança já nasce em um ambiente cultural-industrial existente e este fato torna-se a principal diferença entre a criança e o homem primitivo”.

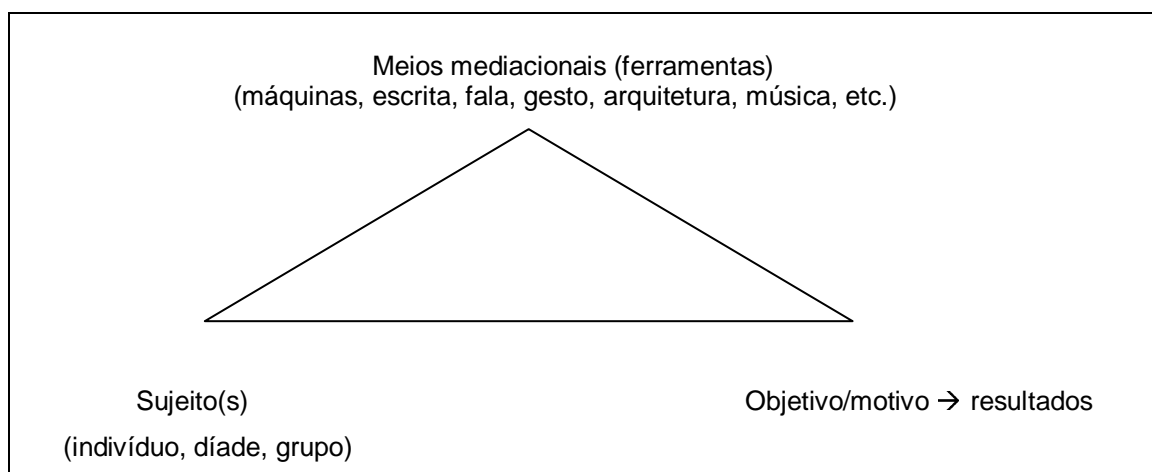
Vygotsky procurou compreender as formas mais elevadas de comportamento humano para entender o processo de apropriação, desenvolvimento e integração da criança com seu meio histórico-cultural.

Uma criança pequena não consegue resolver problemas complexos da vida real por meio de adaptação direta; só começa a utilizar caminhos indiretos para resolver esses problemas depois que a escola e a experiência tiverem refinado o processo de adaptação, depois que a criança tiver adquirido técnicas culturais. Em ativo confronto com o meio ambiente, desenvolve a capacidade de utilizar coisas do mundo exterior, como

ferramentas, ou como signos. De início, o uso funcional dessas coisas possui um caráter ingênuo, inadequado; subseqüentemente, a criança passa aos poucos a dominá-las e, finalmente, as supera, ao desenvolver a capacidade de utilizar seus próprios processos neuropsicológicos como técnicas para alcançar determinados fins. O comportamento natural torna-se comportamento cultural; técnicas externas e signos culturais aprendidos na vida social tornam-se processos internos (VYGOTSKY; LURIA, 1996, p.219).

Esta análise revela que a relação do homem com o mundo não é uma relação direta mas, trata-se necessariamente, de um processo mediado: “[...] mediação em termos genéricos, é o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação [...]”, aponta Oliveira (1997, p.26).

Daniels com base nos princípios da Teoria da Atividade expõe a representação da atividade mediada (Quadro 03), elaborada por Engeströn:



Quadro 03: Representação da atividade mediada (DANIELS, 2003, p.114)

Na representação acima, Engeströn procura descrever o ato mediado na ação dos sujeitos sobre o objeto em busca de resultados. Fica claro que o homem não age sobre o objeto de forma mecânica e direta, ele é movido por objetivos, ou seja, a ação humana é *intencional*. O homem interage com o objeto mediante ferramentas disponíveis em seu contexto social, isto é, a ação humana é *mediada*.

Na participação em atividades com outros seres humanos, o sujeito utiliza a língua, teorias, artefatos e modos de agir da coletividade, enfim, elementos culturais que trazem consigo a consciência social dessa coletividade. Assim, a consciência não existe a priori no sujeito como particularidade de cada ser, ela se

desenvolve na interação com outros sujeitos, na realização de atividades com fins específicos, nas quais se fazem presentes a utilização de meios mediacionais.

Como exposto na representação da atividade mediada, instrumentos e signos são os meios mediacionais. Os instrumentos – por exemplo, enxada, arado, máquinas – tornam-se elementos essenciais postos entre o trabalho e o homem como forma de ampliar sua ação. Na atividade coletiva se estabelecem as relações sociais em que o instrumento é construído para realizar um determinado objetivo. Leontiev (1978, p.83) afirma que “[...] o instrumento é um objeto social, o produto de uma prática social, de uma experiência social de trabalho”.

Enquanto os instrumentos são considerados elementos externos ao sujeito, com a função de provocar transformações voltadas para fora dele, os signos – são orientados para dentro do sujeito, tornando-se ferramentas auxiliares dos processos psicológicos.

O homem se utiliza de signos como elementos de representação simbólica. Por exemplo, a utilização dos dedos da mão para “guardar” quantidades auxiliava nas tarefas que exigiam memória ou atenção. A necessidade de controle de grandes quantidades inviabiliza esta ação, e a ampliação dessa capacidade do homem em sua ação no mundo exige a criação de novos signos. O instrumento utilizado para representação de quantidade de agrupamentos maiores passa a ser uma representação gráfica, e a idéia da quantidade representada, deixa de ser o objeto. O símbolo gráfico age como um aspecto externo do ato de lembrar-se, fazendo parte de uma memória mediada, podendo ser utilizado na organização de novas ações, em momentos posteriores.

Vygotsky faz uma analogia entre o papel dos instrumentos de trabalho na transformação e no controle da natureza e o papel dos signos como instrumentos psicológicos, apontando-os como ferramentas auxiliares no controle da atividade psicológica. As representações simbólicas utilizadas vão se transformando em processos internos de mediação. A partir desse momento, o sujeito passa a fazer uso de signos internos, ocorrendo a elaboração de representações mentais que substituem os objetos do mundo real: “[...] as representações mentais da realidade exterior são na verdade, os principais mediadores a serem considerados na relação do homem com o mundo” (OLIVEIRA, 1997, p.35).

Com o surgimento do trabalho os signos foram criados e compartilhados como instrumentos no desenvolvimento da atividade coletiva, nas relações sociais do grupo no qual o sujeito se desenvolve, adquirindo um significado e constituindo-se em instrumentos psicológicos que fazem a mediação entre o homem e o mundo. Estes permitem a comunicação e a interação com o ambiente e com outros seres humanos.

Isto significa que é na troca com seus pares que os sujeitos vão internalizando conhecimentos, papéis e funções sociais, o que possibilita o desenvolvimento do conhecimento e da consciência. Esse movimento de formação caminha do plano social, das relações intersíquicas, para o plano individual, para as relações intrapsíquicas. Nesse sentido, desde que a criança nasce está inserida em um processo educativo, interagindo com os elementos culturais presentes no seu entorno.

O universo cultural, o meio próprio dos homens construído ao longo da sua história, só é acessível ao sujeito quando este partilha do mesmo mundo simbólico dos outros e dos mesmos sistemas de significação. Esta relação do indivíduo com o coletivo é o que confere a cada sujeito a sua condição humana, possibilitando apropriar-se do saber socialmente elaborado e das habilidades adquiridas ao longo dos anos. Os processos educativos são, portanto, imprescindíveis para o desenvolvimento da criança.

A educação a que estamos nos referindo não tem o sentido apenas de atividades desenvolvidas na escola, mas de toda intervenção que visa o desenvolvimento humano. Vygotsky apresenta a educação da seguinte forma:

A educação só pode ser definida como a ação planejada, racional, premeditada e consciente e como intervenção nos processos de crescimento, natural do organismo. Consequentemente, só poderá ter caráter educativo aquela fixação de novas reações que, de uma forma ou de outra, intervenha nos processos de crescimento e os oriente (VYGOTSKY, 2001, p.77).

3.2.3 O papel da educação escolar

A concepção de Vygotsky acerca da educação, exposta acima, parece evidente quando nos referimos à educação de modo geral, mas, é essa também a

finalidade da educação sistematizada? No cotidiano escolar, normalmente, acabamos presos às finalidades imediatas do ensino. O estudante deve aprender determinados conteúdos porque serão objetos de avaliação na própria escola, no vestibular ou em concursos e seleções para empregos. Essa demanda imediata nos distancia da preocupação com a finalidade da educação escolar no sentido apontado pela abordagem Histórico-Cultural e pela Teoria da Atividade, como meio de aquisição de instrumentos cognitivos.

Sforni (2004) destaca que quanto mais rudimentares são as relações de interação com a natureza, mais simples são os signos e instrumentos culturais necessários e, por isso estes podem ser adquiridos por meio da observação e do uso. Porém, se a organização social é complexa, apresentando níveis de divisão de trabalho, mais elaborados são os elementos culturais que cada sujeito deve apreender, e as formas de apropriação, necessitarão de situações específicas de ensino e de aprendizagem.

Assim, podemos entender que nas sociedades em que a cultura está sistematizada e não diretamente acessível, cabe à educação escolar um papel significativo na aquisição de instrumentos cognitivos que permitam ao homem adquirir e participar desse universo cultural e desenvolver formas de pensamento. Na sociedade atual, dada a complexidade dos instrumentos e signos presentes no contexto social, maior é a necessidade da escola como local responsável pela humanização dos sujeitos.

O papel da escola é promover uma educação intencional e organizada, possibilitando ao aluno o domínio do conhecimento socialmente produzido. Esse conhecimento, além de presente nos instrumentos físicos, está sistematizado em fórmulas, juízos, conceitos, enfim, na linguagem. A linguagem, ou as generalizações presentes nela, é a “matéria-prima” do conhecimento escolar.

Se as palavras são signos, se “[...] todas as funções psíquicas superiores são processos mediados, e os signos constituem o meio básico para dominá-las e dirigi-las” (Vygotsky, 1998, p.70), logo, o conteúdo escolar se configura no meio de controlar e focalizar a atenção, a percepção, a memória, o pensamento e as demais funções psíquicas superiores. Funções que são conscientemente ativadas na aprendizagem de conceitos científicos.

Os conceitos científicos, com as atitudes totalmente distintas para o objeto, mediadas por outros conceitos com seu sistema hierárquico interno de relações mútuas, constituem a esfera em que a tomada de consciência dos conceitos, ou seja, a generalização e domínio surgem aparentemente em primeiro lugar. Uma vez que a nova estrutura de generalização tenha surgido, é transferida como qualquer estrutura, como um determinado princípio de atividade, sem necessidade de aprendizagem alguma, para todas as esferas restantes do pensamento e dos conceitos. Deste modo, a tomada de consciência vem pela porta dos conceitos científicos (VYGOTSKY, 1982, p.213-214).

O conjunto de saberes que os homens elaboraram ao longo dos anos, por meio de signos e símbolos sistematizados na linguagem socialmente constituída, por meio da qual a experiência humana pode ser transmitida, deve ser de acesso a toda criança na sua trajetória escolar, contribuindo para o desenvolvimento do pensamento capaz de questionar e compreender a realidade atual.

Esses conteúdos precisam ser reescritos, selecionados e organizados à luz de princípios didáticos que considerem essa potencialidade formativa dos conceitos, nos termos da Teoria Histórico Cultural.

3.3 APRENDIZAGEM CONCEITUAL SEGUNDO A ABORDAGEM HISTÓRICO CULTURAL

Quando se procura entender o desenvolvimento da criança na escola é preciso compreender como ocorre o desenvolvimento mental em razão da aprendizagem. Dois aspectos merecem atenção no estudo do desenvolvimento do pensamento: “as mudanças da estrutura do próprio significado da palavra e as funções, os modos de movimento das palavras que podem realizar-se no pensamento discursivo”, como indica Vygotsky (2001, p.522).

A palavra exerce a função de conceito e pode ser utilizada por crianças em idade pré-escolar, na comunicação com outros sujeitos. Dessa forma, Usdnadze salienta que:

[...] enquanto os conceitos completamente formados aparecem relativamente tarde, as crianças começam cedo a utilizar as palavras e a estabelecer, com a ajuda destas, uma compreensão mútua com os adultos e entre elas próprias. A partir desta constatação, ele conclui que as palavras exercem a função de conceito e podem servir como meio de comunicação muito antes de atingir o nível de conceitos característico do pensamento plenamente desenvolvido (USDNAZE apud VYGOTSKY, 1998, p.69).

Considerando isso, as crianças podem compreender um problema e entender o motivo pelo qual necessitam resolvê-lo, porém, afirma Vygotsky:

[...] como as tarefas de compreender e comunicar-se são essencialmente as mesmas para o adulto e para a criança, esta desenvolve equivalentes funcionais de conceitos numa idade extremamente precoce, mas as formas de pensamento que esta utiliza ao lidar com essas tarefas diferem profundamente das do adulto, em sua composição, estrutura e o modo de operação (VYGOTSKY, 1998, p.69).

Ainda que, a compreensão dos objetivos ou do problema a ser resolvido seja a mesma, os caminhos para resolvê-lo não são os mesmos para crianças e adultos. Está nos meios que cada um utiliza para solucionar esta operação, a diferença fundamental entre o pensamento conceitual do adulto e o pensamento conceitual da criança.

O desenvolvimento do processo de conceitualização acontece no decorrer processo da apropriação dos conhecimentos historicamente elaborados e acumulados pela humanidade, mediada pela prática-social, pela palavra, na interação com os outros. A palavra, em sua gênese, constitui uma forma primária do conceito, à medida que reproduz uma generalização da realidade.

Entretanto, quando a palavra começa a ser utilizada, o seu desenvolvimento no pensamento da criança, vai sofrendo profundas transformações porque os significados das palavras modificam-se. O conceito pode atingir níveis de compreensão mais elevados dependendo das interações sociais que a criança participa. A palavra que no início se refere aos objetos de sua experiência concreta, posteriormente, vai possibilitar à criança pensar no objeto, mesmo na sua ausência, emancipando seu pensamento do concreto e da percepção, tornando-se, como afirma Couto:

[...] uma síntese mais ampla e complexa do concreto com o abstrato, transformando-se, assim, num símbolo do conceito. Esta mudança de função da palavra, de meio de formação a símbolo do conceito, resulta do desenvolvimento e da evolução do significado da palavra. A palavra gato pode ser apreendida pela criança com base em sua experiência concreta, como um gato com quem brincou. Logo em seguida (ou quase ao mesmo tempo), a palavra gato passa a ser usada para se referir a todos os gatos que possa ver, por ventura, na televisão, no zoológico, em outras circunstâncias, e não apenas àquele que viu, tocou e brincou. Desta forma, o pensamento partiu de uma experiência particular e generalizou o uso da palavra para identificar outros gatos. Assim, a palavra já é um tipo primário de generalização, na medida em que reproduz no pensamento este movimento do particular para o geral e do geral para o particular. Vygotsky identifica este processo de generalização com o reflexo conceitualizado da realidade. [...] o mesmo gato poderá ser identificado por outras palavras (conceitos) como felino, animal, mamífero, ser vivo, natureza, etc.; porque, à medida que avança o desenvolvimento do significado da palavra, também aumenta o seu grau de generalização, fazendo com que a relação do sujeito com o objeto (em nosso exemplo, da criança com o gato) seja cada vez mais mediado por um conjunto de palavras, por um sistema simbólico (COUTO, 2004, p.2).

A aprendizagem e o desenvolvimento são processos diferentes, mas dependentes entre si, e existem entre eles relações complexas que, se pesquisadas, nos permitem entender os aspectos anteriormente referidos em relação ao desenvolvimento da linguagem. A aprendizagem se inicia antes da idade escolar, adiantando-se e promovendo o desenvolvimento. Por exemplo, quando a criança pequena pronuncia a palavra “quatro”, domina involuntariamente a gramática antes de estudar a escrita, mas voluntariamente ela não consegue nem combinar sons com as consoantes “tr” para escrever as palavras e nem entender que quantidade está representada pelo numeral pronunciado.

É muito difícil o emprego voluntário das mesmas funções discursivas que antes, ela já empregava de forma involuntária.

Se as funções mentais são socializadas e reconstruídas por meio da comunicação, do inter-relacionamento, então, na escola, é preciso estar atento à qualidade das informações, do saber mediado na relação professor/aluno, uma vez que esse saber

carrega em si potencialidades em termos de formação (PALANGANA; GALUCH; SFORNI, 2002, p.115).

A compreensão da diferença entre a aprendizagem espontânea e a sistematizada é muito importante para o professor, pois, às vezes, o professor ingenuamente se refere à uma dificuldade de aprendizagem apresentada pelo aluno, por exemplo, quando observa que ao ir ao mercado o aluno é capaz de realizar uma compra, mas não consegue na escola escrever a operação realizada, como se a aprendizagem espontânea fosse naturalmente transferida para a aprendizagem sistemática.

Vygotsky (2001, p.532) explica que: “Na medida em que a criança toma consciência do que faz e como o faz, as suas funções se tornam voluntárias. [...] O problema da atividade voluntária está na dependência direta do problema da conscientização dessa atividade”. Na criança pequena o pensamento está bastante conectado com a percepção, com a experiência sensorial, pois ela pensa com imagens objetivas. Apesar de a linguagem dos adultos dirigir o desenvolvimento mental da criança em seus primeiros anos, ela não pode “descobrir” o conteúdo dos conceitos. Percebemos que a criança pequena não consegue formular uma definição verbal, limitando-se a mostrar os signos exteriores perceptíveis dos objetos ou fenômenos. Em seu pensamento existe aquilo que ela percebe diretamente e seu “[...] pensamento tem um caráter prático concreto muito marcante”, afirma Menchiskaia (1969, p.270).

Já na idade pré-escolar, o desenvolvimento do pensamento está relacionado “[...] à ampliação da experiência infantil e ao conhecimento da realidade que rodeia a criança”, como complementa Menchiskaia (1969, p.270). O interesse da criança já não se limita a objetos e fenômenos isolados, engloba relações e conexões existentes entre eles. É possível perceber o desenvolvimento da criança na capacidade de estabelecer juízos, apesar de que, quando tenta compreender sozinha os fenômenos, tira conclusões complementares erradas em consequência da falta de conhecimentos. A resposta da criança depende do conhecimento que ela tem, do conteúdo do seu pensamento. Dessa maneira, conhecimentos diferentes podem proporcionar formas de pensar diferentes, desenvolvendo as funções psíquicas diferentemente.

O caráter concreto e objetivo do pensamento da criança conserva uma conexão bastante estreita com a atividade prática. Isso pode ser observado na aprendizagem da Matemática, quando a criança consegue resolver um problema simples de adição e subtração somente se seu pensamento estiver apoiado na atividade prática, na manipulação de objetos concretos, com os quais ela pode executar ações necessárias para resolvê-lo. Também no conhecimento Geométrico a generalização da criança pré-escolar ocorre no nível da percepção direta, daí a necessidade do seu envolvimento em interações ricas, mediadas pela comunicação, com sujeitos mais experientes e materiais concretos que estimulem a observação e a percepção da criança sobre seu entorno.

Com o objetivo de compreender o processo de formação de conceitos, Vygotsky (1998b, p.70-71) se utiliza de um experimento iniciado por um de seus colaboradores, L. S. Sakharov, no qual apresenta aos sujeitos vários blocos de madeira de diferentes cores, formas, alturas e larguras. Com base nos resultados obtidos com os objetos escolhidos e as seqüências dadas teve oportunidade de acompanhar a formação de conceitos e descrever sua gênese.

No processo de formação de conceitos, Vygotsky (1982, p.135-177), destaca três fases básicas - os *sincréticos* (ou “aglomerados”), os *complexos* (noções) e o *conceito* - e cada uma destas fases é composta de várias etapas.

Na primeira fase: *Pensamento Sincrético ou Agregação desorganizada*, a criança pequena agrupa objetos ao acaso, formando conjuntos sincréticos, que como afirma Vygotsky é:

O amontoado, constituído por objetos desiguais, agrupados sem qualquer fundamento, revela uma extensão difusa e não direcionada do significado do signo(palavra artificial) a objetos naturalmente não relacionados entre si e ocasionalmente relacionados na percepção da criança (VYGOTSKY, 1998, p.74).






Quando a criança começa a falar, as palavras não são um fator de organização do mundo real. Embora apresente manifestações verbais, ela ainda não domina a linguagem como um sistema simbólico. Em princípio, aprende a significação das palavras que escuta dos adultos, e o significado que dá às palavras com freqüência, é muito diferente das que estas tem para os adultos, para os quais têm o significado é muito mais amplo. Daí, suas explicações e demonstrações para agrupar objetos não apresentarem um princípio lógico. A

criança percebe cada objeto isoladamente e os aproxima desordenadamente, com seus nexos instáveis e não direcionados aos seus atributos essenciais.

O significado que a criança dá às palavras neste estágio, “[...] denota, para a criança, nada mais do que um conglomerado vago e sincrético de objetos isolados que, de uma forma ou de outra, aglutinam-se numa imagem em sua mente” (VIGOTSKY, 1998, p.74). Algumas etapas são distinguidas nesta fase:









Na primeira etapa: a da *tentativa e erro*, o agrupamento é formado ao acaso e cada objeto erradamente selecionado será substituído por outro por “mera suposição ou tentativa”, diz Vygotsky (1998, p.74). Entretanto, seus elos de pensamento são limitados pelos atos práticos mais próximos da atividade que realizam, elas não pensam sobre o passado e o futuro, não planejam seus atos.

Utilizando-se a Geometria, num trabalho com blocos lógicos procuraremos exemplificar estas etapas. Se apresentamos à criança uma cartela no jogo de bingo, com uma peça selecionada (triângulo amarelo) como no quadro 04.

				
Amarelo				
Azul				
Vermelho				

Quadro 04: Cartela apresentada à criança.

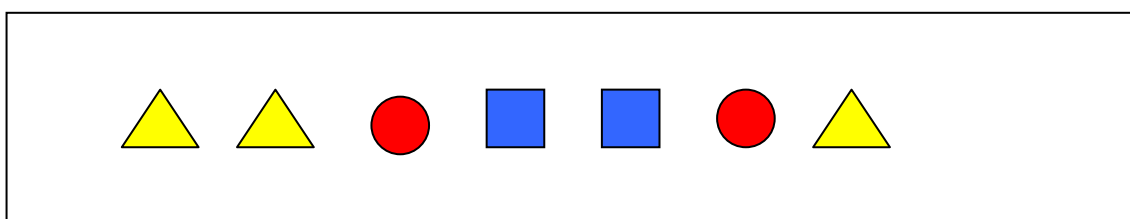
Em seguida, pedimos que junte outras parecidas. É possível que diante da situação, a criança dê a solução apresentada no quadro 05.

				
Amarelo				
Azul				
Vermelho				

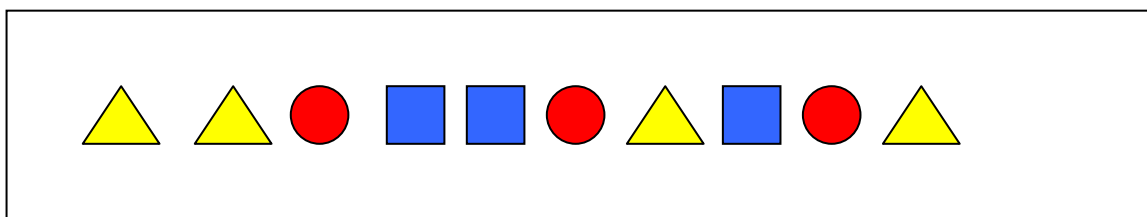
Quadro 05: Cartela preenchida pela criança.

Apontando-se a peça que não faz parte do conglomerado (círculo azul), a criança por tentativas chega ao agrupamento correto, mas este pensamento não se sustenta. Em uma nova situação ela ainda formará agregados desorganizados.

Na segunda etapa: *da organização do campo visual da criança* (VYGOTSKY, 1998, p.75), o agrupamento é determinado pela posição espacial dos objetos, por uma organização do campo visual, puramente sincrética. Por exemplo, ao colarmos na frente da criança algumas peças dos blocos lógicos (quadro 06), em uma determinada disposição espacial e a incentivarmos para continuar a série, percebemos que a organização é dada pelas semelhanças que entre elas se estabelecem nas suas impressões e não mediante traços comuns segundo os quais a série foi organizada, como apresentado no quadro 07.

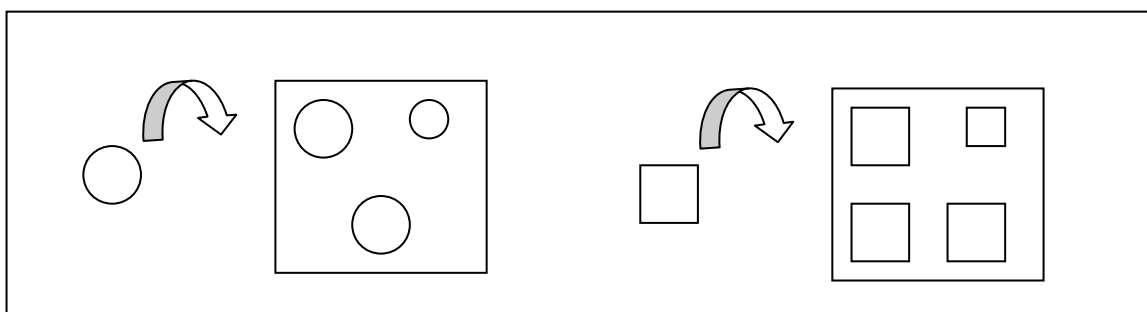


Quadro 06: Série apresentada para a criança:



Quadro 07: Continuidade da série realizada pela criança

Na terceira etapa: *dos elementos tirados de grupos ou amontoados diferentes* (VYGOTSKY, 1998, p.76), que já foram formados pela criança da maneira descrita acima. A criança consegue (quadro 07) atribuir um único significado aos elementos tirados dos diferentes grupos, mas todos esses elementos juntos não guardam nenhuma relação interna entre si e continuam sendo amontoados diferentes.



Quadro 08: Amontoados diferentes.

Ela realiza a relação de pertinência de um elemento ao seu grupo, porém se ao questionarmos onde há maior quantidade de elementos, no grupo dos quadrados ou no grupo dos blocos de madeira, ela indica que é nos quadrados, pois, não consegue estabelecer a relação de inclusão do grupo de círculos e quadrados no conglomerado dos blocos de madeira.

Na segunda fase: do *Pensamento por Complexo*, ocorre na primeira etapa da idade escolar. A criança é capaz de formar agrupamentos incluindo objetos cujas ligações entre si são factuais e concretas e “[...] que de fato existem entre esses objetos” (VYGOTSKY, 1998, p.76), podendo se modificar uma ou mais vezes durante o processo de ordenação, não prevalecendo ligações abstratas e lógicas. Esta fase apresenta as seguintes etapas: associação; combinação; cadeia; difuso e pseudoconceito.

A primeira etapa: da *associação*, a criança estabelece vínculos associativos entre o objeto dado, considerando o núcleo do grupo a ser construído e outros objetos, formando um complexo associativo, apoiando-se nas semelhanças entre os objetos. Vygotsky (1982, p.140) afirma que, “[...] para as crianças nesta fase de desenvolvimento, as palavras deixam de ser denominações de objetos isolados, de nomes próprios. Tornam-se nomes de família”.

Na segunda etapa: da *combinação*, os objetos são agrupados formando coleções, apresentando uma associação tanto por contraste como por semelhança. Nesta etapa, a criança geralmente opera com coleções de objetos que se complementam funcionalmente, como por exemplo: faca, colher, garfo e prato. Dessa maneira, sua ação está voltada para “[...] um agrupamento de objetos com base em sua participação na mesma operação prática – em sua cooperação funcional” (VYGOTSKY, 1998, p.79).

A terceira etapa: do *complexo em cadeia*, pode ser considerada o oposto do complexo associativo, segundo Vygotsky, aqui os elementos interligados em cadeia podem:

[...] pertencer a um complexo por terem um traço comum com qualquer outro elemento que, por sua vez, está vinculado a um terceiro, etc. O primeiro e o terceiro elemento podem não ter nenhum vínculo entre si, mas os dois estão vinculados ao

segundo cada um conforme o seu traço (VYGOTSKY, 2000, p.187).

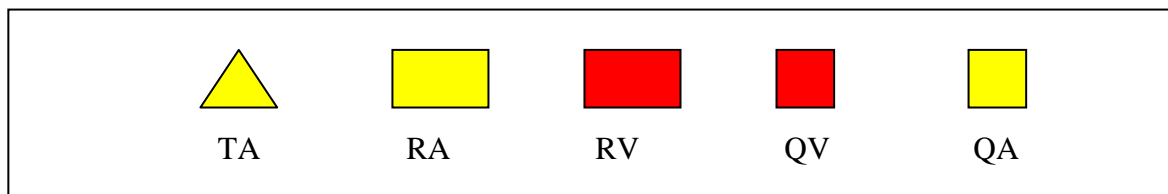
A criança estabelece um vínculo sempre com o último elemento que foi colocado na série. Por exemplo, trabalhando com as seguintes peças: TA (triângulo amarelo), RA (retângulo amarelo), RV (retângulo vermelho), QA (quadrado amarelo) e QV (quadrado vermelho).

Se apresentamos as peças do Quadro 09 para que a criança dê continuidade na cadeia.



Quadro 09: Série de peças apresentada à criança

É possível recebermos como resposta a cadeia exposta no Quadro 10.



Quadro 10: Cadeia de peças apresentada pela criança.

Na quarta etapa: do *complexo difuso*, a criança forma agrupamentos por meio de conexões difusas e indeterminadas. Os complexos que se formam a partir deste pensamento são indefinidos e ilimitados. Por exemplo:

[...] para combinar com um triângulo amarelo, uma criança poderia escolher trapezóides e triângulos, por causa de seus vértices cortados. Os trapezóides poderiam levar a quadrados, estes a hexágonos, que por sua vez levariam a semicírculos e finalmente, a círculos (VYGOTSKY, 1998, p.81).

Na Quinta etapa: antes de se tornarem conceitos propriamente ditos, há um último tipo de complexos, o *pseudoconceito* (VYGOTSKY, 1998, p.82),

considerado como o elo entre o pensamento por complexos e o estágio final – o mais elevado do desenvolvimento da formação de conceitos.

Nos seus agrupamentos a criança já apresenta certa coerência, as classificações não obedecem a um único atributo, podendo fazer uso de dois ou mais atributos de uma só vez, assim como pode modificá-los de acordo com as relações concretas entre os objetos. Os objetos agrupados seriam os mesmos daqueles agrupados quando se usa o conceito, porém, as ligações entre os objetos continuam concretas e visíveis pois, ao se pedir ao sujeito que explique a lei de formação de seu conglomerado, percebemos que o fundamento conceitual está ausente.

A criança generaliza as características perceptíveis do objeto, mas psicologicamente seu conceito é, ainda muito diferente daquele usado pelo adulto. Como “O adulto não pode transmitir à criança o seu modo de pensar”(VYGOTSKY, 1998, p.84), ela vai formando complexos em torno das palavras que vai aprendendo e, os pseudoconceitos na criança são os equivalentes aos conceitos dos adultos. Essa é a principal característica do pensamento pseudoconceitual.

É por isso que para a criança a passagem do pensamento por complexos para o pensamento por conceitos não é percebida, pois, seus pseudoconceitos praticamente coincidem com os conceitos dos adultos, referem-se aos mesmos objetos, a um mesmo círculo de fenômenos. Entretanto, não coincidem em seu significado.

A principal função dos complexos é estabelecer elos e relações. O pensamento por complexos dá início à unificação das impressões desordenadas; ao organizar elementos discretos da experiência em grupos, cria uma base para generalizações posteriores (VYGOTSKY, 1998, p.95).

É importante salientar que os pseudoconceitos constituem a forma predominante e quase exclusiva de pensamento por complexos na idade pré-escolar. Os complexos agrupam objetos de acordo com uma ou mais características, mas para a formação de conceitos é preciso destacar determinados atributos complementares e conferir-lhes funções especiais, pois como afirma Vygotsky (1989, p. 66) “[...] é necessário abstrair, isolar elementos, e

examinar os elementos abstratos separadamente da totalidade da experiência concreta de que fazem parte”.

Por exemplo, de todas as características dos sólidos geométricos, colocaríamos em destaque aquelas que nos permitam concluir que tanto os cubos como as esferas fazem parte do conjunto de sólidos geométricos. Este processo implica o destaque das propriedades mais regulares, gerais e universais, isto é, aquelas que nos permitem agrupar não apenas estes dois sólidos, mas todos os sólidos geométricos. Desse modo, podemos entender que esse movimento constitui a passagem de uma totalidade concreta e particular para outra totalidade (síntese) mais abstrata e geral.

Na terceira fase, que impulsionará à *formação de conceitos* “a criança consegue agrupar objetos com base num único atributo, sendo capaz de “[...] abstrair, isolar elementos, e examinar os elementos abstratos separadamente da totalidade da experiência concreta de que fazem parte” diz Vygotsky (1998, p.95). A função desta fase na evolução do pensamento infantil “[...] é desenvolver a decomposição, a análise e a abstração”(VYGOTSKY, 2000, p.220), mostrando um pensamento abstrato e lógico no qual as classificações obedecem a um único atributo, abstraído, sintetizado por meio de um signo, representado pela palavra. Destacamos duas etapas nesta fase.

A primeira etapa: da *abstração* (VYGOTSKY, 2000, p.221) na qual a formação do conceito vai além da unificação das impressões do sujeito em generalizações, isto é, chega à abstração, isolando os elementos para os examinar separadamente.

Em Geometria, a capacidade para classificar agrupando objetos com um traço comum pressupõe a abstração de elementos, isolando-os do grupo concreto de traços aos quais está efetivamente vinculado, o que requer a combinação da análise e da síntese.

No conjunto de figuras geométricas planas, por exemplo, pode-se caracterizar os paralelogramos. Se considerarmos a palavra paralelogramo um signo que designa figuras que apresentam um par de lados paralelos, teremos: quadriláteros e trapézio, e a palavra quadrilátero um signo que designa figuras com quatro lados (quadrado, retângulo, losango, paralelogramo, trapézio e quadriláteros quaisquer). Concordamos com Vygotsky (2000, p.220), quando

aponta a “[...] necessidade de discriminação, a abstração e o isolamento de determinados elementos e, ainda, a habilidade de examinar esses elementos abstraídos fora do vínculo concreto e fatural em que são dados na experiência”.

Na segunda etapa: dos *conceitos potenciais* (VYGOTSKY, 2000, p.222), quando o sujeito agrupa os objetos levando em conta um único atributo e, esse traço comum abstraído permanece, ou seja, não se perde em meio a outros atributos, e, se torna um atributo marcante, abstraído do grupo concreto de atributos aos quais está efetivamente vinculado.

É esta a diferença principal entre um complexo e um conceito. Enquanto um conceito agrupa os objetos de acordo com um atributo, as ligações que unem os elementos de um complexo ao todo, e entre si, podem ser tão diversas quanto os contatos e as relações que de fato existem entre os elementos (VYGOTSKY, 1989, p.53).

O grau de abstração deve possibilitar a simultaneidade entre a análise e a síntese. É interessante observar que esta fase exige uma tomada de consciência da própria atividade mental porque implica uma relação especial com o objeto, internalizando o essencial do conceito e compreendendo-o dentro de um sistema.

No processo de desenvolvimento dos conceitos infantis “[...] só o domínio do processo de abstração, acompanhado do desenvolvimento do pensamento por complexos pode levar as crianças a formarem os conceitos de verdade” (VYGOTSKY, 1982, p.169).

O significado que a criança dá às palavras nessa fase é a base para o pensamento conceitual, pois todas as experiências e as representações de mundo inserem-se num determinado sistema de conceitos. O processo de formação de conceitos na escola, se entendido como aquele que possibilita a formação de sistemas de conhecimento, traz implicações educacionais, pois como diz o autor acima citado, determinam o desenvolvimento cognitivo dos sujeitos.

Ao ingressar na escola a criança traz conhecimentos que servirão de base para a aquisição dos conhecimentos científicos, denominados conceitos espontâneos. Os conceitos espontâneos ou cotidianos são obtidos pelo sujeito na experiência do dia-a-dia, desenvolvem-se com a ajuda de um adulto; sua atenção

está voltada para o objeto e não para o ato de pensar; “[...] a criança aprende a usar as palavras baseando-se nos significados contextuais que extraem da fala dos adultos” (KOZULIN, 1994, p.162).

No processo de formação de conceitos, Vygotsky (2000) ressalta um aspecto de grande relevância para a educação escolar: a distinção entre os processos de desenvolvimento de conceitos espontâneos e o processo de desenvolvimento de conceitos científicos.

[...] o conceito espontâneo da criança se desenvolve de baixo para cima, das propriedades mais elementares e inferiores às superiores, ao passo que os conceitos científicos se desenvolvem de cima para baixo, das propriedades mais complexas e superiores para as mais elementares e inferiores (VYGOTSKY, 2000, p.348).

Embora o processo de formação dos conceitos espontâneos e científicos siga caminhos diferentes, a interação entre eles nos revela que se trata de um processo único. O desenvolvimento dos conceitos científicos ao apoiar-se em um determinado nível de maturação dos conhecimentos espontâneos, só se torna possível depois que os conceitos espontâneos da criança atingiram um nível próprio do início da idade escolar. Vygotsky ao comentar a gênese dos conceitos espontâneo e científicos aponta que:

[...] o desenvolvimento dos conceitos científico e espontâneo segue caminhos dirigidos em sentido contrário, ambos os processos estão internamente e da maneira mais profunda inter-relacionados. O desenvolvimento do conceito espontâneo da criança deve atingir um determinado nível para que a criança possa aprender o conceito científico e tomar consciência dele. Em seus conceitos espontâneos, a criança deve atingir aquele limiar além do qual se torna possível a tomada de consciência (VYGOTSKY, 2000, p. 349).

Os conceitos científicos são obtidos na aprendizagem escolar, desenvolvem-se com a mediação do professor; considerados meios de realização de ações mentais complexas, relacionados aos processos da linguagem; são inconsistentes numa situação espontânea, exigindo o emprego voluntário das funções do pensamento e capazes de promover o desenvolvimento humano.

Em seus conceitos espontâneos, a criança conhece o objeto e tem a “[...] consciência do próprio objeto representado nesse conceito, mas não tem consciência do próprio conceito, do ato propriamente dito de pensamento através do qual concebe esse objeto”, afirma Vygotsky (2000, p.345).

O autor, acima citado, exemplifica este pensamento na relação que a criança pequena estabelece com o conceito de “irmão”. Ela entende o que significa irmão, mas no momento em que se depara com alguma experiência sobre o irmão do irmão, se confunde. Vygotsky (2000, p.346) esclarece que: “[...] quando a criança apreende um conceito científico, com relativa brevidade começa a dominar precisamente aquelas operações em que se manifesta a fraqueza do conceito de irmão”.

Os conceitos espontâneos são ricos de sentido pessoal nas construções involuntárias da criança, fruto da experiência do seu dia-a-dia. É, justamente aqui, que os conceitos científicos são muito pobres, pois esses se apóiam em informações que ainda não são objeto de sua reflexão consciente.

É necessária a inclusão do conceito de “irmão” em um conjunto mais amplo de generalidade, para tanto, a criança terá que compreender o conceito de pai ou mãe. Esse sistema de conceitos interligados exerce uma mediação entre o sujeito e o objeto.

Para o domínio dos atos do pensamento, ou seja, ter consciência do próprio pensamento, é preciso que a atividade do sujeito esteja voltada para a própria atividade psíquica, e, estando consciente, pode atuar sobre ela de forma deliberada. Dessa forma, consegue converter a percepção, a memória, a atenção em objetos da própria consciência, tendo domínio sobre ela.

O processo de formação dos conceitos científicos é muitas vezes desconhecido pelo professor. Comumente o que é compreendido como “conceito”, é a representação dos objetos identificada em uma palavra-termo que evidencia características externas do conceito. Sforni afirma que:

O conhecimento científico não é apenas a continuação, aprofundamento ou ampliação da experiência concreta, mas exige ir além dela, buscar sua essência a partir da percepção dos nexos internos das coisas oportunizados por meios especiais de abstração, análise e generalização (SFORNI, 2004, p.68).

Como chegar a esse nível de apropriação dos conceitos? Como mobilizar os alunos para essa aprendizagem? Algumas pistas para responder a estas questões podem ser buscadas na explicação do processo de desenvolvimento do psiquismo presente na Teoria da Atividade de Leontiev.

3.4 A ATIVIDADE DO SUJEITO NA APROPRIAÇÃO DO CONHECIMENTO

Leontiev (1978), quando analisa o desenvolvimento da psique infantil, considera que o lugar que a criança ocupa no sistema de relações humanas se altera, em decorrência da influência das circunstâncias concretas da vida. “Existem momentos em que determinado tipo de atividade é mais significativo que outros na relação da criança com a realidade” (SFORNI, 2004, p.91). Leontiev denomina esse tipo de atividade que caracteriza diferentes etapas de desenvolvimento de atividade dominante ou principal.

A actividade dominante é, portanto aquela cujo desenvolvimento condiciona as principais mudanças nos processos psíquicos da criança e as particularidades psicológicas da sua personalidade num dado estágio do seu desenvolvimento (LEONTIEV, 1978, p.293).

Estas fases de desenvolvimento não são determinadas pelo tempo, ou seja, pela idade da criança, mas dependem do grau de influência das condições reais de sua vida, sendo, portanto, modificáveis. A contradição entre o modo de vida da criança e suas novas potencialidades é que a leva de uma fase à outra.

[...] a mudança do tipo dominante de actividade da criança e a sua passagem de um estágio a outro respondem a uma necessidade interior nova e estão ligadas a novas tarefas postas à criança pela educação e correspondem às suas possibilidades novas, à sua nova consciência (LEONTIEV, 1978, p.296).

O autor acima citado, considera que a atividade dominante nas crianças entre 6 e 10 anos, período que se espera estarem participando das atividades escolares, é a atividade de estudo. “Nela surgem os primeiros elementos da

consciência e do pensamento teórico, desenvolvem-se as capacidades correspondentes (reflexão, análise e planejamento) e também as necessidades e motivos de estudo” (SFORNI, 2004, p.92).

Leontiev mostra os processos de desenvolvimento psíquico em duas situações: uma mais ampla, quando o condiciona à mudança da atividade dominante e outra quando refere-se a mudanças no interior da própria atividade, principalmente o surgimento das ações e a transformação destas em operações e funções.

Entendemos que esta última situação contempla momentos mais pontuais do desenvolvimento que podem ser verificados no interior da atividade de estudo, que são importantes para o propósito desta pesquisa.

Para Leontiev, sistematizador da Teoria da Atividade, a estrutura da atividade é constituída pelas necessidades, motivos, finalidades e condições de realização da atividade. A necessidade é um fator gerador condicionante de uma atividade. Ela motiva a criança a ter objetivos e para que esses objetivos sejam atingidos, são necessárias ações. Leontiev esclarece:

Designamos pelo termo de actividade os processos que são psicologicamente caracterizados pelo facto de aquilo para que tendem no seu conjunto (o seu objeto) coincidir sempre com o elemento objectivo que incita o paciente a uma dada actividade, isto é, com o motivo (LEONTIEV, 1978, p.296).

Considerando-se o conceito de atividade, nos termos do referencial que fundamenta esta pesquisa, uma ação transforma-se em atividade, quando o motivo da atividade coincide com o objetivo da ação. Para esclarecer a relação motivo-atividade, utilizaremos o seguinte exemplo: um aluno preparando-se para construir um quebra-cabeça chinês, lê um livro da História do Tangram. Conforme explica Leontiev, a atividade de ler o livro somente para construir o jogo, não é atividade, é uma ação. Seria considerada uma atividade se a leitura do livro fosse realizada pelo próprio interesse no conteúdo.

A leitura do livro para construir o jogo é uma ação, “[...] um processo cujo motivo não coincide com seu objeto, mas pertence à atividade” (SFORNI, 2004, p.98), e a preparação para o jogo era efetivamente a atividade, pois a necessidade de construí-lo é o que mobiliza a ação de ler.

Uma ação pode se transformar em atividade quando o motivo da atividade passar a ser o objeto da ação. Explorando ainda o exemplo do livro, conforme realiza a leitura, o conteúdo do livro pode despertar seu interesse e aos poucos o motivo da leitura desloca-se da construção do jogo e passa a dirigir-se à apropriação do conteúdo da obra. Corroborando com esta idéia, Sforzi esclarece que “[...] ao incorporar o motivo, a leitura deixa de ser uma ação e se transforma em atividade para o sujeito” (2004, p.99).

Uma ação pode ser executada de diferentes modos, os quais Leontiev denominou de operações, “[...] denominarei operações os meios mediante os quais uma ação se leva a cabo” (1981, LEONTIEV, apud SFORZI, 2004, p.98). Na execução de uma ação é possível que precisemos realizar diferentes operações, por exemplo, na memorização da tabuada o sujeito pode repeti-la em voz alta; escrevê-la repetidas vezes; desenhar agrupamentos com o número de elementos indicados, tantas vezes quantas for o multiplicador indicado; adicionar o multiplicando de acordo com o multiplicador dado, etc.. Essas operações distintas, são os meios com os quais o sujeito executa a ação, com o objetivo de atingir o fim dessa ação que é: memorizar a tabuada.

Por sua vez, uma mesma operação pode ser utilizada para realizar diferentes ações, quando, por exemplo, a criança vai se utilizar da mesma operação do desenho de agrupamentos com o número de elementos indicados pelo multiplicador para calcular o número de apartamentos de um prédio; a medida da área de uma quadra de esporte que sofrerá reparos ou a quantidade de caixas de doces presentes em uma pilha no almoxarifado da fábrica.

Para que as operações conscientes se desenvolvam é típico [...] que elas se formem primeiramente como ações, e não podem surgir de outra forma. As operações conscientes são formadas inicialmente como um processo dirigido para o alvo, que só mais tarde adquire a forma em alguns casos, de hábito automático (LEONTIEV, 1998, p.74-5).

As ações interiorizadas podem se transformar em operações, ou seja, instrumentos na realização de novas ações. Operações conscientes que, posteriormente, se transformam em hábitos ou habilidades. A transformação da ação em operação pode ser identificada na aprendizagem tanto de operações

motoras como cognitivas. Tomemos um exemplo de operações cognitivas: Quando um aluno está aprendendo a projetar uma caixa, cada etapa é uma ação separada em sua consciência. A planificação da caixa é uma das ações na atividade de aprender a projetar.

Essa ação, por sua vez, encerra um motivo e como afirma Sforni (2004, p.101) “envolve várias operações independentes, que devem ser coordenadas, para que possa realizá-la”. A atenção da criança volta-se para a elaboração do modelo mental da caixa, a utilização correta da régua, a escolha adequada da unidade de medida a ser utilizada, as dimensões, a projeção de todas as faces e os encaixes para colagem. Assim que o aluno consegue controlar adequadamente essas operações, compreende que todas essas operações são necessárias para projetar a montagem de uma caixa. Isto significa que, esse movimento, vai promovendo no aluno a compreensão de todo o processo.

Em uma nova situação, em que o estudante necessite adequar o modelo de caixas à sua funcionalidade, a prática automatizada conscientemente vai ser acionada e utilizada como uma operação no interior de uma nova ação. A ação consciente realizada na atividade de aprendizagem impulsiona a construção de um modo generalizado de ação, que permite ao sujeito a possibilidade de regular suas ações em novas aprendizagens, transformando muitas delas em operações conscientes. Vygotsky ressalta a importância do automatismo psíquico:

Pode parecer que a automatização diminui o caráter da reação humana, que a reduz a um tipo inferior e a mecaniza, sendo, em linhas gerais, um passo atrás e para baixo em comparação com a reação consciente de tipo racional. Contudo, não é bem assim. É fácil mostrar que a automatização dos nossos movimentos é uma condição psicológica não livre precisamente para o surgimento dos tipos superiores de atividade (VYGOTSKY, 2001, p.83).

Na transformação da ação em operação “há um longo período de transição marcado por avanços e recuos, até que finalmente passa a ser de domínio voluntário do sujeito, acionado para realizar outras ações de caráter mais complexo” (SFORNI, 2004, p.103). É nesse movimento contínuo, porém, não natural que se efetiva o desenvolvimento do sujeito.

Davydov, ao caracterizar a aprendizagem como atividade principal das crianças em idade escolar reforça a idéia de que a educação escolar é o meio mais eficaz para a apropriação da cultura e o desenvolvimento do pensamento.

A particularidade da relação com o conhecimento em situação escolar está no fato de ser um momento intencional de apropriação, de aquisição de instrumentos que podem concomitante ou posteriormente permitir a intervenção prática, mas cujo objetivo primeiro é a tomada para si dos instrumentos simbólicos (SFORNI, 2004, p.107).

Dessa forma, entendemos que o ensino de matemática pode contribuir para o desenvolvimento do pensamento ao disponibilizar ações que se tornem instrumentos para o desenvolvimento das funções psíquicas superiores dos alunos e possibilitar, nos espaços escolares de aprendizagem, situações novas que promovam o movimento das ações intersíquicas e intrapsíquicas no sujeito.

Com base nessa perspectiva é possível inferir que, o movimento do pensamento matemático, torna-se possível a partir da organização de um ensino que promova situações reflexivas em torno da própria atividade realizada. Como já abordado, para a perspectiva vygotskiana, os conhecimentos produzidos ao longo da história estão objetivados nos instrumentos físicos e simbólicos. Os instrumentos físicos podem facilitar e ampliar a capacidade do homem na sua interação com a natureza e “[...] os instrumentos simbólicos exercem também essa função na medida que ampliam as possibilidades de memória, raciocínio, planejamento, imaginação” (SFORNI, 2004, p.179). Podemos considerar os conteúdos escolares, entre eles os conceitos matemáticos, como instrumentos simbólicos, transmitidos socialmente, principalmente por desempenharem tais funções.

4 SEGUNDA AÇÃO: COMPREENDENDO O OBJETO DE APRENDIZAGEM

4.1 A NATUREZA DO CONHECIMENTO MATEMÁTICO

A linguagem matemática faz parte da história dos homens e nos ajuda a perceber que para atender às necessidades primárias do coletivo os homens desenvolveram conhecimentos, mediram, quantificaram, criaram padrões, que ampliaram a capacidade humana de interagir entre si e com a natureza.

Na educação escolar a Matemática deve possibilitar à criança o acesso ao conhecimento já produzido e proporcionar, junto a essa aprendizagem, que processos psicológicos que não se desenvolveriam naturalmente sejam ativados. Tais processos como a análise, a síntese, a generalização estão relacionados com as funções psicológicas superiores, como por exemplo: a atenção, a memória, a análise, de tal forma que, estas, ao mesmo tempo em que, necessitam estar mobilizadas para o processo de aprendizagem também são transformadas (VYGOTSKY, 1989). O desenvolvimento dessas capacidades permite um nível de compreensão mais elevado nos sujeitos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem, contribuindo para melhorar suas ações na sociedade em que estão inseridos.

Assim, a educação matemática desenvolvida na escola deve estar voltada para a apropriação de uma linguagem não morta, mas ativa, ou seja, que assuma a função de instrumento no sentido vygotskyano. Dessa forma, as ações educativas organizadas na escola podem possibilitar que a criança cada vez mais se aproprie do conhecimento científico, para que possa intervir de forma objetiva no seu meio físico e social.

Para que isso aconteça, além do conteúdo a ser ensinado, é necessário conceber a criança como um ser social, que também participa da história, aprendendo e produzindo significados. Sendo assim, há necessidade que adquira certos conteúdos que lhe permitirão o acesso a outros mais elaborados, que por sua vez, irão lhe possibilitar a solução de problemas, também, cada vez mais complexos.

Não há metodologia sem conteúdo, não há leitura psicológica da ação da criança sem conteúdo, não há desenvolvimento do ser sem conteúdo, não há educação sem conteúdo. Os conteúdos científicos, sistematizados historicamente, tanto estão dentro da escola, como permeiam a cultura, aproximando ambas as formas de conhecer a realidade natural e social sempre mais esclarecedoras para o homem. A criança desde que nasce já está dentro deste movimento (MOURA, A.; MOURA, M.,1997, p. 9).

Quando se procura saber por que alguém estuda Matemática, duas respostas são muito comuns: para desenvolver o raciocínio lógico e para aprender a resolver problemas. Posturas herdadas das visões racionalista e pragmatista, respectivamente. Todavia, quando a perspectiva vygotskyana contribui para que se entenda o papel do conhecimento sistematizado no desenvolvimento psíquico, é possível reconhecer que as finalidades expostas acima não contemplam o aspecto essencial da apropriação dos conceitos matemáticos.

Se os signos são os meios básicos para dominar e dirigir as funções psíquicas superiores, como os signos matemáticos desempenham esse papel? A Matemática é um dos vários campos do conhecimento que contribuem para melhoria das condições humanas, isto porque possibilita aos sujeitos a “[...] aquisição gradativa da capacidade de planejar e executar ações, estabelecer metas, escolher ferramentas para executá-las e avaliar o resultado das ações empreendidas para cumprir seus objetivos” (MOURA, A.; MOURA, M.,1997, p. 5). Como afirma este mesmo autor, trata-se de um movimento constante do homem quando busca aprimorar seu modo de vida.

O sujeito estuda Matemática para que, ao lidar com uma nova situação-problema seja possuidor de um conjunto de signos e regras especificamente matemáticos que lhe permitam fazer novas sínteses em suas tomadas de decisões.

Acreditamos que nos objetivos, conteúdos ou na metodologia do ensino de Matemática se resgata conhecimentos produzidos pelo homem para o domínio da natureza, as necessidades sociais e os instrumentos criados para a melhoria da condição humana, produzindo um conteúdo novo.

Nesse sentido, Moura explica:

A matemática vista como o conhecimento em movimento no homem coletivo, isto é, como o conjunto de práticas que se perpetuaram e se concretizaram enquanto conteúdo social, passa a ser elemento essencial no projeto cultural e científico do homem. Ela adquire assim a obrigatoriedade na escola, lugar da educação [...] formal e oficial do projeto educacional de um povo. A escola é, de fato, o lugar onde o conhecimento produzido coletivamente deve ser “apropriado” individualmente pelo sujeito. A forma como este conhecimento torna-se do indivíduo é também parte do projeto educacional e é definidora de práticas pedagógicas que venham a propiciar a difusão do conhecimento escolar. O que queremos ressaltar é que o conhecimento matemático social é movimento cultural fruto da dinâmica das práticas sociais e que a educação é o conhecimento em movimento no indivíduo. O qual, estando imerso no conjunto das práticas sociais, adquire conceitos e passa a operar com eles se construindo como sujeito individual e coletivo. Ao adquirir conhecimentos o indivíduo transforma-se, humaniza-se, contribuindo para a modificação do conjunto de práticas sociais (MOURA, 1992, p.13).

Dessa forma, é que a matemática pode contribuir com vivência de atividades que permitam ao estudante considerar o que aprende como parte de uma atividade humana. Para tanto, é preciso compreender o processo de ensino em um movimento, buscando entender como migrar do conhecimento que já faz parte da cultura para o conhecimento científico.

4.2 OS CONCEITOS GEOMÉTRICOS COMO INSTRUMENTOS DA ATIVIDADE HUMANA

De modo geral a Geometria tem sido ensinada sem nenhuma referência à história de sua construção, indiferente ao significado e à origem deste conhecimento (PAVANELLO, 1989b).

A criança age sem uma percepção clara do significado de suas ações. Muitas vezes, a imposição precoce de símbolos gráficos, representando idéias que não são explicitadas para a criança, contribui para que se tornem bons manipuladores de símbolos, em ações padronizadas. Porém, por não compreender o que está fazendo, não consegue utilizar esse conhecimento para resolver problemas que se distanciam das situações padronizadas de ensino.

A análise do desenvolvimento da Geometria nos seus diferentes momentos é necessária para o entendimento de como se desenvolveu esse conhecimento humano e qual a sua importância como objetivação de uma nova qualidade na interação do homem com o meio social. Na história da origem e desenvolvimento da Geometria observam-se muitas explicações que podem ser confundidas com a própria história das Ciências.

Hemmerling (1971, p.11) mostra que, “a geometria é um estudo das propriedades e medidas das figuras compostas de pontos e linhas”. A palavra geometria deriva das palavras gregas geo, que significa “terra”, e metron que significa “medir”. Há no grego clássico o verbo geōmétrin = medir a terra, ser agrimensor, geômetra.

A Geometria se originou da necessidade dos homens em modificar e controlar a natureza, tal como apresenta Engels (1975, p.360), “as idéias de linhas, superfícies, ângulos, de polígonos, cubos, esferas, etc., são todas derivadas da realidade”. Em sua obra Dialética da Natureza, Engels expõe a idéia de como historicamente se formou o pensamento geométrico:

[...] é precisamente a modificação da natureza pelos homens (e não unicamente a natureza como tal) o que constitui a base mais essencial e imediata do pensamento humano; e é na medida em que o homem aprendeu a transformar a natureza que sua inteligência foi crescendo (ENGELS, 1975, p.139).

Em observações simples que provêm da habilidade humana de reconhecer as formas dos objetos e comparar suas formas e tamanhos, o homem coloca a natureza exterior “[...] através de suas transformações ao serviço dos seus fins. E esta é a última diferença, a diferença essencial entre o Homem e os restantes animais, e é [...] o trabalho que causa esta diferença” (ENGELS, 1975, p.452-498).

Os conhecimentos geométricos foram sendo construídos empiricamente, inicialmente de forma extremamente lenta, para atender às necessidades de ordem prática. Nas análises sobre o nascimento das idéias geométricas, Moura (1994) ressalta que, quando o homem refugiava-se no alto das árvores para proteger-se dos animais, observava que os mesmos usavam cavernas e, a partir daí também passa a se utilizar delas, disputando-as com os animais. Depois de algum tempo, a quantidade de cavernas que existiam na natureza torna-se

insuficiente e o homem precisou construir os próprios abrigos. Isso contribuiu para a formação de noções geométricas de formas e medidas.

Quando o homem da Idade da Pedra deixa sua vida nômade e fixa-se na terra, “ao descobrir que pode produzir seu alimento, há um desenvolvimento muito rápido das relações espaciais” (MOURA, A.; MOURA, M., 1994, p.1) e uma série de novas técnicas em razão do cultivo, da preparação dos alimentos e principalmente pela mudança do modo de vida. O trabalho produtivo do homem tem início com a criação de animais para garantir sua alimentação (LIMA; MOISÉS, 1998). Para desenvolver estas atividades num mundo onde a natureza está organizada em unidades, o homem estabelece a correspondência biunívoca entre o conjunto de animais que queria contar e o conjunto utilizado para fazer a contagem. Nesse momento, percebe-se que toda atividade mental está dirigida ao conjunto que enumera, criando o número natural.

Corroborando este pensamento, Veer e Valsiner afirmam que:

Um exemplo do uso de instrumento cultural seriam os procedimentos de contagem que usamos. Quando solicitados a dizer qual de dois grupos contém mais objetos, em vez de avaliar as quantidades diretamente, nós iniciamos um elaborado procedimento de contagem. Essa operação intermediária pode assumir várias formas, por exemplo, pode-se usar os dedos ou contar mentalmente, mas sempre envolve modos indiretos e culturais de atingir a meta. Todos os instrumentos culturais, tanto signos como instrumentos são fundamentalmente meios sociais. Originam-se na história da humanidade como produto da convivência em grupos e terão que ser dominados novamente por cada criança em integração social (VEER; VALSINER, 2001, p.84).

Além do trabalho com os animais, o homem desenvolveu outra atividade produtiva essencial para a sobrevivência humana: a agricultura. Nesse trabalho com a terra, teve que delimitar áreas para plantar; pois a terra não se apresentava naturalmente organizada em lotes. Ele precisou planejar uma maneira de realizar sua repartição em propriedades menores, dar forma a esses terrenos de modo que houvesse um maior aproveitamento da extensão de terras. A necessidade de controlar a quantidade de sementes a serem utilizadas, época e tempo de plantio leva-o a criar instrumentos de medição e encontrar uma unidade arbitrária para numeralizar a quantidade a ser contada.

O conhecimento do universo passa a ser cada vez mais necessário à vida humana. Apenas conhecer os fenômenos não é suficiente, é preciso compreendê-los, buscar suas relações. Na relação com a natureza, o homem percebe que há certos fenômenos que, apesar de diferentes entre si, apresentam certas regularidades, ou seja, qualidades comuns. Quando sente a necessidade de controlar uma certa qualidade que é comum a vários seres ou objetos, percebe que existe uma relação entre a qualidade e a quantidade e que esta ocorre numa dada grandeza. Lima e Moisés (1998, p.14), afirmam que “Grandeza é a variação da quantidade de uma dada qualidade comum a vários corpos” e apresentam o seguinte exemplo:

[...] todos os diferentes líquidos possuem uma qualidade comum – o volume – para preencherem uma jarra. Esta qualidade se apresenta em quantidade que varia permanentemente. Mas só uma dada grandeza desta quantidade é que preenche totalmente a jarra (LIMA; MOISÉS, 1998, p.14).

Na construção de suas habitações, o homem trançava varas em forma de rede quadriculada para a sustentação das paredes, preenchendo os espaços vazios com barro (argila) e para a cobertura das mesmas usava palha; ou pedras que eram cortadas nos tamanhos necessários ao encaixe e sobreposição na sustentação de paredes ou muralhas. Na falta de pedras, busca na combinação da argila e pedra a criação de blocos de barro, chegando à invenção do tijolo e fabricação de utensílios domésticos feitos com argila. Em escavações arqueológicas realizadas na região habitada pelos sumérios, descobriu-se que esse povo empregava, em suas construções, o tijolo cru (adobe) ou cozido em vez de pedra, e que era comum o uso de mosaicos coloridos na decoração de templo e palácios.

Na atividade de coleta, o ponto de organização do espaço para o homem era o próprio corpo, tomando-o como ponto de referência em relação a outros objetos, assim, tinha noção de longe, perto, em cima e embaixo. Entretanto, como produtor o homem produz os instrumentos visando a sua praticidade e começa a extrapolar seus limites espaciais, organizando o espaço entre ele e o objeto, mas também entre os objetos. Na manufatura de objetos, o trabalho manual sofre transformações, tornando-se mais preciso e elaborado; o homem observa as

formas da natureza e não se limita a copiá-las, mas as recria projetando-as em objetos e reconhecendo que a forma é algo que se imprime ao objeto, elaborando a noção abstrata de formas e relações espaciais. Isto significa que, assim como a ação física torna-se mais precisa e elaborada, também a ação mental muda de qualidade.

Por exemplo, na produção de um machado, o homem procura escolher um pedaço de pau e uma pedra que sejam adequados; ao comparar seus tamanhos, ajustar, refinar sua forma para fazer melhor uso dele, elabora com maior precisão também a noção abstrata da forma. É fato que, tanto a pedra como a madeira possuem composições diferentes que serão utilizadas para construir um terceiro elemento, instrumento de trabalho do homem, porque possuem qualidades comuns como: tamanho, forma, que permitem sua combinação

Entretanto, à medida que o trabalho humano vai se desenvolvendo, a produção de instrumentos se torna mais complexa. Com o aumento da população e a ampliação no padrão da produtividade do trabalho, torna-se necessário viabilizar ações entre os homens que permitam otimizar a vida do coletivo. “É nas necessidades integrativas que está inserida a produção de saberes que possibilitam as comunicações entre os sujeitos de modo que também possam produzir instrumentos” (MOURA, 2002, p.2). Essas ações compartilhadas promovem o desenvolvimento da linguagem e permitem que o homem produza instrumentos cada vez mais elaborados para o atendimento de suas necessidades básicas e com isso, geram outras novas.

Isso implica na melhoria da qualidade dos materiais utilizados; no refinamento de sua utilização e na preparação do trabalhador que o produz. As necessidades básicas do homem foram o impulso para outras necessidades, e comenta Moura:

A aprendizagem de técnicas e o desenvolvimento de conceitos que possibilitem a compreensão dos fenômenos exigem precisão no processo de comunicação de modo que não fiquem dúvidas sobre as ações a serem executadas. O desenvolvimento da linguagem é precisamente a construção do instrumento que possibilita a satisfação das necessidades integrativas. Os conceitos consubstanciados em palavras, tal como as ferramentas, passam a se constituir em instrumentos para satisfazer as necessidades integrativas. Eis a grande contribuição de Vygotsky que, ao perceber o valor do signo como ferramenta

essencial da aprendizagem e desenvolvimento, nos dá a chave para o entendimento sobre os processos de construção de significados na constituição do sujeito. É essa possibilidade de intervir na realidade simbólica dos sujeitos que nos permite entender o papel da instrução, pois o signo como instrumento coloca-se no movimento do desenvolvimento humano, não mais na dimensão da satisfação das necessidades primárias e sim na satisfação das necessidades integrativas que possibilitará o desenvolvimento dos sujeitos como construtores de significados (MOURA, 2002, p.2).

O conhecimento matemático é um desses instrumentos construído pelo homem e utilizado para satisfazer suas necessidades. Pavanello (1989b, p.22), afirma que “[...] a técnica da tecelagem se desenvolve graças à abundância de materiais como a lã, o linho, o vime, atendendo às necessidades de vestuário e armazenamento”, atividade que contribuiu para o desenvolvimento da Geometria, visto que as formas dos padrões nela produzidos e o número de fios necessários vão proporcionar uma maior compreensão entre forma e número, e os padrões utilizados na tecelagem para decoração e arte, vão desenvolver a noção de simetria.

“Havia inumeráveis circunstâncias da vida nesta fase do homem primitivo que conduziram a uma certa quantidade de descoberta geométrica subconsciente”, afirma Eves (1969, p.1, tradução nossa). Tal geometria foi empregada muito cedo na fabricação de ornamentos decorativos e padrões, e se pode dizer que a arte contribuiu para o desenvolvimento geométrico posterior.

Não há nenhuma evidência que nos permita calcular o número de anos que se passaram para que a geometria fosse considerada uma ciência, mas muitos escritores da antigüidade que se interessaram por este assunto concordam que foi no vale do rio Nilo no antigo Egito o lugar onde a geometria subconsciente se tornou geometria científica (EVES, 1969, p.4, tradução nossa).

Heródoto, historiador do século V a.C., ao se referir às origens da Geometria, relata como foram divididas as terras para tributação no antigo Egito:

Disseram-me que este rei (Sesóstris) tinha repartido todo o Egito entre os egípcios e que tinha dado a cada um uma porção igual e rectangular de terra, com a obrigação de pagar por ano um certo tributo. Que se a porção de algum fosse diminuída pelo rio (Nilo) ele fosse procurar o rei e lhe expusesse o que tinha acontecido à

sua terra. Que ao mesmo tempo o rei enviava medidores ao local e fazia medir a terra, a fim de saber quanto ela estava diminuída e de só fazer pagar o tributo conforme o que tivesse ficado de terra. Eu creio que foi daí que nasceu a Geometria e que depois ela passou aos gregos (CARAÇA, 1984, p.32).

Há evidência histórica, como aponta Eves (1969, p.3), que isto não só aconteceu ao longo do rio Nilo no Egito, mas também em outras grandes bacias de rio, como o Tigre e Eufrates na Mesopotâmia, Indo e Ganges da Ásia sul-central, e o Hwang Ho e o Yangtze da Ásia oriental. As comunidades que aí se desenvolveram tiveram condições mais propícias para trabalhar com a agricultura, podendo utilizar a irrigação natural fornecida pelos rios e aumentar a área de plantio pela construção de canais de irrigação. Essas antigas civilizações desenvolveram habilidades em engenharia na drenagem de pântanos, na irrigação, na defesa contra inundações e na construção de templos e edifícios.

Pavanello afirma, ainda, que a prática da agricultura, provocou transformações no conhecimento humano e na sociedade.

[...] pois torna necessários, ao mesmo tempo, a cooperação dos seus membros na construção das obras necessárias à coletividade (represas, canais de irrigação, etc.) e o aparecimento de funções específicas (agricultor, oleiro, artífice, etc.) – e contribui também para a elaboração de conhecimentos e técnicas destinadas a resolver problemas básicos dessa sociedade (PAVANELLO, 1989b, p.23).

Para planejar melhor época de plantio e colheita surge a necessidade da organização de um calendário. Essa atividade passou a ser de responsabilidade dos sacerdotes que, nestas civilizações, eram denominados de “sábios”. Estes, baseando-se em “[...] observações prolongadas e cuidadosas do sol e das estrelas, adotam um calendário solar, enquanto os sumérios e seus sucessores empreenderam a tarefa mais difícil de conciliar o calendário lunar e o solar” (PAVANELLO, 1989b, p.24). É importante ressaltar que deste conhecimento geométrico empírico resulta o sistema sexagesimal (base 60), criado pelos mesopotâmios e que utilizamos até hoje para medidas de ângulos e tempo.

“Os sistemas de irrigação inventados pelos antigos egípcios indicam a idéia de volume e o conhecimento adequado da Geometria tal como se aplica em topografia” (HERMMELING, 1971, p.11). As regras práticas desenvolvidas para a

necessidade de descrever contornos, para a demarcação dos lados de um terreno e a idéia de área, para a tributação e repartição de lotes demonstram que o homem se desenvolveu e vamos encontrá-lo dominando relações geométricas que lhes possibilitaram construir as pirâmides no Egito, os aquedutos e os grandes templos em Roma.

Para Barker (1969, p. 287): “Os antigos gregos, ao contrário dos egípcios, apreciavam a Geometria não apenas em função de suas aplicações práticas, mas em virtude de seu interesse teórico, desejando compreender os princípios empíricos da mesma”. O comércio marítimo, fundamentava sua economia, possibilitando o conhecimento de outras terras e, dessa forma, era possível estudar a Geometria não só em razão de sua praticidade, mas, pelos seus valores estéticos e culturais. Os gregos “[...] dispunham de tempo suficiente para debates e estudos refinados sobre diversos conhecimentos de interesse cultural, recolhidos em suas viagens, pois podiam contar com os escravos que faziam a maior parte de seu trabalho diário”, ressalta Hermmeling (1971, p.11). Assim, os gregos se desenvolveram na arte do pensamento lógico e crítico.

Entre os gregos que contribuíram para esse progresso estavam Tales de Mileto (640-546 a.C.), Pitágoras, discípulo de Tales (580-500 a.C.), Platão (429-348 a.C.), Arquimedes (287-212 a.C.) e Euclides (aproximadamente 300 a.C.). Euclides escreveu seu primeiro tratado de Geometria e o intitulou “Elementos”, onde resumiu e apresentou de modo sistemático as principais descobertas geométricas de seus precursores. Barker (1969, p.27) considera que “[...] esta obra é um dos clássicos que maior influência exerceu no pensamento ocidental”. A maior parte de sua obra serviu de modelo para muito dos livros que foram escritos posteriormente em Geometria.

Entretanto, a Geometria ensinada com base nos textos de Euclides apresenta um caráter de sistematização axiomática dos conhecimentos matemáticos até então produzidos, “[...] refletindo a preocupação da geometria grega com a precisão da linguagem e com o rigor do raciocínio” (PAVANELLO, 1989b, p.36). Diante disso, ocorre o avanço da Álgebra em relação à Geometria e Aritmética.

Entre todos os povos do Mediterrâneo, os que mais se desenvolveram foram os gregos e, em relação ao desenvolvimento do conhecimento, tiveram

grande influência na civilização ocidental. Alguns filósofos gregos como Pitágoras e Platão davam grande importância “[...] intelectual à geometria, considerando que em sua forma pura e abstrata ela se aproximava bastante da metafísica e da religião” (BARKER, 1969, p.27). Consideravam que seu estudo fornecia elementos que conduziam a habilidades mentais, portanto, importante para o desenvolvimento dos homens da elite e filósofos. Ao povo em geral, cabia o domínio das técnicas relacionadas ao seu ofício.

Caraça apresenta uma fala de Aristóteles que retrata bem esse momento:

Não é, portanto, bom que o homem de bem, nem o homem de Estado, nem o bom cidadão aprendam estas espécies de trabalhos (os trabalhos das artes mecânicas) que só convém aos que estão destinados a obedecer; a menos que sirvam apenas algumas vezes para sua própria utilidade. Doutra maneira, uns deixam de ser senhores e outros perdem a condição de escravos (CARAÇA, 1984, p.190).

Nos seis primeiros séculos da Idade Média não se observam avanços relacionados ao estudo da Geometria. A partir dos séculos XI e XII, quando as relações de comércio entre a Europa e o mundo árabe começam a se instalar, é que advém importantes consequências que se refletem na Geometria. Mesmo que estas não tenham sido para a produção de novos conhecimentos, pelo menos foram direcionadas à propagação do que já existia, em função da produção do papel e desenvolvimento da imprensa. Assim, foi possível o acesso e divulgação do “[...] trabalho helênico contido nas obras dos matemáticos de Alexandria, preservados pelas traduções feitas pelos árabes”, como afirma Pavanello (1989b, p.39).

Com a Renascença, surge um movimento artístico e científico dos séculos XV e XVI, no qual o interesse pela pintura e a necessidade de representar em duas dimensões figuras tridimensionais exigem dos artistas um conhecimento geométrico mais elaborado. Na busca de instrumentos para facilitar e realizar seu trabalho, o homem produz novos conhecimentos em relação ao estudo da perspectiva, proporções e processos geométricos que acabam por contribuir para o desenvolvimento da percepção, atenção e imaginação.

Pode-se dizer que, é no século XVII, que a Geometria mostra um progresso significativo com as contribuições de Desargues e Pascal no

desenvolvimento da Geometria Projetiva, assim como, de Descartes e Fermat na elaboração dos primeiros ensaios da Geometria Analítica. É importante ressaltar a grande contribuição de Descartes ao estabelecer a associação da Geometria com a Álgebra.

No início do século XIX, o surgimento da Geometria Não-Euclidiana abala os alicerces da Matemática, desafiando os matemáticos a uma fundamentação mais sólida. Nesta tentativa, originam-se três correntes de pensamento matemático: o logicismo, o construtivismo e o formalismo. Apesar de nenhuma delas chegar a uma fundamentação definitiva, influenciaram a concepção de Matemática, principalmente na maneira como é trabalhada em sala de aula (PAVANELLO, 1989b).

O ensino da Geometria tendo como referencial os Elementos de Euclides permanece até fins de 1950. O modelo euclidiano caracteriza-se pela sistematização lógica do conhecimento matemático a partir de definições, axiomas e postulados. É no início de 1960 que se generaliza, também no Brasil, a influência do Movimento da Matemática Moderna, propondo a Geometria sobre o enfoque das transformações. Pavanello, resalta que o ensino da Geometria na abordagem tradicional já apresentava vulnerabilidade em problemas como: o conhecimento do professor, o método utilizado, a dificuldade em estabelecer uma relação entre a Geometria prática desenvolvida na escola elementar e a abordagem axiomática introduzida na secundária. A autora resalta também, que “[...] problemas ainda maiores surgem com a implantação de programas onde se desenvolve a geometria sob o enfoque das transformações” (PAVANELLO, 1989b, p. 95), pois este conhecimento não era de domínio da maior parte dos professores que atuavam em salas de aula.

No Brasil, o movimento modernista influenciado pela concepção francesa, na tentativa de trabalhar a matemática pela introdução de elementos unificadores como a teoria dos conjuntos, as estruturas algébricas e as relações, apenas consegue colocar em prática o que se refere à Álgebra e à Aritmética. O mesmo não foi possível com a Geometria, “[...] com o resultado de que a maioria dos professores acabou por deixar a Geometria sob qualquer enfoque, por não dominarem esse assunto”(Passos, 2000, p.54), passando a trabalhar a Álgebra com maior intensidade.

O despreparo do professor em relação aos conteúdos da Geometria e a Lei 5692/71 que, como revela Pavanello (1989b, p.165) “[...] facilitou este procedimento ao permitir que cada professor adote seu próprio programa de acordo com a necessidade da clientela”, têm sido apontados como possíveis causas do “esvaziamento” desses conteúdos nas aulas de Matemática. Este pensamento é corroborado por, Lorenzato (1995, p.4), ao afirmar que “[...] como ninguém pode ensinar bem aquilo que não conhece, está aí mais uma razão para o atual esquecimento geométrico”.

Um dos problemas apontados por esses autores é a ausência do ensino de Geometria no ensino fundamental, porém, outro problema merece a nossa atenção: quando ela é ensinada, que formação tem propiciado?

As práticas pedagógicas desenvolvidas no âmbito escolar revelam que o ensino de Geometria, nas séries iniciais do ensino fundamental, tem se resumido à identificação das formas geométricas e, nas séries posteriores, a regras, fórmulas e cálculos. Trata-se de uma prática centrada na linguagem e na realização de exercícios.

Porém, a análise histórica do desenvolvimento do homem nos permite considerar que anterior à palavra que nos dá a compreensão do objeto, este já se fazia presente no atendimento às necessidades da atividade humana.

O que revela o conceito não é o objeto ou a palavra, mas seu movimento constitutivo como produto e, ao mesmo tempo, como elemento orientador das ações humanas. [...] O objeto é a materialização do conceito, mas não é o conceito; a compreensão da essência do conceito está na relação entre o sujeito e o objeto em um contexto que lhe deu significado (SFORNI, 2004, p.128).

Neste sentido, se o nomear figuras e o identificar fórmulas para cálculos não estiverem inseridos em uma atividade cujo seu significado como ferramenta simbólica esteja explícita, podemos considerar que há ensino de Geometria na escola, mas não efetivamente aprendizagem de um pensamento geométrico.

4.3 O CONCEITO DE VOLUME, EM PARTICULAR

Os problemas e as possibilidades acerca do ensino e da aprendizagem da geometria que viemos destacando ao longo deste trabalho serão mais bem entendidos se analisarmos um conceito, em particular. Para isso, elegemos o conceito de volume.

De uma maneira geral, as práticas pedagógicas têm revelado que o tratamento que tem sido dado ao ensino de volume, não se diferencia daquele dado aos demais conceitos, ou seja, está baseado na memorização, utilização e aplicação de fórmulas. Todavia, se os conceitos são instrumentos simbólicos, qual é o papel desse conceito no desenvolvimento do raciocínio, do planejamento, da imaginação, como foi exposto anteriormente?

Iniciaremos nossa discussão sobre a relevância deste conteúdo apresentando uma história, repetidíssima em livros e sites de Matemática, muito conhecida a respeito de Arquimedes, da “Coroa de ouro de Hieron”.

Quando Hieron reinava em Siracusa, propôs oferecer, em um certo templo, uma coroa de ouro aos deuses imortais. Combinou a confecção da obra com um artesão mediante uma boa soma de dinheiro e a entrega da quantidade de ouro em peso. O artesão entregou a coroa na data combinada com o Rei, que a achou executada com perfeição, parecendo que contivesse todo o ouro que lhe havia sido entregue. Sabendo, porém que o artesão retirara parte do ouro, substituindo-o por um peso equivalente em prata, o rei, indignado diante desse engodo e não tendo em mãos os meios para provar ao artesão sua fraude, encarregou a Arquimedes que se ocupasse da questão e que com sua inteligência encontrasse meios. Um dia em que Arquimedes, preocupado com esse assunto, entrou por acaso em uma casa de banhos, percebeu que à medida que entrava na banheira, a água transbordava da mesma. Esta observação lhe fez descobrir a razão que procurava e, sem mais esperar, pela alegria que este fato lhe produzia, saiu do banho ainda nu e correndo para sua casa, gritava: Heureka! Heureka!

Arquimedes (287 a.C. – 212 a.C.), matemático e inventor grego, nascido na Siscília em Siracusa, com o objetivo de responder ao rei Hieron, rei de Siracusa, se sua coroa era realmente de ouro, toma duas *massas de igual peso* que o da coroa: uma de ouro e outra de prata. Ao mergulhar a massa de prata em um recipiente com água recolheu e mediu a quantidade de água que se derramara

correspondente ao volume dessa massa. Em seguida, fez a mesma coisa com a massa de ouro e percebeu que ela não deslocara a mesma quantidade de água que a de prata e que a diferença era igual à diferença entre os volumes da massa de ouro e da massa de prata em igual peso. Finalmente, mergulha a coroa, e observa que esta deslocou mais água do que deslocara a massa de ouro de igual peso, porém menos que a massa de prata. De acordo com estas experiências, calcula a diferença entre a água deslocada pela coroa e a massa de ouro, e, assim, descobre quanta era a prata misturada ao ouro, provando a fraude do artesão.

Arquimedes “[...] deu com a solução, descobrindo a primeira lei da hidrostática – que um corpo, quando mergulhado num fluido, recebe um empuxo de intensidade igual ao peso do volume de água deslocado” (EVES, 2004, p. 193), enunciando o famoso “Princípio de Arquimedes”.

A necessidade de desvendar a fraude o motivou a encontrar os meios com os quais resolveria a situação-problema colocada sob sua responsabilidade. Antes de sistematizar uma fórmula, a idéia de volume desenvolveu-se no raciocínio, no planejamento e na imaginação de Arquimedes. A história de Arquimedes nos revela que o processo de produção de conhecimentos é desencadeado por uma ou mais necessidades, que mobiliza ações que acabam encontrando meios que respondem ao problema colocado. A percepção desse movimento presente na gênese do conhecimento nos leva a perguntar: Por que o processo de apropriação do conhecimento pelos sujeitos é tão distante do processo de produção desse conhecimento? Não estaria aí um dos motivos da ausência da efetiva aprendizagem? E, ainda, não podemos encontrar nesse fato a falta de sentido que o conteúdo tem para o estudante?

O conhecimento sistematizado chega ao estudante como respostas a perguntas que ele nunca fez, como descrição de fenômenos que nunca foram problemas para ele. Ao tomarmos como referência a Teoria da Atividade de Leontiev (1978) podemos inferir que o estudante somente entra em atividade de aprendizagem quando necessidades e motivos de apreender algo são desencadeados pela atividade do professor.

Por que os termos volume e massa que representam grandezas distintas, na linguagem cotidiana, são utilizados de forma ambígua? Essa situação pode

revelar que o conceito de volume desenvolvido nos conteúdos escolares não se tornou uma ação consciente do sujeito da aprendizagem. Bendick ilustra a diferença entre os conceitos de volume e massa:

Volume é o espaço ocupado por qualquer coisa. Mas enquanto a massa permanece inalterada, o volume pode-se modificar. Se você bater uma clara de um ovo, seu volume vai se modificar bastante. Ela vai ocupar um espaço muito maior do que antes, mas a massa, ou a verdadeira quantidade de clara será a mesma (BENDICK, 1965, p.22).

Lima e Moisés (1998, p.27) afirmam que “[...] o senso de grandeza nos satisfaz quando as diferenças entre as quantidades são bastante significativas”. Se considerarmos duas substâncias como o algodão e o chumbo, colocadas em recipientes de mesmo tamanho e forma, é possível, intuitivamente, que a criança seja capaz de inferir que a *quantidade de espaço* ocupado pelas duas substâncias é igual, ou seja, possuem o mesmo volume, contudo, não conseguem entender que ambas possuem *massas diferentes*.

Por que é importante apropriar-se do conceito de volume?

A Geometria definida por Lima e Moisés (1998, p.2) “[...] é a matematização do espaço em todas as suas dimensões. É a linguagem criada para apreensão humana dos movimentos das formas, de suas variações e transformações”, uma área de conhecimento que pressupõe a ação do homem em medições e construções que ao se constituírem para atender suas necessidades práticas, permitem ao homem a interpretação, controle e modificação do espaço, no qual a medida de volume é um instrumento fundamental.

Enquanto alguns acreditam que o conceito de volume é enxertado sobre uma noção previamente estruturada de espaço e, para tanto, faz uso das habilidades já desenvolvidas, Janvier (1992, p.3, tradução nossa) afirma “[...] que as particularidades do processo de medida que pertencem a atividades que envolvem volume introduzem elementos novos na pessoa que está estruturando o espaço”. Definições do que é massa e volume não são suficientes para que essa compreensão seja alcançada.

A linguagem matemática não deve ser utilizada apenas para explicar fenômenos da natureza, mas também para resolver problemas que muitas vezes não são palpáveis, por se originarem na mente humana, muitos deles, de forma totalmente abstrata. Isto não significa que o conceito de volume não tenha sido associado a necessidades naturais básicas do homem.

Pelo contrário, as motivações para a sua origem podem surgir de uma concepção espontânea, geralmente, ligada à vivência sócio-cultural dos sujeitos. Por exemplo, quando nosso olhar é dirigido para questões como: Quanto de ar há naquela caixa? Quanto de soja pode ser armazenado naquele silo? Do ponto de vista do ensino cabe-nos perguntar: Como responder a essas questões, sem se deixar levar pelas impressões imediatas? Que elementos podem promover a consciência teórica do fenômeno, de tal forma que a criança tenha uma qualidade nova em suas futuras ações?

Embora se possa ter uma concepção espontânea de volume ao se lidar com problemas como os acima citados, a idéia de volume não é suficiente para resolvê-los. O sujeito não é capaz de formular conceitos científicos por simples observações de fenômenos naturais, se não puder contar com uma instrução culturalmente elaborada e, em geral, coordenada pela escola e orientada intencionalmente por um professor, para chegar à apropriação e generalização de tais conceitos.

Para desenvolver este conhecimento nos alunos, é preciso que o conceito de volume esteja presente como um instrumento cultural, buscando a sua essência como produção humana, entendendo-o na interação do homem com o meio.

A compreensão da essência do conceito está na relação que o aluno vai estabelecer com o objeto em um contexto que lhe dá significado. Para tanto, acreditamos que a organização do ensino de volume implica situá-lo no interior do campo de conhecimento do qual faz parte, a Geometria.

5 TERCEIRA AÇÃO: DIRECIONANDO O OLHAR PARA A SALA DE AULA

5.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS NA REALIZAÇÃO DA PESQUISA-AÇÃO

No momento pretendemos analisar, em situações de ensino ocorridas em sala de aula, ações realizadas pelos alunos no desenvolvimento das atividades propostas. As ações são componentes da atividade tanto psíquica como material dos sujeitos. Segundo Leontiev a atividade mental não está isolada da prática, a atividade social externa forma a atividade interna, processo chamado de internalização ou interiorização.

Leontiev (1983) vê o caráter comum da estrutura da atividade externa e interna, considerando que é possível o trânsito de uma forma a outra. Nesse sentido, também é possível analisar o movimento contrário: a atividade interna mediante a atividade externa. É o que podemos depreender da afirmação de Leontiev (1983, p.82): “A generalidade macroestrutural entre a atividade prática externa e a atividade teórica interna, nos permite conduzir a análise de ambas fazendo abstração da forma em que se sucedem primariamente”.

Desta forma, analisaremos as ações dos alunos no plano externo partindo do pressuposto de que elas revelam em que medida o conceito de volume tornou-se objeto da atividade dos alunos. O modo como desenvolvem as atividades propostas, os erros e acertos, as dúvidas reveladas podem revelar o lugar ocupado pelo conceito de volume na sua atividade objetual e psíquica. Para que fosse possível acompanharmos e analisarmos esse fenômeno optamos pela pesquisa qualitativa.

Historicamente, Bogdan & Biklen (1994) situam o surgimento da pesquisa qualitativa no final do século XIX e início do século XX, na Europa, onde encontrou maior reconhecimento junto aos antropólogos do que entre sociólogos. O desenvolvimento da investigação qualitativa em educação só foi identificado no final de 1960, com o aumento de trabalhos voltados para a interpretação de dados qualitativos sendo, desde então, utilizada pela sociologia, antropologia, psicologia, lingüística, educação e, mais recentemente em enfermagem e educação física,

apesar de se ter em 1954, a atribuição de bolsas a instituições que apresentassem programas de investigação educacional.

As ciências humanas e sociais têm sua especificidade, e por muito tempo o estudo dos fenômenos educacionais sofreram influências das transformações ocorridas nessas ciências, na tentativa de seguir os modelos que tão bem atendiam ao desenvolvimento das ciências físicas e naturais. Para responder aos desafios da pesquisa educacional, “[...] foram aparecendo então novas propostas de abordagens, com soluções metodológicas diferentes, na tentativa de superar pelo menos algumas das limitações sentidas na pesquisa até então realizada em educação” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p.7). Cada vez mais educadores da área de educação fazem uso das modalidades qualitativas de investigação, em razão de seu interesse pelas qualidades dos fenômenos educacionais, uma vez que os dados quantitativos não apresentam a dimensão humana, pluralidade e interdependência dos fenômenos educacionais na escola.

A abordagem qualitativa parte do fundamento de que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, uma interdependência viva entre o sujeito e o objeto, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito. O conhecimento não se reduz a um rol de dados isolados, conectados por uma teoria explicativa; o sujeito-observador é parte integrante do processo de conhecimento e interpreta os fenômenos, atribuindo-lhes um significado (CHIZZOTTI, 1998, p.79).

Ao caracterizar a pesquisa qualitativa, Bogdan e Biklen (1994) observam que nem todas as investigações que são consideradas qualitativas apresentam estas características na sua totalidade, e que mais importante que a questão de ser totalmente qualitativa está em apreender as diferentes perspectivas adequadamente. Esses dois autores apresentam cinco características básicas de uma pesquisa qualitativa:

1. *A investigação qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e os investigadores qualitativos como seu principal instrumento.*

Os autores entendem que “[...] as ações podem ser melhor compreendidas quando são observadas no seu ambiente habitual de ocorrência” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p.48). No nosso caso, a própria sala de aula.

2. *Os dados coletados são predominantemente descritivos.*

A abordagem qualitativa exige que todo material obtido seja analisado com a idéia de que qualquer dado “tem potencial para constituir uma pista que nos permita estabelecer uma compreensão mais esclarecedora do nosso objeto de estudo” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p.49).

As transcrições de entrevistas, notas de campo, fotografias, vídeos, documentos pessoais, memorandos e outros registros oficiais constituem os dados, que segundo os autores acima mencionados, são recolhidos em forma de palavras ou imagens e não de números.

3. *A preocupação com o processo é muito maior que os resultados.*

O interesse do pesquisador está em verificar “[...] como as expectativas se traduzem nas atividades, procedimentos e interações diários”, como afirmam Bogdan e Biklen (1994, p. 49).

4. *A análise dos dados tende a seguir um processo indutivo.*

Os investigadores qualitativos não se preocupam em buscar evidências que comprovem hipóteses construídas previamente. À medida que o processo de análise de dados se torna mais específico, o pesquisador seleciona as questões mais importantes. Nesta pesquisa destacamos essas questões e as relatamos em forma de episódios.

5. *O significado é de importância vital na abordagem qualitativa.*

Nesses estudos há sempre uma preocupação com o significado que os sujeitos dão às coisas e à sua vida. “Ao apreender as perspectivas dos participantes, a investigação qualitativa faz luz sobre a dinâmica interna das situações, dinâmicas esta que é freqüentemente invisível para o observador exterior” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p.51).

A opção pela pesquisa-ação se deu por considerarmos esta, uma modalidade de pesquisa qualitativa em que o pesquisador se introduz no ambiente natural a ser estudado não só para observá-lo e compreendê-lo, mas, sobretudo para intervir nos rumos da ação, orientado pela pesquisa que realiza. Um processo de análise e interpretação em que as práticas investigativa, reflexiva e educativa caminham juntas. Além disso, como o objeto de estudo se caracterizou como uma pesquisa em aprendizagem exigiu a inserção do

pesquisador no ambiente onde o ensino de fato acontece e em contato direto com a situação a ser investigada.

Na observação e análise das ações dos alunos fomos identificando elementos de organização do pensamento presentes na aprendizagem da medida espacial de volume. No processo de formação das operações mentais, a criança necessita desenvolver ações mentais adequadas. Inicialmente, essas ações “[...] assumem a forma de ações externas que os adultos formam na criança, e só depois se transformam em ações internas” (LEONTIEV, 1991, p.74). Para se converter a ação de uma criança em operação:

[...] é preciso que se apresente à criança um novo propósito com o qual sua ação dada tornar-se-á o meio de realizar outra ação. Em outras palavras, aquilo que era alvo da ação dada deve ser convertido em uma condição da ação requerida pelo novo propósito (LEONTIEV, 1998, p.75).

Leontiev (1991) esclarece que o processo de formação das operações de pensamento foi estudado detalhadamente por Galperin e seus colaboradores, e expõe sua forma de organização:

Na primeira etapa: do *plano material*, as primeiras ações da criança se realizam na [...] forma de ações externas com objetos externos, depois da intervenção dos adultos. [...] Na etapa seguinte, as ações transferem-se para o plano da linguagem, verbalizam-se. [...] Durante a etapa seguinte, a ação é transferida no seu conjunto para o plano mental, onde fica sujeita a posteriores mudanças, até que adquire todas as características próprias de uma operação interna do pensamento (LEONTIEV, 1991, p.74).

Acompanhando o trânsito entre ação e operação podemos verificar o movimento do pensamento dos estudantes. “A passagem da ação para a operação, pela exigência de uma nova ação, evidencia uma nova qualidade de pensamento, ou seja, revela um processo de desenvolvimento psíquico” (SFORNI, 2004, p.174). A “operação interna do pensamento” da qual fala Galperin (1987), revela-se no modo de realização de uma nova ação, seja ela psíquica ou objetal.

Com a intenção de analisarmos esse processo organizamos atividades de ensino que foram desenvolvidas em uma 3ª série do ensino fundamental, composta de 34 alunos e uma professora, numa escola da rede Municipal, em um bairro da periferia da cidade de Maringá. A escolha desta série se justifica pelo fato de o trabalho com o conteúdo de geometria indicado, apesar de estar no planejamento curricular, ainda não ter sido desenvolvido com as crianças, como foi afirmado pela professora da sala.

Com relação aos critérios para seleção da escola, estes se deram em razão de, estarmos, já há dois anos, desenvolvendo, como docente de Prática de Ensino e Metodologia do Ensino de Matemática, um trabalho de acompanhamento das práticas pedagógicas com um grupo de professoras e acadêmicas do curso de Pedagogia.

No mês de maio de 2004, realizamos o primeiro contato com a professora W, da 3ª série do ensino fundamental, aluna do Curso de Pedagogia, para verificar seu interesse e possibilidades em participar da pesquisa, com orientação e participação da pesquisadora. A professora manifestou, de imediato, sua aquiescência e entusiasmo em relação à pesquisa. Nesse mesmo dia, conversamos sobre o planejamento do conteúdo escolar e verificamos que o conteúdo de Geometria escolhido ainda não havia sido trabalhado.

Na mesma época, foi feito o contato com a direção e coordenação pedagógica da escola em que ela lecionava para falar sobre nosso interesse em desenvolver o projeto de pesquisa.

Nessa escola, funcionam salas de pré-escolar e dos dois primeiros ciclos do ensino fundamental. No mês de agosto de 2004, protocolamos um requerimento junto à Secretaria Municipal de Educação solicitando autorização para a Aprovação em setembro de 2004.

Retornamos à escola para apresentar nosso projeto de pesquisa, com a devida autorização da Secretaria Municipal de Educação. Nessa ocasião, nos reunimos com a direção, equipe pedagógica e professora da sala de aula, com o objetivo de esclarecer sobre o trabalho de pesquisa que pretendíamos desenvolver na Instituição, a metodologia e os procedimentos que seriam adotados e, dessa forma, definir qual seria a participação da professora no desenvolvimento da pesquisa.

Entendemos que o pesquisador, ao fazer parte desse cenário, assume ações participativas, “[...] não apenas de observador do fenômeno ensino-aprendizagem, mas principalmente, podendo planejá-lo e com certeza interferindo na sua execução”, como aponta Moura (apud PASSOS, 2000, p. 122), colocando-se como elemento que potencializa a situação que está sendo estudada.

Nesse sentido, a interação entre os sujeitos da pesquisa, pesquisador, professor e estudantes, é muito importante para que se possa revelar a multiplicidade de dimensões presentes, levando-se em conta que o cotidiano da sala de aula é influenciado pelas relações interpessoais e pelos acontecimentos do contexto sócio-cultural onde estão inseridos os sujeitos da pesquisa.

Apesar de em alguns momentos estas possíveis questões entre as situações e o contexto sócio-cultural terem sido apresentadas, o foco desta pesquisa esteve centrado nas situações de ensino, buscando os elementos que respondiam aos nossos propósitos.

A coleta de dados foi realizada por meio de observações, registros de atividades e videograções de episódios de ensino. Os registros de dados incluem data, local e hora de suas realizações, com elementos identificadores dos locais e dos objetos descritos, dos sujeitos pesquisados e, quando gravados ou fotografados, as fitas apresentavam esses dados.

Os dados coletados foram analisados e interpretados levando-se em conta os estudos teóricos da abordagem Histórico-Cultural, da Teoria da Atividade e da Geometria.

As atividades de ensino foram planejadas de forma que os alunos fossem estimulados a participar de situações compartilhadas, permitindo um acompanhamento maior na explicitação do seu pensamento no decorrer da realização das atividades. O conteúdo desenvolvido contemplou quatro unidades, organizadas da seguinte forma:

- Os Sólidos Geométricos.
- Elementos estruturais de um Sólido Geométrico.
- Planificação de Sólidos Geométricos.
- Volume: uma medida espacial.

Foram realizados 20 encontros, totalizando 48 horas/ aulas, distribuídos da seguinte maneira:

- 1º Encontro:** (06/10/04 – 02 h/a) Apresentação da Proposta de Trabalho aos alunos.
- 2º Encontro:** (08/10/04 – 02 h/a) Quadrados Quebrados
- 3º Encontro:** (13/10/04 – 02 h/a) Explorando as embalagens: formas geométricas presentes em suas faces.
- 4º Encontro:** (20/10/04 – 02 h/a) Explorando as embalagens: identificando arestas e vértices.
- 5º Encontro:** (22/10/04 – 04 h/a) Construção de maquete: a geometria na zona urbana.
- 6º Encontro:** (27/10/04 – 04 h/a) Conhecendo os sólidos geométricos e identificando-os no contexto de seus conhecimentos.
- 7º Encontro:** (29/10/04 – 02 h/a) O robô: explorando as figuras geométricas planas e a orientação espacial.
- 8º Encontro:** (03/11/04 – 02 h/a) Montagem do Jogo de Memória
- 9º Encontro:** (05/11/04 – 02 h/a) Brincando com o Jogo de Memória
- 10º Encontro:** (10/11/04 – 02 h/a) Como montar uma caixa para guardar o Jogo de Memória?
- 11º Encontro:** (11/11/04 – 02 h/a) Organização dos trabalhos realizados para apresentação na Feira de Amostra da escola.
- 12º Encontro:** (12/11/04 – 02 h/a) Feira de Amostra
- 13º Encontro:** (18/11.04 – 02 h/a) Retomando o conceito de sólido geométrico na elaboração de um texto coletivo “A confecção da caixa”.
- 14º Encontro:** (19/11/04 – 04 h/a) Confeccionando a caixinha para o Jogo de Memória.
- 15º Encontro:** (24/11/04 – 04 h/a) O conceito de volume em paralelepípedos: Que quantidade de peças poderia ser guardada nas diferentes caixas?
- 16º Encontro:** (26/11/04 – 02 h/a) História da Geometria e os instrumentos utilizados pelo homem em suas construções: O que precisamos para confeccionar tijolos?

17º Encontro: (01/12/04 – 04 h/a) Utilizando os tijolinhos como unidade de medida de volume.

18º Encontro: (03/12/04 – 02 h/a) O conceito de volume na comparação de esferas de massas diferentes e sólidos irregulares.

19º Encontro: (08/12/04 – 02 h/a) Coleta de objetos de argila, exposição para os colegas da sala e comunicação oral de sua origem e utilização.

20º Encontro: (10/12/04 – 02 h/a) O volume e a capacidade: Quanto de água cabe em um cubo cujos lados medem 10 cm?

Início

Num primeiro momento, junto com a professora da sala, estivemos com os alunos, para explicar nosso trabalho e encaminhar às famílias o termo de consentimento para sua participação dos alunos na pesquisa. Depois de os pais ou responsáveis terem autorizado a participação dos estudantes, buscamos conhecer as crianças com as quais estaríamos trabalhando.

No primeiro dia, dada a importância da interação entre os sujeitos da pesquisa, elaboramos com eles crachás para que pudéssemos nos identificar e nos comunicar chamando-nos pelos nossos nomes. Propusemos algumas questões para que fossem respondidas pelos alunos na sala de aula. Estas questões nos permitiram coletar dados e, com base nesses dados elaboramos alguns gráficos representados nos gráficos de 02 a 04 desta pesquisa, tornando-se mais um dos instrumentos que contribuíram para orientar a mediação educativa que pretendíamos.

Com muita surpresa, verificamos que algumas crianças não conseguiam preencher a data do seu nascimento e que recorriam à professora W para perguntar a ela sobre como preencher este dado. Nesse momento, a professora explicou que a data de nascimento se referia ao dia do aniversário e tal como preenchiam no início da aula, a data no cabeçalho no caderno, este dado teria a mesma ordem: dia/mês/ano. Novamente, surge um problema:

A criança Am: *mas eu não sei o ano que nasci.*

A professora W, usa sua criatividade para conseguir que a criança estabeleça algumas relações com conceitos matemáticos já trabalhados.

Prof^a. W: *quantos anos você tem? Que ano estamos? De que maneira eu posso descobrir o ano em que você nasceu?*

Várias crianças apresentaram sugestões, algumas utilizaram os dedos para fazer uma contagem regressiva; outras optaram por uma subtração, utilizando um algoritmo. Observamos neste fato, a grande distância entre aquilo que é ensinado na escola e o conhecimento que faz parte da vida da criança, pois, apesar de estarem envolvidos com o conhecimento matemático por, no mínimo, há 3 anos na escola, não sabiam quantificar dados significativos de suas vidas.

Em relação à idade (Gráfico 02), observamos que a grande maioria está concentrada na faixa de 8 a 9 anos.

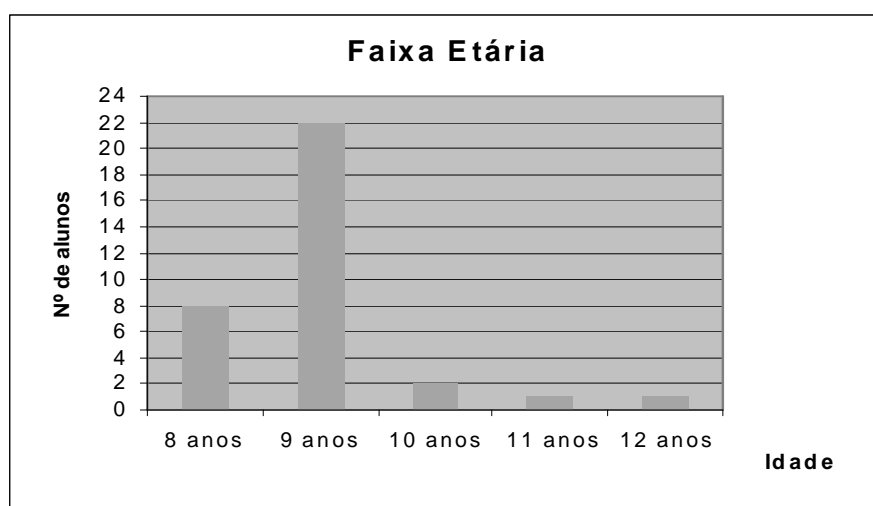


Gráfico 02: Número de alunos, segundo a faixa etária.

As questões referentes ao desempenho escolar, não foram respondidas pela maioria das crianças. Para aquelas que responderam (Gráfico 03), pedimos, que a professora W analisasse se a percepção que a criança tem de si, correspondia ao seu desempenho em sala. De modo geral, houve coincidência entre a análise da professora e a opinião dos alunos. O fato de 29% ter dito que têm dificuldade em Matemática, confirma a posição histórica da Matemática como “disciplina difícil” e provocadora de exclusão.

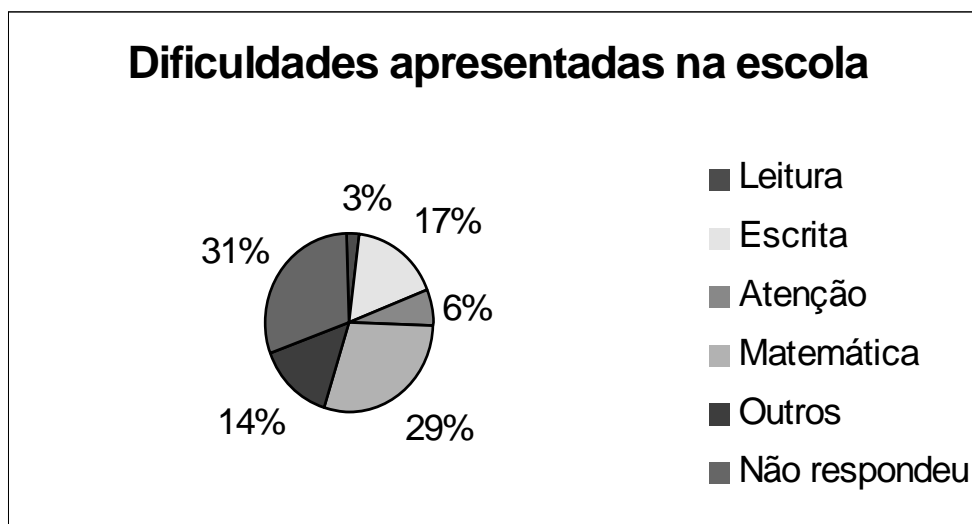


Gráfico 03: Dificuldades apontadas pelas crianças na aprendizagem

Em relação à Matemática (Gráfico 04), como estas crianças se posicionam? A maioria gosta de Matemática, mas nos chamou à atenção a quantidade de crianças (19%) que por algum motivo demonstram uma aversão pela mesma, pois, mesmo diante de uma situação de grande motivação - o desenvolvimento do projeto - foram muito sinceras.

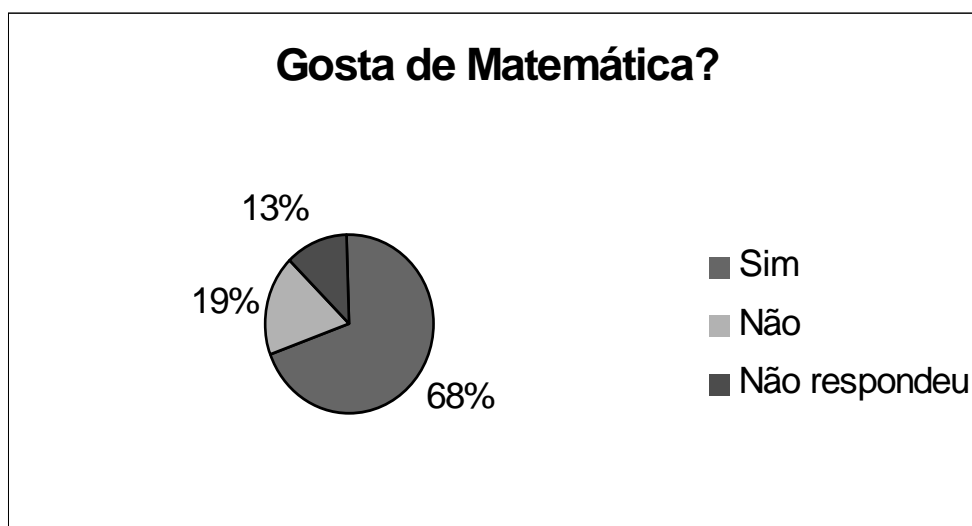


Gráfico 04: Afinidade apontada pelas crianças em relação à Matemática.

5.2 ATIVIDADES ORIENTADORAS

Diante da grande quantidade de material coletado durante o desenvolvimento do projeto, tornou-se necessário, selecionar para fins de análise, atividades de ensino que nos permitissem atender aos objetivos da pesquisa. Essas atividades de ensino planejadas e efetivadas em sala de aula, com a intervenção adulto-criança e criança-criança foram denominadas de “atividade orientadora”. Moura (1992) utiliza esse termo para se referir a uma atividade intencionalmente organizada, capaz de desencadear um conjunto de ações que busca a resposta a uma situação de conflito que pode levar à aprendizagem do novo conceito.

Para ele a atividade orientadora de ensino é:

[...] aquela que se estrutura de modo a permitir que sujeitos interajam, mediados por um conteúdo negociando significados, com o objetivo de solucionar coletivamente, uma situação problema. [...] a atividade orientadora de ensino tem uma necessidade: ensinar tem ações: define o modo ou procedimentos de como colocar os conhecimentos em jogo no espaço educativo; e elege instrumentos auxiliares de ensino: os recursos metodológicos adequados a cada objetivo e ação (livro, giz, computador, ábaco, etc.). E, por fim, os processos de análise e síntese, ao longo da atividade, são momentos de avaliação para quem ensina e aprende (MOURA, 2001, p.155).

No interior da atividade orientadora temos “episódios de ensino” denominados por Moura (1992, p. 77) como “o conjunto de ações que desencadeia o processo de busca da resposta do problema em questão”.

O olhar atento do pesquisador para esses momentos, buscando identificar de que forma a criança chegou a uma solução é o que permite a compreensão da qualidade de sua aprendizagem.

5.2.1 Quadrados Quebrados

Com esta atividade, buscamos proporcionar às crianças um momento lúdico no qual estariam interagindo em grupo, prática que não é muito comum nesta sala, daí a necessidade de discutir regras desse tipo de trabalho, já que seria o adotado em todos os nossos encontros.

Utilizamos o jogo com o propósito pedagógico de colocar a criança diante de uma situação-problema semelhante à vivenciada pelo homem ao agir coletivamente. Falar sobre regras de convivência e cooperação não surtiria o efeito desejado. A situação de jogo é um instrumento que permite à criança vivenciar a cooperação.

As ações coletivas no jogo são necessárias na medida em que os parceiros são parte das ações concretizadoras da atividade. A comunicação serve como instrumento de realização partilhada da atividade e de validação dos resultados que vão sendo construídos (MOURA, 2002, p.16).

Vamos analisar o jogo *Quadrados Quebrados*, apresentando elementos que possam caracterizá-lo como uma atividade e, assim justificar o seu valor pedagógico. A sua escolha se deu em um determinado momento em que deveríamos escolher uma situação-problema que permitisse mostrar para as crianças a necessidade da cooperação no trabalho coletivo. E, por que não utilizarmos um jogo com elementos geométricos presentes? Um instrumento que permitiria, também, mostrar às crianças uma forma de montar quadrados coletivamente.

Como em toda escola, de alguma maneira, a criança está envolvida com as brincadeiras que ali acontecem, supomos que em “atividades lúdicas” já tenham tido contato com figuras geométricas planas. Por exemplo, na brincadeira da “Amarelinha”, na confecção de bandeirinhas para a “Festa Junina” e outras. O desafio dos *Quadrados Quebrados* está em formar quadrados. O objetivo do sujeito é montar um quadrado perfeito, do mesmo tamanho ao das outras crianças de sua equipe. A necessidade é, portanto estabelecida na própria estrutura do jogo. O problema da equipe está em como conseguir cinco quadrados do mesmo tamanho e em suas ações as estratégias de solução.

Na atividade dos *Quadrados Quebrados*; estamos respeitando o caráter lúdico da atividade “colocando a criança diante de uma situação problema que

passa a ser a do sujeito, na medida em que este passa a dominar os instrumentos que o levarão ao cumprimento de seus objetivos” (MOURA, A.; MOURA, M., 1997, p.13).

O conjunto de ações realizadas pelos alunos da equipe em busca da solução do problema é uma característica fundamental da atividade, que possibilita o trabalho coletivo, sem perder a visão do objetivo final. Os membros da equipe partilham os motivos e os objetivos na solução do problema. Isso exige a troca de conhecimentos necessários para se chegar a um consenso. Dessa maneira, se coloca:

[...] em movimento o conjunto de saberes individuais e de valores culturais que serão partilhados. Isso levará o próprio grupo a um novo nível de compreensão da realidade e a um conjunto de valores que agora serão coletivos e, por isso serão novos pontos de partida para novas buscas de solução em situações de ensino (MOURA, A.; MOURA, M., 1997, p.13).

Na sala, as crianças ficaram livres para se organizarem em grupos com cinco participantes. Essa organização nos possibilitou observar a afinidade entre os pares. *Quadrados quebrados*, como todo jogo, tem uma organização e regras que precisam ser entendidas. Assim, discutimos as instruções e orientamos os alunos quanto às regras do jogo.

Quadrados Quebrados faz parte da Coleção de Exercícios Estruturados para Treinamento e Educação (PFEIFFER; JONES, 19--).

- Instruções para o grupo

“Cada um de vocês tem envelope que contém peças de cartolina para montar quadrados. Quando o professor der o sinal para começar, a tarefa de seu grupo é formar cinco quadrados de igual tamanho. A tarefa só estará completada quando cada um tiver diante de si um quadrado perfeito, do mesmo tamanho ao dos quadrados dos outros membros do grupo.

Há limitações específicas que serão impostas ao seu grupo durante este exercício:

- 1ª Nenhum participante pode falar.

2ª Nenhum participante pode pedir uma peça a outro ou, de qualquer forma, avisar a outra pessoa que alguém tem uma peça para lhe dar (os membros do grupo podem, voluntariamente, passarem a outros membros).

- Instruções para o Coordenador

Sua tarefa é, em parte, observar e assegurar que cada participante observe as seguintes regras:

1ª Não poderá haver conversas, sinais ou qualquer outra forma de comunicação.

2ª Os participantes podem passar peças diretamente a outro participante mas não poderão pegar peças de outros membros.

3ª Os participantes não podem colocar suas peças no centro para que outros as peguem.

4ª É permitido ao participante passar todas as peças de seu quebra-cabeças, mesmo que ele já tenha acabado de formar um quadrado”.

Em razão do número de alunos presentes na sala nesse dia ser insuficiente, trabalhamos sem o coordenador da equipe, tendo esta função sido realizada pela professora W. Após a organização das equipes e as crianças se encontrarem todas sentadas, distribuimos, em cada uma das equipes, fichas numeradas de 1 a 5 para que as crianças sorteassem entre elas. Em seguida, entregamos o material a ser utilizado no jogo: envelopes fechados, também, numerados de 1 a 5. Cada elemento da equipe recebe o envelope fechado, correspondente à sua ficha. No interior do envelope há algumas peças, conforme figuras de 01 a 05.

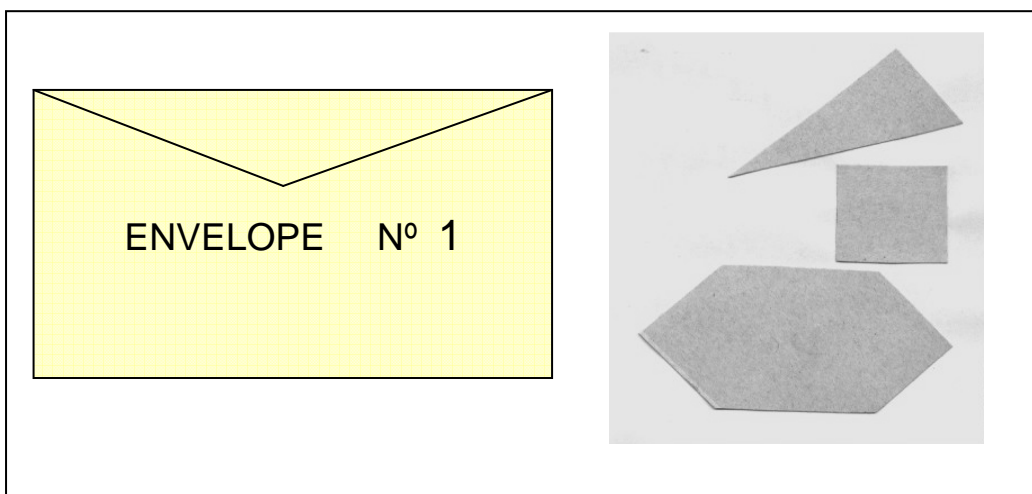


Figura 01: Envelope Nº 1 do jogo: *Quadrados Quebrados*

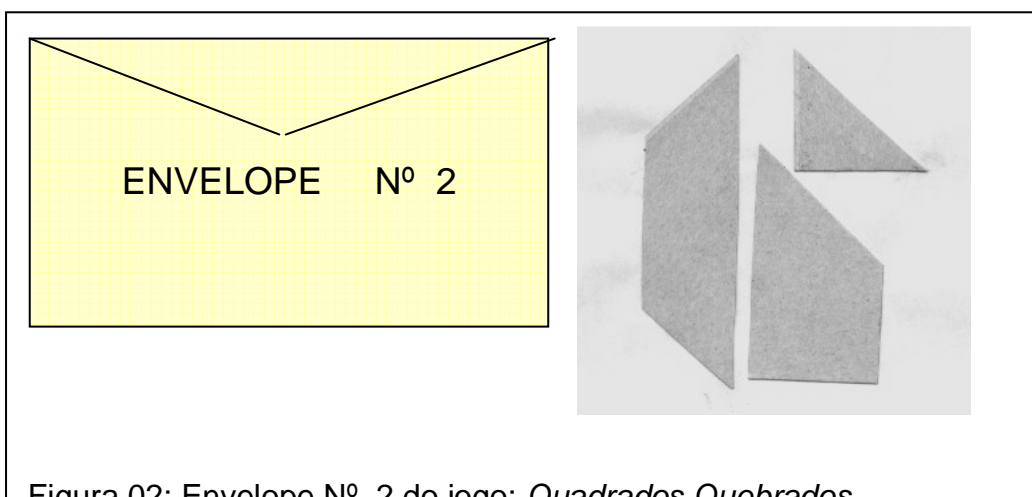


Figura 02: Envelope Nº 2 do jogo: *Quadrados Quebrados*

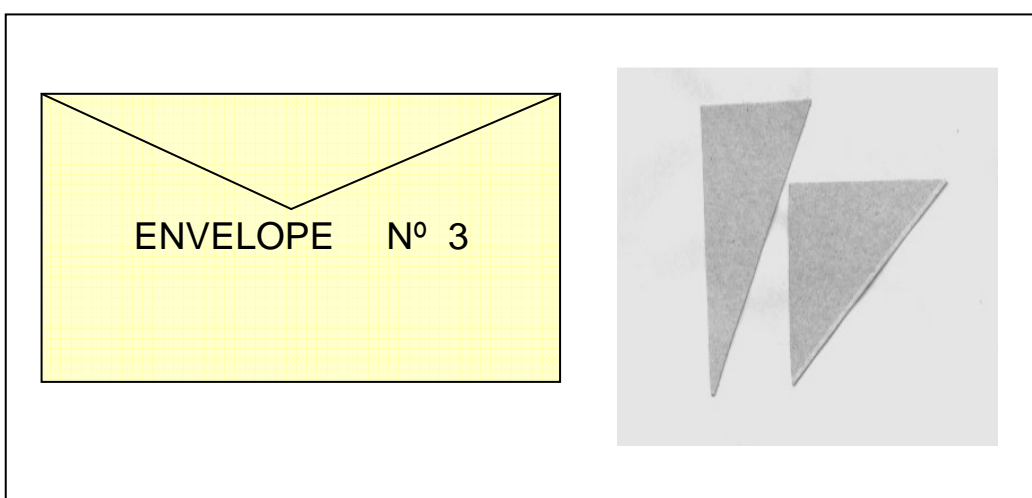


Figura 03: Envelope Nº 3 do jogo: *Quadrados Quebrados*

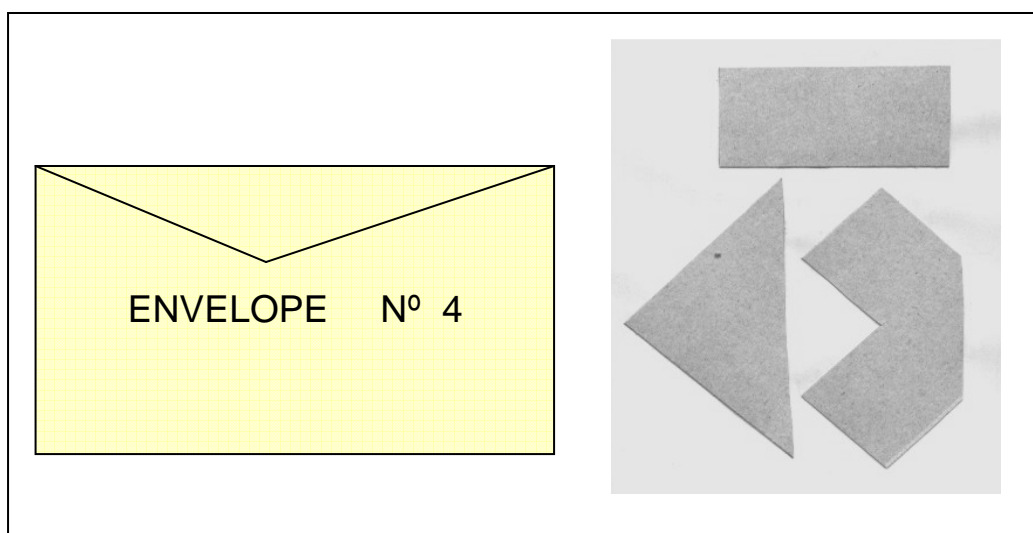


Figura 04: Envelope Nº 4 do jogo: *Quadrados Quebrados*

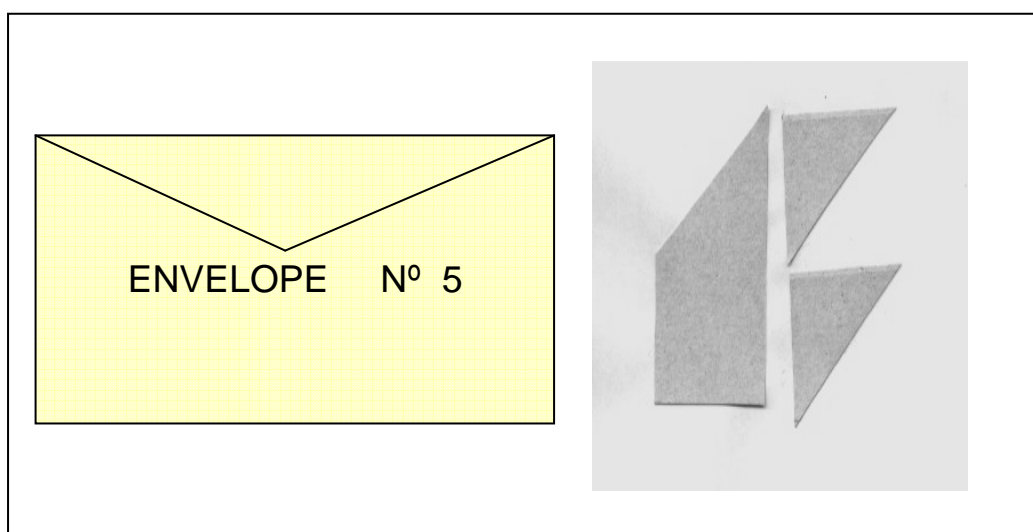


Figura 05: Envelope Nº 5 do jogo: *Quadrados Quebrados*

Uma vez dadas as instruções, a situação-problema deveria ser resolvida de forma coletiva. Queríamos mostrar às crianças a necessidade de valorizar o trabalho de todos os colegas da equipe, sem o qual não chegariam à solução.

Pesq.: - *Atenção crianças, vamos começar o jogo, não se esqueçam da regra “não pode conversar” e anota esta regra no quadro.*

As crianças abrem os envelopes, se assustam com a quantidade de peças, olham novamente lá dentro, sacodem o envelope para ver se cai mais alguma peça. Olham uns para os outros, esboçam um sorriso que dá a idéia que aquilo é

uma armadilha. Movimentam as peças, procurando encaixá-las de forma a obter um quadrado; não conseguem, começam, então, a passar as peças do quebra-cabeça.

Após alguns minutos, a angústia de não poder se comunicar é visível. Por mais que o coordenador queira lembrar as regras, inicia-se uma tentativa de comunicação por meio de gestos e sinais.

A ausência de informações e a impossibilidade de comunicação são dados que desequilibram os grupos na sua estrutura interna. Se os membros do grupo pudessem verbalizar aos demais as soluções encontradas, respostas prontas certamente viriam, assim a atividade acabaria não exigindo a observação atenta para o formato das peças nem a análise das possíveis combinações entre elas.

Como pesquisadora, deixamos claro que não podíamos interferir nas ações internas do grupo e que nossa participação estaria vinculada ao acompanhamento das soluções encontradas, sem a intenção de verificar se cada membro do grupo estava certo ou errado.



Figura 06: Os alunos na atividade dos *Quadrados Quebrados*

No Grupo 01: as crianças trocam peças, mas têm dificuldade em formar os quadrados. Montam um único quadrado com todas as peças, ignorando as orientações dadas.

No Grupo 02: a **criança HE** não consegue manter-se em silêncio e pede peças aos seus colegas. A **criança FE**, muito descontraída, passa peças para todos os colegas. A **criança JO**, muito pensativa, não exhibe nenhum sorriso, vai

acumulando peças, manipula-as em busca de um quadrado e não observa as ações do colega. A **criança JN** monta seu quadrado e não se importa mais com as necessidades dos outros.

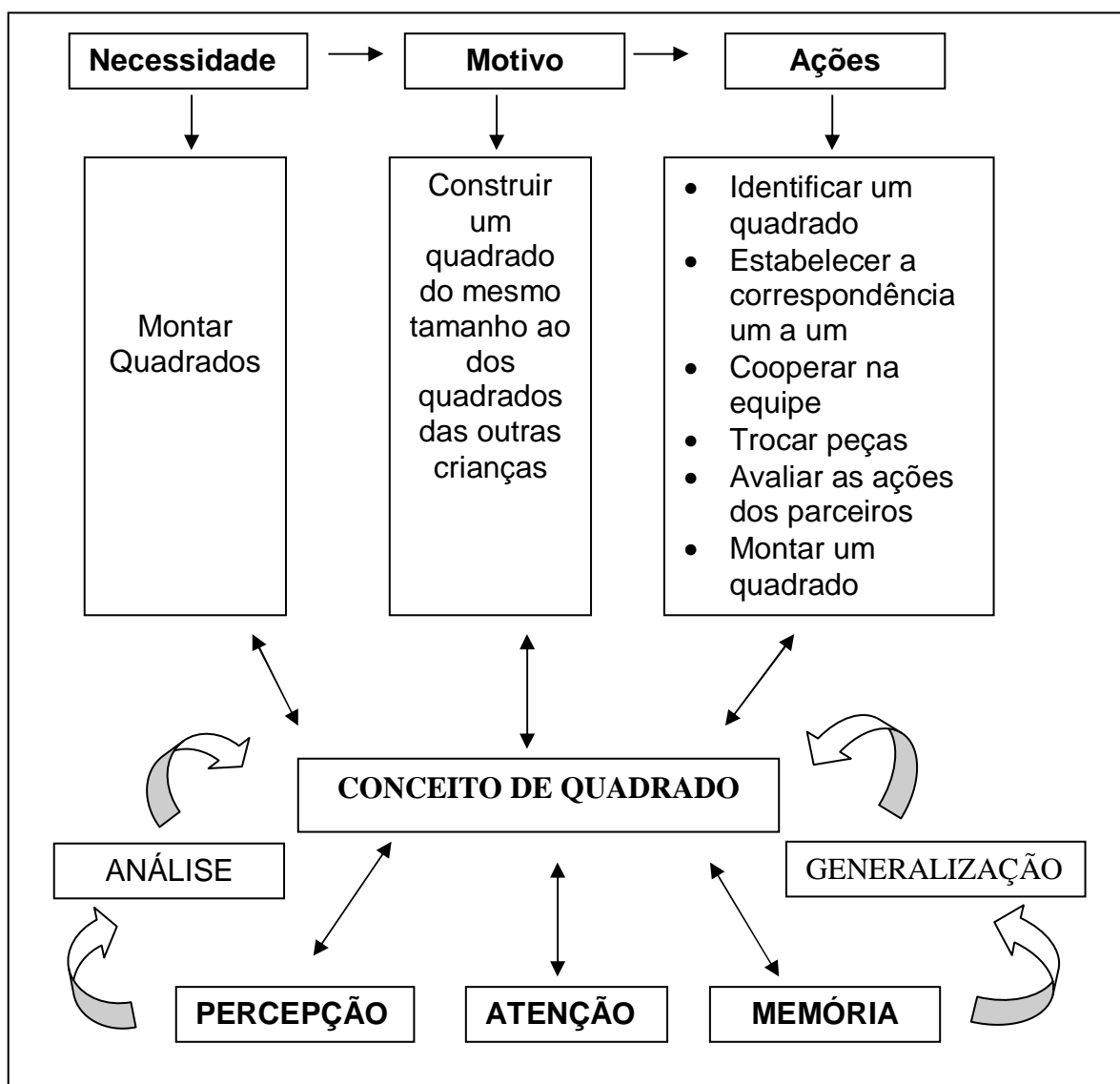
No Grupo 03: as crianças começam trocando as peças, mas não conseguem montar os quadrados. A **criança RO** esquece o objetivo da atividade e se preocupa em supervisionar o grupo. A **criança JU** após várias tentativas sem chegar à solução, aparenta cansaço, desiste e não quer mais receber peças. A **criança JE** continua trocando peças com seus colegas e, finalmente, consegue montar o primeiro quadrado. Os outros colegas olham surpresos e percebem que é possível formar quadrados, voltam à atividade de trocar peças e procuram incentivar a **criança JU** a participar novamente do jogo. É interessante ressaltar que a **criança JE** percebe que apesar dos esforços seus colegas não conseguem a solução para o problema, desmonta, o seu quadrado e começa tudo de novo, juntamente com a equipe. Com mais algumas tentativas, vão visualizando soluções e, por fim, todos conseguem ter um quadrado do mesmo tamanho. Gritam de alegria, e comunicam aos colegas da sala dizendo: Conseguimos! Conseguimos!

Os outros grupos, percebendo que existe solução, tentam obter informações, continuam a atividade e, devagar, vão alcançando a solução.

Considerando-se os pressupostos teóricos que orientam esta pesquisa um trabalho em grupo pode ser considerado uma atividade quando tem um objeto de aprendizagem comum a ser conhecido pelos alunos que são os sujeitos da aprendizagem; envolve parcerias; divisão de trabalho e busca de soluções comuns. Nosso objetivo foi utilizar esta atividade como um instrumento que desencadeasse nas crianças ações de cooperação no trabalho realizado em grupos, visando o encaminhamento que pretendemos dar nas atividades orientadoras de ensino neste estudo.

Além disso, a proposta de trabalho, por ser “atividade”, contempla o desenvolvimento do conhecimento geométrico quando parte de um problema desencadeador e destaca os elementos lúdicos na satisfação das crianças ao realizar algo que atendia a necessidade do grupo. A organização da sala, o jogo, a construção coletiva de quadrados por meio da mediação intencional se tornaram condições necessárias para a realização dessa atividade de ensino.

No quadro 11, logo abaixo, procuramos sintetizar a atividade desenvolvida. Observamos que, motivados pela necessidade desencadeada pela atividade proposta, montar os quadrados, os alunos precisam realizar diversas ações e, para realizar essas ações, voltavam sua percepção para os diferentes tipos de peças, lembravam conteúdos e experiências que os auxiliassem, dirigiam a atenção para o formato desejado comparando-o com as peças existentes analisando suas posições e dimensões, observavam as ações dos colegas, buscavam um modo de resolver o problema que pudesse ser realizado por todos os grupos.



Quadro 11: Esquema da atividade de ensino e aprendizagem: *Quadrados Quebrados*.

Enfim, ações psíquicas eram mobilizadas. Estas estão presentes na atividade não como pré-requisito para sua realização tampouco eram formadas após a aprendizagem do conceito de quadrado, mas ao mesmo tempo, como necessidade e resultado da interação dos alunos com o conceito, por isso, o duplo sentido na determinação das setas presentes no quadro 11 que ligam o conceito às funções psíquicas.

5.2.2..Montagem do Jogo de Memória

Em atividades anteriores, trabalhamos com os sólidos geométricos. Que necessidades foram impostas ao homem para que cidades como a nossa fossem construídas? Que significa zona urbana? Essas questões desencadearam nas crianças ações que as levaram a construir uma maquete intitulada: *A Geometria na zona urbana* (Figura 07). Essa foi exposta na Amostra de Trabalhos, anualmente, organizada pela escola. Na dinâmica da atividade, estabeleceram-se ações que conduziram à elaboração de novos conhecimentos tais como: o sólido geométrico que representa o cubo, o paralelepípedo, o cone, os prismas, a esfera, etc. Assim como, as faces, as arestas e os vértices presentes nesses sólidos geométricos.



Figura 07: Foto da maquete: *Geometria na zona urbana*.

O objetivo da atividade do *Jogo de Memória* - atividade desenvolvida com sete equipes foi o de verificar como os alunos utilizavam, em outra situação, os conceitos de figuras geométricas planas desenvolvidas. Entregamos para cada equipe um envelope contendo: 30 peças quadradas de cinco centímetros de lado de material emborrachado tipo E.V.A, tendo sido desprezada a altura do E.V.A após mostrarmos para as crianças que os consideraríamos como figuras planas para facilitar o manuseio das peças; 15 etiquetas com figuras geométricas planas e 15 etiquetas com o nome de cada uma das figuras utilizadas, solicitando que cada equipe colasse em cada peça quadrada as etiquetas recebidas, para a montagem de um *Jogo de Memória* (figura 08)



Figura 08: As crianças montando o *Jogo de Memória*.

Episódio 01:

Em um grupo com quatro crianças, duas colavam as etiquetas das figuras e as outras duas faziam o mesmo com as etiquetas dos nomes. Em seguida, olharam para as peças e começaram a formar os pares correspondentes: figura-nome. Diante da dificuldade na identificação de algumas figuras, tomam uma atitude (figura 09), na busca de informações:

A criança JM abre a bolsa, pega seu caderno, procura encontrar nas atividades já realizadas, as figuras ainda não identificadas.

A criança BR também procura em suas anotações e diz:

- Ah! É um paralelogramo.



Figura 09: As crianças buscando informações.

Nesse momento, percebemos as dificuldades apresentadas pelo grupo, e o incentivamos a continuar a pesquisa, já que a proposta era conhecer todas as figuras geométricas do jogo.

A criança CA, tendo em sua mão um trapézio retângulo, comenta:

- *Mas este aqui não tem no caderno.*

Pesq.: - *Pegue um trapézio igual ao do caderno (trapézio isósceles). Faça uma dobra que passe exatamente na metade das duas bases paralelas.*

Criança CA: - *Assim?*

Pesq.: - *Isto. Agora você tem duas figuras exatamente iguais, cada uma delas também é conhecida como trapézio (trapézio retângulo).*

Depois de formarem todos os pares, viram todas as peças, embaralham e iniciam o Jogo de Memória, utilizando regras que já eram do seu conhecimento. Nesse momento já não utilizavam mais os cadernos.

Em outros grupos temos crianças colando etiquetas e em outros já na atividade do jogo (figura 10).



Figura 10: Crianças jogando o Jogo de Memória.

Episódio 02:

Num segundo momento, trabalhamos com duas equipes na biblioteca, para possibilitar melhor qualidade na gravação e observação da participação das crianças no jogo.

A criança HE vira uma peça, olha e não consegue identificar o polígono, e dirigindo-se à pesquisadora, pergunta:

- *Que é isto? É um pentágono?*

Pesq.: - *Quando o Brasil foi penta-campeão, ele ganhou quantas vezes?*

Criança HE: - *Cinco vezes.*

Pesq.: - *E quantos lados tem a figura?*

Criança HE: - *Tem cinco lados, então é um penta, pentágono.*

A criança HE, em outra situação:

- *Professora e este aqui?*

A criança AN pega a peça de sua mão, conta os lados do polígono e fala:

- *Tem seis lados.*

Criança JM: - *Então é um hexágono.*

Esta cena evidencia a percepção de **AN** mobilizada para o número de lados do polígono depois de observar as ações de seus colegas na intervenção acima. O aluno identifica a peça dirigindo a atenção para o número de lados e estabelece uma regra lógica que evidencia o movimento conceitual durante a reflexão coletiva. **JM** ao expressar de forma significativa:- *Então é um hexágono*, compartilha do pensamento de **AN** comunicando o resultado ao grupo. É um momento de síntese em que as crianças procuram se apropriar de uma linguagem não por repetição mecânica das mesmas, mas compreendendo sua origem e significado. Assim, a generalização torna-se possível.

A criança LO, impaciente com a colega que, ao jogar, formava muitos pares, reclama:

- *Mas é só ela que tira, ela está com sorte.*

Vamos comentar inicialmente a ação da **criança JY** que se utiliza de um material já conhecido para fazer a correspondência entre figura-nome, um conhecimento do qual ainda não tinha se apropriado.

Diante da necessidade da utilização deste conhecimento para participar do jogo, a consulta ao caderno foi a operação realizada para que, efetivamente,

ocorresse sua ação no jogo. A organização na divisão do trabalho do grupo e a iniciativa de formar pares correspondentes antes do jogo demonstram um *plano de ação* comum dentro da atividade.

Quando os alunos não se utilizam mais do caderno para jogar, demonstram que já podem fazer aquilo que só conseguiam fazer com a ajuda das anotações. A anotação era um signo externo, presente no caderno, que, com a necessidade desencadeada pelo jogo, vai, aos poucos, tornando-se signo interno, mediador da memória. A mediação, para Vygotsky (1984) constitui um processo de intervenção de elementos sócio-históricos nas relações do homem com o mundo, o autor entende que esta relação não é direta, mas uma relação mediada por elementos tais como um instrumento, um signo.

No caso específico, a atividade potencializou esse processo ao desencadear a necessidade de internalização do conteúdo trabalhado. A criança se coloca em atividade em função de uma necessidade que lhe é apresentada

A criança HE, ao pedir ajuda, assume seu desconhecimento e necessita, nesse momento, da ajuda da professora e colegas para realizarem a mediação da tarefa, mas seus próprios colegas de equipe, possuidores deste conhecimento interagem, trocam e comunicam informações, promovendo a participação cooperativa no interior do grupo.

5.2.3 Confeccionando a caixinha para o Jogo De Memória

Esta atividade serviu de instrumento para se observar o movimento do pensamento dos alunos, evidenciado na linguagem e nas ações realizadas durante a montagem do sólido geométrico (a caixinha), com uma capacidade igual ao volume dado (total de peças do jogo). As unidades de volume (cada peça do jogo) já eram conhecidas e manipuladas, pois o jogo tinha sido construído anteriormente. O objetivo foi colocar as crianças diante de duas situações: Como agrupar aquelas peças para ter a noção espacial deste volume? Por outro lado, a construção não poderia ser para qualquer caixa. Qual a caixa mais adequada para guardar essa quantidade de peças?

Apresentamos a situação-problema para as crianças:

- Logo, estaremos participando das atividades da Mostra de Trabalhos realizada anualmente na escola, oportunidade em que a comunidade vem conhecer um pouco do que vocês realizam aqui. Um dos trabalhos que poderemos mostrar é o Jogo de Memória das figuras geométricas. Precisamos construir uma caixinha bem bonita para guardar este jogo.

Profª. W: - *Vamos organizar as equipes.*

Pesq.: - *O grupo vai planejar como será esta caixinha, montar um mapa para a construção da caixinha e enviá-lo como sugestão para seus colegas. Mas a sugestão precisa ser bem detalhada para que os colegas da outra equipe possam compreender cada passo da construção da embalagem.*

A Mostra de Trabalhos organizada pela escola foi uma situação propícia para a mobilização das ações dos alunos.

A **Profª. W** ajuda a distribuir os papéis nas equipes e as peças do Jogo de Memória de cada equipe .

Criança JU: - *mas se a gente não conseguir montar a caixinha, professora?*

Pesq.: - *Devolve para o grupo corrigir o que não deu certo.*

Episódio 01:

Uma equipe, formada por quatro crianças, começa a manipular as peças e consegue agrupá-las em três blocos, contendo dez peças cada um, conforme figura 11.



Figura 11: Foto do empilhamento das peças na construção da caixinha.

A **criança LO** olha para a pilha de peças e diz:

- Vai ter que ser retangular.

Pesq.: - *Será? Quem sabe uma caixa de sapato!*

Criança LE: - *Professora, não dá para fazer uma caixa quadrada?*

Em sua fala **LE** evidencia a utilização da percepção ao questionar a possibilidade de alteração do modelo espacial.

Criança LO: - *Não dá, são trinta peças.*

A **criança LE** olha, coloca a mão na cabeça, demonstrando que não se convenceu. Sua ação provoca uma situação de conflito.

A **criança LO** fica em dúvida, falou, mas não sabe explicar porque 30 não é possível. Desmancha a pilha feita dizendo:

- Dá para colocar dez embaixo, dez em cima e mais dez, quer ver?

A **criança LE** conta as peças e vai separando de dez em dez.

As duas tentam formar um quadrado e não conseguem, enquanto isso as outras duas crianças ficam só olhando. Mesmo que não tenha ficado claro para elas, vê-se que a tentativa de generalização esteve presente em suas ações: o empilhamento inicial poderia ser diferente? E, neste caso, qual seria o formato da caixinha? A ausência da mediação do professor é proposital neste momento no sentido de mostrar que apesar das funções psíquicas estarem mobilizadas para o objeto, as crianças não conseguem sozinhas avaliar suas ações. O papel do professor na mediação dos conceitos científicos na atividade é necessário para a sistematização do conhecimento matemático. Na falta dessa mediação intencional, os alunos, além de não avançarem em seus conhecimentos, podem retroceder sentindo-se incapazes, tornando possível ações como esta de **LO**:

Criança LO: - *Vamos fazer o que estava, não dá, está muito difícil, a gente ainda tem que fazer uma carta.*

Episódio 02:

Em outra equipe, ao repartirem as peças entre si, as crianças percebem que sobram peças e, portanto, que alguma coisa não estava certa.

A **criança MT** pega as peças de todos e fala:

- Tem que fazer tudo junto, é uma caixa para tudo.

Nesse momento **MT** apresenta um plano de ação para sua equipe. Observou que não era possível construir uma caixinha para cada um, comparando o número de peças existentes e a quantidade de colegas.

Essas ações mobilizaram a percepção das crianças para o número total de peças; dirigiram sua atenção para a forma mais adequada para a caixinha. Juntos começam a agrupar as peças, comparando a altura das pilhas e depois contam quantas peças há em cada uma delas, formando três blocos com dez peças em cada um. Daí em diante, o grupo elabora o mapa da caixinha. A escrita é um instrumento que potencializa o grau de abstração atingido.

A **criança CA** pega a sua folha, coloca as peças em cima e vai circulando-as, para obter o fundo da caixa.

Já a **criança BR** utiliza a régua (Figura 12) para medir o comprimento, a largura e a altura e vai transcrevendo para sua folha, na construção do mapa da caixinha.



Figura 12: A criança elaborando a planificação da caixinha.

Nesse episódio, vale a pena ressaltar o momento em que a **criança LO** olha para a pilha e afirma que a caixa precisa ser retangular e em que a **criança LE**, ao se defrontar com a organização inicial que seu grupo tinha dado às peças do jogo, questiona sobre a possibilidade de outra forma para a caixinha, ou seja, pede se a forma da caixa poderia ser quadrada. O conflito gerado faz com que desmanchem a pilha já montada e tentem distribuir as peças de forma que as

camadas formassem quadrados perfeitos. Vale lembrar que o jogo era composto por trinta peças.

Percebemos que, enquanto suas ações eram dirigidas para o objeto, o conceito de sólido geométrico, traduzido pela linguagem verbal era outro. Ambos se referiam ao sólido geométrico, à caixa, como uma de suas faces. Os conceitos espontâneos fazem parte do cotidiano dessas crianças. À compreensão da essência do conceito não bastam definições, é preciso que, a atividade desencadeie necessidades para mobilizar suas ações. O processo de medida de volume possibilita conhecimentos novos para essa criança, desenvolvendo sua atenção, sua capacidade de planejar, analisar e generalizar, quando é capaz de despertar questionamentos, como os da **criança LE**.

Os conteúdos escolares, quando devidamente organizados e mediados, colocados como instrumentos na aprendizagem da criança, possibilitam que ela atinja um nível mais elevado em seus conceitos espontâneos, de tal forma que, tornem possível o surgimento dos conceitos científicos (SFORNI, 2004).

Na elaboração do mapa da caixa, a **criança BR** utilizava instrumento de medida enquanto a **criança CA** circulava as peças, sem a preocupação da medida. Constatamos que esta última, era uma ação manifestada pela maioria das crianças. Nas planificações apresentadas nas figuras 13 e 14, observamos a preocupação com a quantidade de faces necessárias, suas formas geométricas e medidas, apesar de não demonstrarem habilidades no uso de instrumentos de medida.

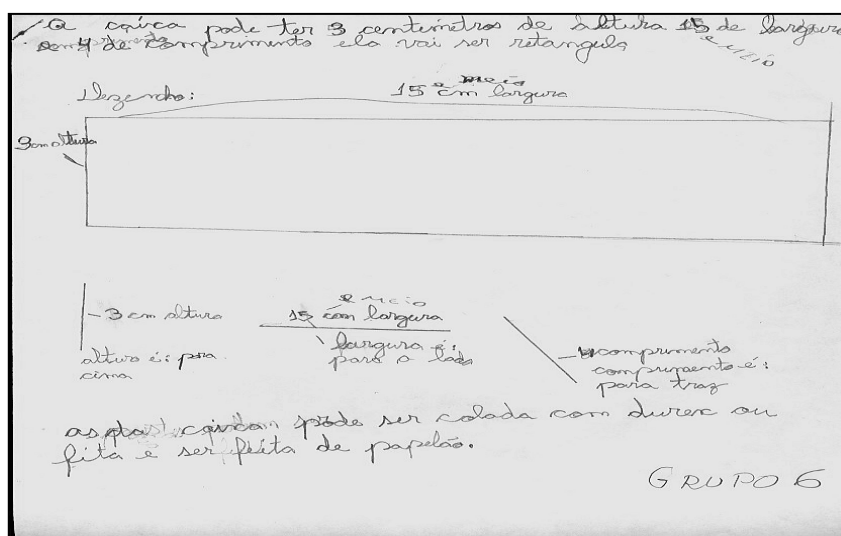
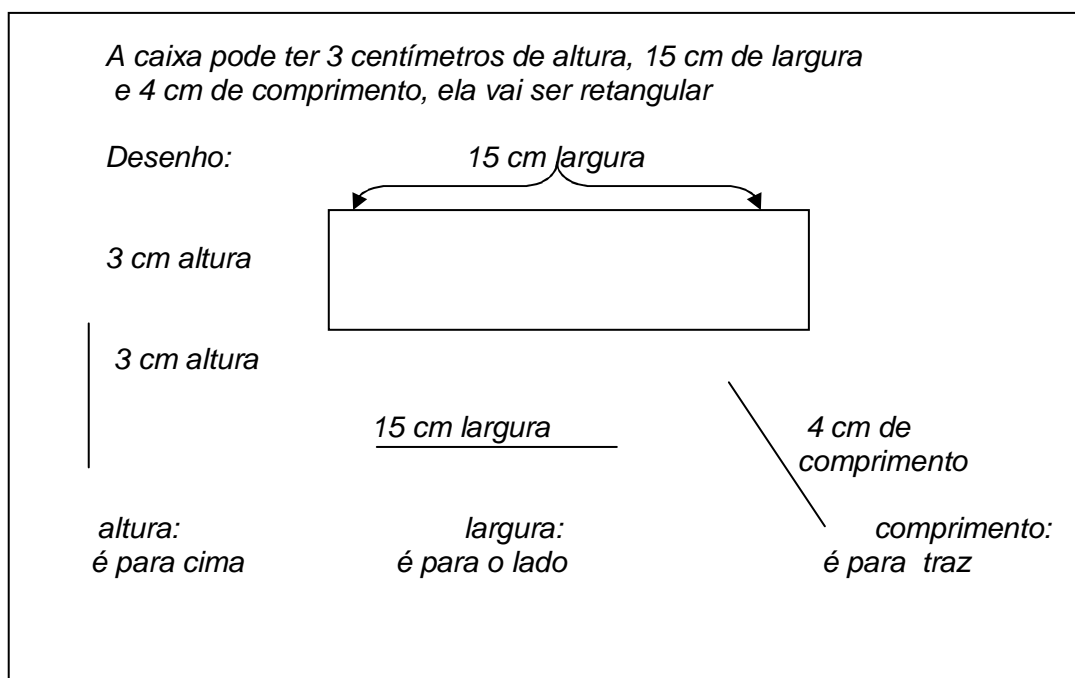


Figura 13: Planificação da caixa elaborada pelo do Grupo 6

Apresentamos a seguir a transcrição da Planificação da caixa elaborada pelo Grupo 6 apresentada na figura 13.



Já o Grupo 6 apresenta outra planificação para a caixinha:

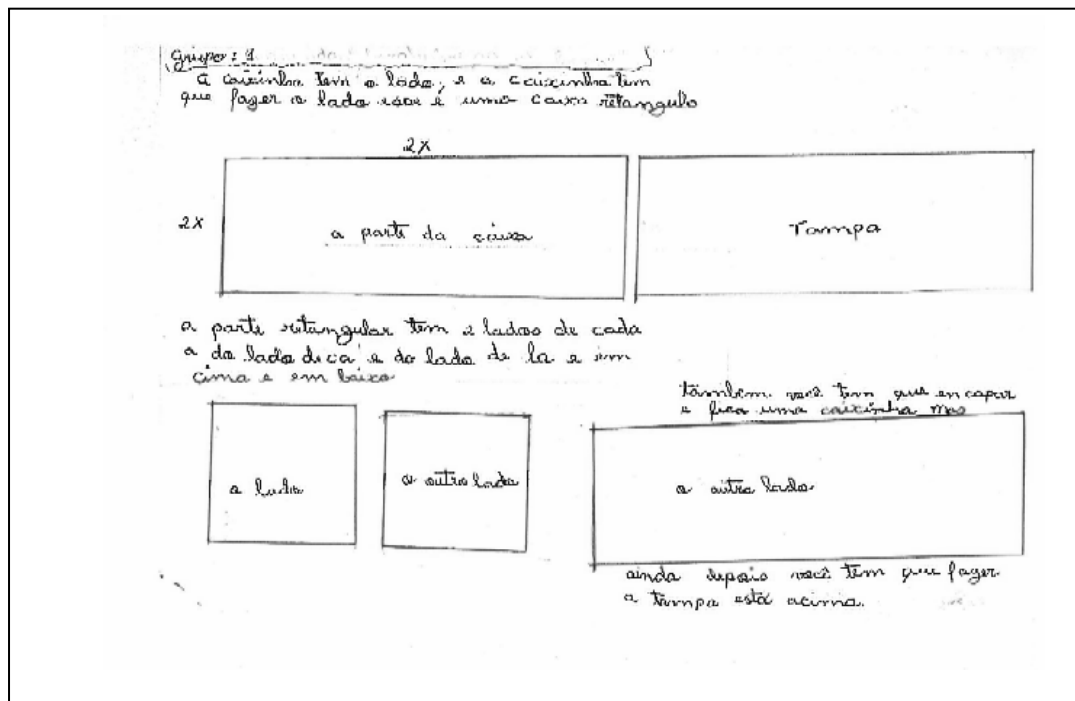
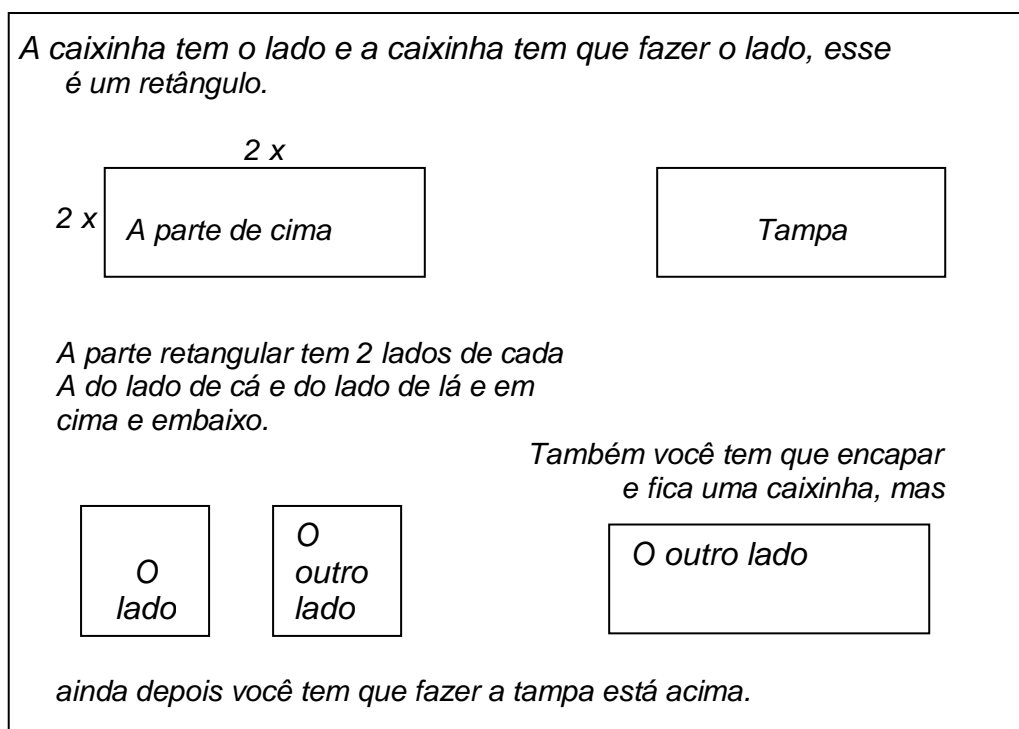


Figura 14: Planificação da caixa elaborada pelo Grupo 1.

Apresentamos a seguir a transcrição da Planificação da caixa elaborada pelo Grupo 1 apresentada na figura 14.



Observamos, também, que foi uma preocupação do Grupo 1, o material na construção do sólido geométrico, a indicação da unidade de comprimento usada e sugestão da união das faces planas. Além disso, é muito interessante a forma que representaram a largura, o comprimento e a altura.

Diante das dificuldades apresentadas pelas crianças, tanto na planificação como na escrita de sugestões para a construção da caixinha, sentimos a necessidade de redimensionarmos nossas ações de ensino. Diferentemente de um planejamento formal, estabelecido *a priori*, que deve ser rigidamente cumprido, a atividade orientadora tendo como preocupação a aprendizagem dos alunos, possibilita modificação da mesma ao longo do processo, se o professor julgar necessário ao avaliar suas ações frente à aprendizagem que está se processando. Mantém-se a intencionalidade, mas sem a rigidez das atividades previstas. É nesse sentido que a atividade orientadora de ensino é também um instrumento de aprendizagem para o professor.

Optamos pela estruturação de um texto para dirigirmos a atenção dos alunos para aspectos que deveriam levar em consideração na construção do sólido geométrico em função do volume dado.

Levantamos com as crianças os elementos essenciais: a forma das peças do Jogo; o número total de peças; o número de peças que seriam colocados em cada camada; o número de camadas possíveis; a forma da caixa mais adequada para um maior aproveitamento do papel que iríamos utilizar; suas medidas e os instrumentos necessários para desenvolver esta ação. A **prof^a. W** produziu, juntamente com as crianças, o texto coletivo “A construção da caixa”, como apresentado na figura 15.

18/11/04

(partes para montar a caixa)

- laterais menores (2)

- laterais maior (2) - fundo

Todas as partes tem a forma de um retângulo

* Lapis colita de dentes etc Solidos Geometricos para elaboração de uma caixa para guardar o jogo da memória, elaboramos um texto coletivo

A confecção da caixa

Para que pudéssemos confeccionar a caixa onde guardaremos o jogo da memória, foi necessário que anteriormente estudássemos sobre os Solidos Geometricos.

A partir da confecção de jogo da memória, que foi feita em grupo,

Caixa planificada

sentimos a necessidade de guarda-la. Por isso, novamente em grupo, fizemos uma suposta organização e planificação para montar a caixa, que terá a forma de um paralelepípedo

Para confecciona-la precisamos de:

* MATERIAL

- sulfite, régua, lapis e boracha

* MEDIDAS

- comprimento (15,5 cm)


- largura (5,5 cm)

- altura (3 cm)


Figura 15: Texto coletivo “A confecção da caixa”.

Apresentamos a seguir a transcrição do texto coletivo: “A construção da caixa”, apresentado na Figura 15.


Partes para montar a caixa



laterais menor(2)

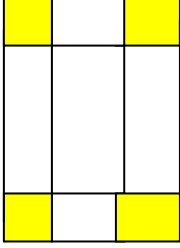


laterais maior(2)



fundo

caixa planificada



todas as partes tem a forma de um retângulo
Após a coleta de dados sobre sólidos geométricos para elaboração de uma caixinha para guardar o Jogo de Memória, elaboraremos um texto coletivo.

A confecção da caixinha

Para que pudéssemos confeccionar a caixa onde guardaremos nosso Jogo da Memória, foi necessário que anteriormente estudássemos sobre os sólidos geométricos.
A partir da confecção do Jogo da Memória, que foi feito em grupos, sentimos a necessidade de guardá-lo. Por isso, novamente em grupo, fizemos uma suposta organização e planificação para montarmos a caixa, que terá a forma de um “paralelepípedo”.

Para confeccioná-la precisamos de:

- *Material: sulfite, régua, lápis e borracha.*
 - *medidas*
 - comprimento (15,5 cm)*
 - largura (5,5 cm)*
 - altura (3cm)*

Esse procedimento permite aos alunos um modo generalizado de ação na busca da solução do problema. A produção do texto traz implícita a seqüência das operações necessárias à ação. “Quando o ensino traz a reflexão como elemento básico, não se ocupa apenas de transmissão de conteúdo, mas também de método para a aquisição de conhecimentos” (SFORNI, 2004, p.136). A montagem da caixinha somente foi possível em razão das condições ofertadas: organização do trabalho em sala de aula e a construção coletiva do texto por meio da mediação da professora. Na discussão foi possível valorizar as diferentes soluções apresentadas e acompanhar a organização do pensamento em torno da ação.

As crianças não gostam de escrever matemática. Matemática para elas é calcular, saber tabuada e resolver situações-problemas já conhecidas. Entretanto, a necessidade de construir a caixinha promoveu esta ação. Seguindo as sugestões do texto, montaram, individualmente, as caixas usando papel de bobina para embrulho. Observamos que muitas dessas crianças nunca tinham construído uma caixinha.

Criança LO: - *Professora, eu posso levar a minha caixinha para casa?*

Pesq.: *Quem quiser, pode levar a caixinha para casa.*

A fala da **criança LO** revela que quando a aprendizagem se transforma em uma atividade para a criança, ela não se atém somente ao aspecto cognitivo, mas envolve o aspecto afetivo, emocional, extrapolando o espaço da sala de aula.

No encontro seguinte, cada equipe foi construir a caixinha em cartolina, para guardar o Jogo de Memória, patrimônio que passou a pertencer à turma.

Criança LO: - *Professora, eu fiz muitas caixinhas em casa para guardar minhas coisas, agora eu sei fazer.*

Na ação de **LO** podemos identificar evidências do desenvolvimento. Se no início da atividade apresentava dificuldade em expressar seu pensamento, quando passa a ter um motivo real, sua atenção é canalizada para o objeto da aprendizagem e a necessidade social do grupo que, de alguma forma, potencializa a generalização do conceito de volume, materializado na fabricação de outras caixinhas que fossem adequadas “para guardar suas coisas”.



Figura 16: A caixinha construída pelas crianças para guardar o Jogo de Memória.

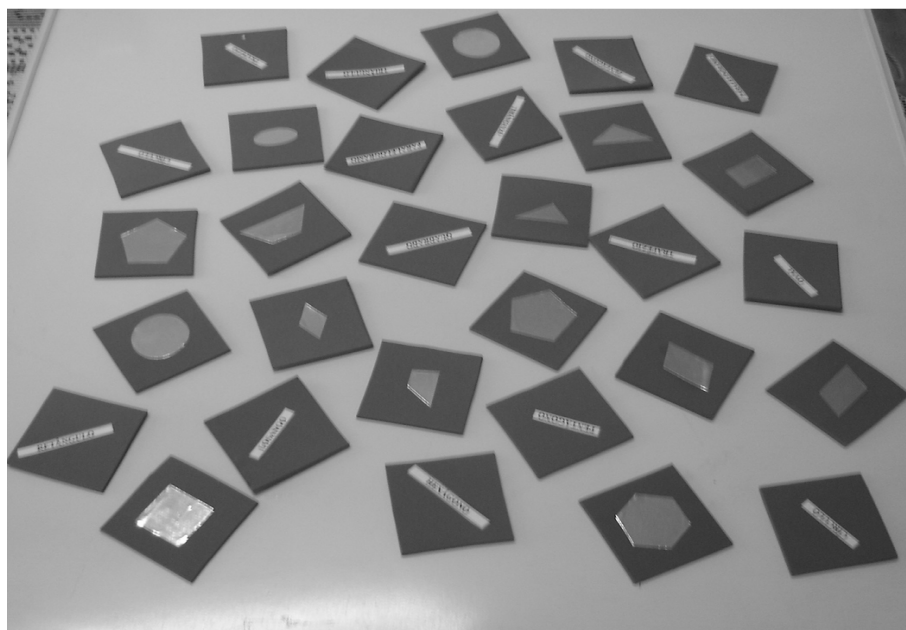
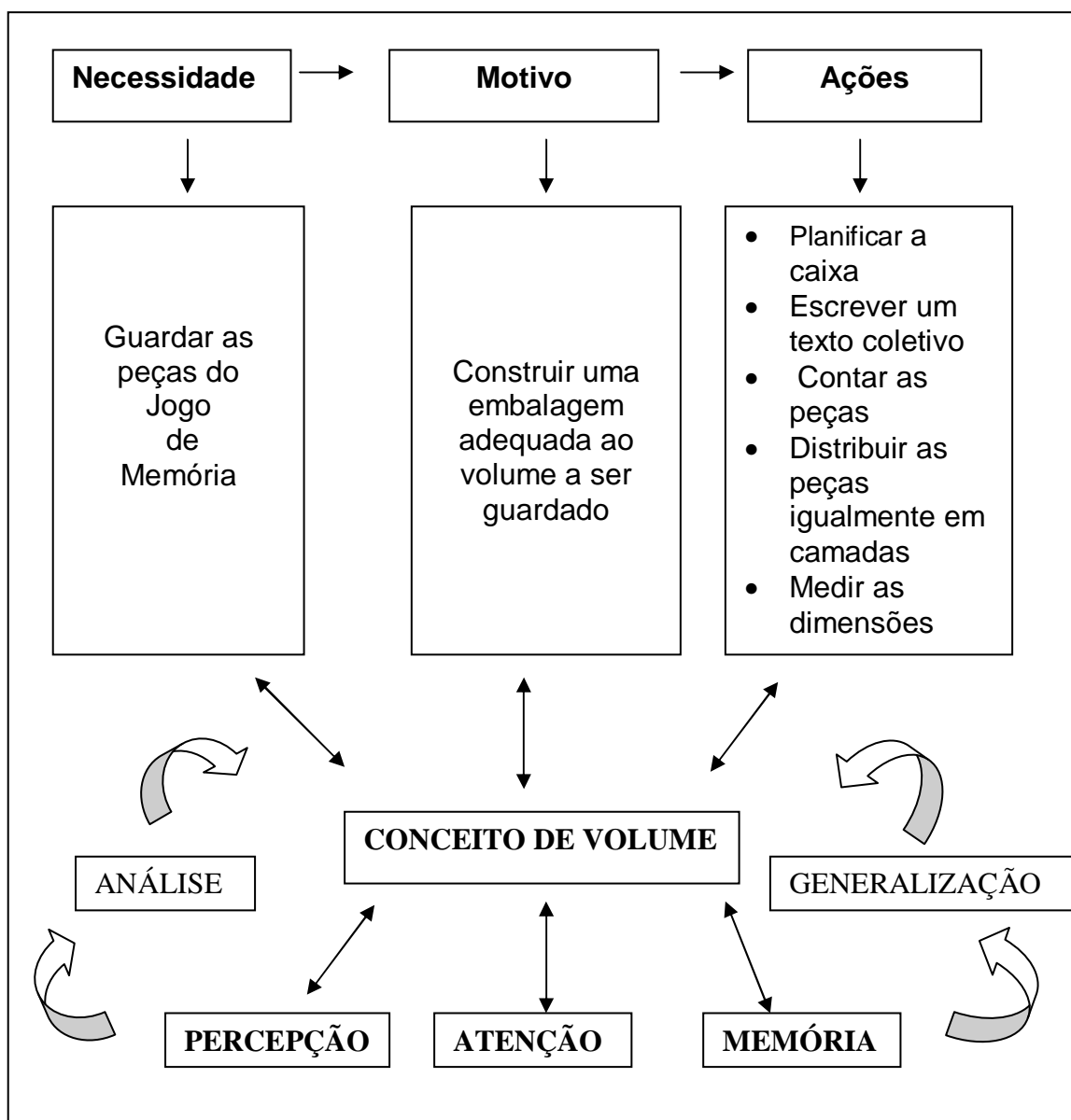


Figura 17: O jogo de Memória, de figuras geométricas planas.

As relações que as crianças conseguiram estabelecer entre o número de peças em cada camada, o número de camadas utilizadas e a caixa mais adequada para guardar o jogo, produziram elementos para a compreensão do conceito de volume.

O quadro 12 ilustra a atividade de ensino que desenvolvemos com a intenção de produzir elementos para a compreensão do conceito de volume. Para tanto, contamos com as condições físicas e psíquicas existentes, tais como: a organização em sala de aula, a construção coletiva de um texto por meio da mediação, fabricação da caixa com as dimensões necessárias, a utilização das peças do jogo como unidade de medida de volume e as crianças.

A necessidade de guardar as peças do Jogo de Memória desencadeou no aluno o motivo para querer construir a embalagem adequada ao volume a ser guardado. Para tanto, necessitou desenvolver diferentes ações orientadas no sentido de atingir o objetivo final. Na aprendizagem do conceito de volume são mobilizadas: a percepção, a atenção, a memória, no processo de análise e generalização e, ao se apropriar do conteúdo do conceito, o aluno tem possibilidades de desenvolver estas funções psíquicas, atingindo um nível mais elevado de pensamento teórico.



Quadro 12: Esquema da atividade de ensino e aprendizagem: Jogo de Memória.

5.2.4 O conceito de volume em paralelepípedos

Mediante a atividade com a caixa do Jogo de Memória esperava-se que as crianças utilizassem um único tipo de unidade de medida na apropriação do conceito de volume. Dando continuidade ao trabalho, desenvolvemos esta atividade com o objetivo de junto com as crianças desenvolver o conceito de volume em paralelepípedos. Acreditamos ser importante neste momento colocar o

aluno diante de uma nova situação em que se utilizará de unidades de medidas diferentes para determinar o mesmo volume.

Inicialmente, comunicamos às crianças que a atividade seria realizada na biblioteca com um número menor de alunos, porém, todos seriam contemplados. Essa mudança - outro ambiente de estudo e o menor número de alunos – foi necessária para que pudéssemos registrar de forma mais eficiente as ações e diálogos realizados na atividade proposta, favorecendo a posterior análise dos dados.

Nas atividades escolares, a exploração, a experimentação, a investigação de situações desafiadoras devem estar voltadas não somente para solucionar problemas da vida prática, mas com o propósito de que, essas ações, aos poucos, vão desvinculando o aluno da necessidade de lidar com objetos concretos na formação dos conceitos, implicando em um refinamento de sua capacidade de observação, atenção, percepção, imaginação, análise e síntese. Neste sentido, algumas atividades se tornam mais significativas que outras, “[...] constituem um espaço pedagógico muito rico para intervenções planejadas que possibilitem à criança o desenvolvimento de noções geométricas” (MOURA, A.; MOURA, M., 1994, p.06). Os episódios abaixo evidenciam esse fato.

Episódio 01:

Na biblioteca apresentamos ao grupo de estudantes as caixas e as peças que iríamos trabalhar, formulando o seguinte questionamento:

- *Que quantidade de peças poderia ser guardada nas diferentes caixas?*

Com essa atividade esperávamos que o aluno ao medir o volume do paralelepípedo compreendesse que este depende exclusivamente da unidade de medida adotada. Assim como, reconhecesse a importância de explicitar esta unidade na comunicação do resultado encontrado.

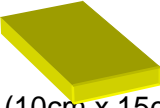

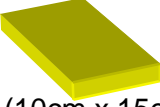

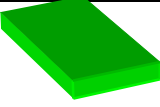

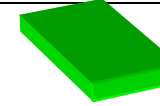

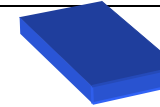

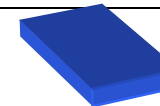

A produção da linguagem, como da consciência e do pensamento, está diretamente misturada na origem, à actividade produtiva, à comunicação material dos homens. O elo directo que existe entre a palavra e a linguagem, de um lado, e a actividade de trabalho dos homens, do outro, é a condição primordial sob a influência da qual eles se desenvolveram enquanto portadores do reflexo

consciente e 'objetivado' da realidade. Significando no processo de trabalho um objecto, a palavra distingue-o e generaliza-o para a consciência individual, precisamente na sua relação objectiva e social, isto é, como objecto social. Assim, a linguagem não desempenha apenas o papel de meio de comunicação entre os homens, ela é também um meio, uma forma da consciência e do pensamento humano, não destacado ainda da produção material. Torna-se a forma e o suporte da generalização consciente da realidade. Por isso, quando, posteriormente, a palavra e a linguagem se separam da actividade prática imediata, as significações verbais são abstraídas do objecto real e só podem portanto existir como facto da consciência, isto é, como pensamento (LEONTIEV, 1978, p. 87).

Galperin (1987) considera a formação da ação no plano da linguagem uma das etapas fundamentais na apropriação do conhecimento. Temos então, na linguagem a possibilidade de comunicação, organização e generalização do pensamento. A fim de que, a solução encontrada venha adquirir a possibilidade de generalização é necessário que os alunos identifiquem em suas ações os elementos essenciais percebidos na situação particular para que possam utilizar em outras situações. Não basta contar as unidades de medida utilizadas, é necessário comunicar nos resultados a unidade tomada por referência. Entendendo que é no processo de interiorização que a linguagem assume sua função simbólica, procuramos no desenvolvimento da atividade destacar o tipo de unidade trabalhada, com a intenção de criar uma rede de significados ao conceito de volume.

Pergunta Desencadeadora	Que quantidade de peças poderiam ser guardadas nas diferentes caixas?
Ação	Guardar as peças nas caixas.
Objetivo	Compreender o conceito de volume em paralelepípedos ao analisar a relação existente entre as unidades de medidas diferentes.

Para o trabalho proposto precisávamos de certa organização a fim de alcançar os resultados esperados. No processo investigativo, propusemos ações compartilhadas, com os participantes do problema intervindo nas mesmas. Dessa forma os estudantes foram organizados em três equipes: Amarela, Azul e Verde (Quadro 13). Estas foram representadas por duas duplas de crianças. Do material distribuído para cada equipe constavam: duas caixas iguais; um número aleatório de peças e uma ficha.

EQUIPE	DUPLAS/ crianças	TIPO DA CAIXA	PEÇAS
Amarela (4 crianças)	Dupla A	 (10cm x 15cm)	 (5cm x 5cm)
	Dupla B	 (10cm x 15cm)	 (5cm x 10cm)
Verde (4 crianças)	Dupla C	 (15cm x 20 cm)	 (5cm x 5cm)
	Dupla D	 (15 cm x 20 cm)	 (5cm x 10cm)
Azul (4 crianças)	Dupla E	 (10cm x 20cm)	 (5cm x 5cm)
	Dupla F	 (10cm x 20 cm)	 (5cm x 10cm)

Quadro 13: Organização do grupo de trabalho

São apresentadas às equipes diferentes unidades de medida para serem utilizadas em caixas do mesmo tamanho. Por outro lado, as equipes trabalharam com as mesmas unidades de medida, porém, com caixas de tamanhos diferentes. Dessa forma, procurávamos tornar evidente a relação existente entre as unidades de medida adotada e o cálculo do volume do sólido geométrico.


Depois da organização do espaço de aprendizagem, distribuimos o material as duplas orientando: - *Vocês receberam um conjunto de peças e uma caixinha. A peça servirá como unidade de medida. Vamos descobrir, quantas peças destas cabem na sua caixinha?*

A **criança LU** olha para o material e pergunta à pesquisadora:

- *Professora, espera aí. É para colocar todas as peças na caixa?*

A **pesq.** continua explicando:

- Vão colocando as peças na caixinha, camada por camada e registrando na ficha (Quadro 14) os resultados encontrados.



Temos seis caixas : 2 amarelas, 2 verdes e 2 azuis.
 Queremos guardar as peças verdes, amarelas e azuis nas suas respectivas caixas.
 Vamos formar duplas e cada dupla vai ficar com uma caixa.

- Sua caixa é a
- A unidade de medida que você vai utilizar é um
- Foram colocados na 1ª camada de sua caixa.
 - Quantas camadas cabem na caixa?
- $(\text{Unidades de medidas na 1ª camada}) \times (\text{Número de camadas}) =$
 - Qual é o volume da sua caixa?

Agora vamos observar o que nossos colegas fizeram em suas caixas e então completar o quadro abaixo !!!
 Vocês já perceberam que tem outra dupla com uma caixa igual. Troquem idéia com a dupla que tem a caixa da mesma cor que a sua e completem o quadro abaixo.

CAIXAS	AMARELA A	AMARELA B
Unidade de medida usada		
Foram colocadas na primeira camada		
Quantas camadas cabem na caixa?		
Qual é o volume da caixa?		

Procure escrever o que você observou quando compararam a atividade dos dois grupos.

Quadro 14: Ficha de registro utilizada Observamos que no início as crianças colocavam as peças na caixinha de qualquer maneira, a atenção não estava voltada para o objeto, mas para a busca de uma resposta mais rápida. Não levavam em conta que, cada camada precisava ter a mesma quantidade de peças. As pilhas possuíam números diferentes de peças, dificultando a contagem do total. Nossa intenção ao colocar a ficha com o material foi de chamar a atenção para o conteúdo geométrico da atividade e possibilitar ao aluno uma sistematização dos resultados encontrados utilizando a linguagem matemática.

A **criança VN** pega um bloco de peças e coloca na caixa.

A **pesq.** aponta para o preenchimento da ficha e pergunta:

- A sua unidade de medida é...

Criança VN: - Quadrado.

A **pesq.** procurando mostrar que a atenção para com a ficha era importante para alcançar o resultado, também questiona a próxima ação:

- *Quantas peças foram colocadas na primeira camada?*

A **criança VN** percebendo que não tinha distribuído as peças uniformemente, começa novamente a organizá-las dizendo:

- *Ah! Professora.*

Nesta ação, **VN** evidencia uma atenção mais refinada ao ampliar as relações já estabelecidas, anteriormente, no movimento de apropriação do conceito. Percebemos que é um momento de reflexão coletiva em que os alunos fazem à análise das ações e operações executadas e planejam as novas ações em busca da solução para a situação-problema. A atividade social externa vai aos poucos, formando a atividade interna, intrapsíquica.

Em uma mesma equipe os pares trabalhavam com a caixa de mesma cor, forma e tamanho, porém, as unidades de medidas utilizadas eram diferentes. Quando as duplas A e B, da equipe Amarela terminaram sua tarefa, reuniram-se para completar a parte da ficha que só seria possível com a troca de informações.

A **pesq.** se aproxima do grupo e estabelece uma discussão dos resultados obtidos:

- *Que unidade de medida foi usada por vocês?*

Crianças LU + VN: - *Quadrado.*

Crianças LR + CA: - *Retângulo.*

Pesq.: *Quantas peças foram colocadas na primeira camada?*

Crianças LU + VN: - *Seis.*

Crianças LR + CA: - *Três.*

Pesq.: - *E o que é que vocês acham disso?*

Criança LR: - *Eles colocaram 3 a mais do que nós.*

A **pesq.** coloca a unidade de medida utilizada à frente dos pares e reforça novamente a pergunta:

- *Por que vocês colocaram 3 quadrados e a outra dupla 6 retângulos?*

Criança CA: - *Porque o nosso é maior, porque é retângulo.*

A **pesq.** olhando para a outra dupla pergunta:

- *O que vocês acham?*

Criança VN apontando para o quadrado:

- *Porque é muito pequeno, esse é menor.*

Criança LR: - *Porque o deles é menor.*

A **pesq.** percebendo a dificuldade das crianças na comparação entre as duas unidades de medida e no uso da linguagem matemática sobrepõe as peças e insiste novamente:

- *Quantos destes quadrados cabem no retângulo?*

Crianças LU + VN: - *Dois quadrados.*

Pesq.: *Quantas camadas vocês conseguiram colocar na caixinha?*

Crianças LU + VN: - *11.*

Crianças LR + CA: - *11.*

Pesq.: - *Quantas peças vocês usaram ?*

Criança VN: - *66.*

Criança CA: - *33.*

Pesq.: - *Existe alguma relação entre o número 66 e 33?*

Criança LR: - *10 a mais.*

Criança Ca: - *Tem 33 a mais.*

Pesq.: - *Então, se eu somar duas vezes 33 dá 66?*

Crianças LR + CA: - *É.*

Pesq. – *E o 66 é o que do 33?*

Criança LU: - *É a metade.*

Criança LR + CA: - *Não, é o dobro.*

A partir daí, começam a registrar na ficha os dados obtidos.

Em alguns momentos as tentativas e erros se fazem presentes nas ações dessas crianças e as relações com o objeto são permeadas pela necessidade do concreto, voltadas para a solução de situações práticas. Se não houver uma relação entre a atividade orientadora intencionalmente organizada e o objeto da atenção do aluno não teremos o resultado esperado. Se a atenção do educando estiver apenas voltada para a sua caixinha, não se conscientizará do conteúdo proposto, apenas se aperceberá do mesmo. Observamos que no preenchimento da ficha sua atenção esteve voltada para a comunicação e comparação exigindo um nível de compreensão maior. Para tanto, os conceitos geométricos envolvendo medidas espaciais (forma, tamanho, dobro, metade, operações de

adição e multiplicação), presentes em suas ações potencializaram um nível mais elevado na formação do conceito de volume.

Episódio 02:

Em outra equipe Amarela formada pelas duplas (**AN+RA**) e (**PT+JY**), com a mesma proposta de trabalho.

A **pesq.** questiona o número de camadas utilizado pela duplas.

A **criança AN** retira uma pilha da caixa e a **criança RA** outra e contam as peças.

Criança AN: - *Tem 12.*

Criança RA: - *Tem 13.*

Pegam uma terceira pilha e verificam que há 11 peças.

Crianças AN+RA: - *Que será que aconteceu? Vamos contar outra vez.*

Distribuem novamente as peças, agora as organizando de forma uniforme em cada camada. Observando o fato, a outra dupla confere suas pilhas para verificar se não tinha ocorrido o mesmo com suas peças.

Pesq.: - *O número total de peças expressa o volume da caixinha. Então, qual é o volume encontrado?*

Criança AN: - *33.*

Pesq.: - *33 o que?*

Criança AN : - *33 quadrados.*

Pesq.: - *Se você responder somente com o dado numérico 33 não fica explicado como foi medido.*

Criança JY: - *O nosso é 66 retângulos.*

Consideramos a escrita uma das ações do estudante em que o professor tem a possibilidade de observar o nível de compreensão do conceito, assim como o sentido que o sujeito está tendo dos instrumentos geométricos que estão sendo socializados. As condições psíquicas e físicas presentes realmente foram suficientes para um nível maior de consciência? Nesse sentido, apresentamos o texto escrito pela **criança RA**, resposta à última questão proposta na ficha, para contribuir (Figura 18) com essa análise.

Procure escrever o que você observou quando compararam a atividade dos dois grupos.

A caixinha é amarela tem a forma de um sólido geométrico chamado paralelepípedo. Nós descobrimos que na caixa A há 66 quadrados e na B 33 a diferença é de 33 quadrados. A outra forma é retangular, então para o quadrado empatar com o retângulo, o quadrado precisa de dois juntos para igualar ao mesmo tanto que 66. A dupla B precisa ter os quadrados para chegar ao nosso mesmo tanto de medida que a nossa dupla conseguiu. Para 33 quadradinhos de forma retangular que eles conseguiram 33 e nós conseguimos 66 quadradinhos na caixa A e na B 33 retângulos.

Figura 18: Texto síntese da questão proposta.

Apresentaremos a seguir a transcrição do texto síntese apresentado na Figura 18:

A caixinha é amarela, tem a forma de um sólido geométrico chamado paralelepípedo. Nós descobrimos que na caixa A há 66 quadrados e na B 33. A diferença é de 33 quadrados. A outra forma é retangular, então para o quadrado empatar com o retângulo, o quadrado precisa de dois juntos para igualar ao mesmo tanto que 66. A dupla B precisa ter os quadrados para chegar ao nosso mesmo tanto de medida que a nossa dupla conseguiu. Para 33 quadradinhos de forma retangular que eles conseguiram 33. E nós conseguimos 66 quadradinhos na caixa A e na B 33 retângulos.

Percebemos que as idéias de comparação entre as unidades de medidas utilizadas, assim como, a forma e nomeação do sólido geométrico estiveram presentes no texto. A medida do volume está diretamente relacionada com estas unidades de medidas. A criança ainda não consegue sistematizar isto na sua escrita, mas é possível verificar que em outras ações se utiliza dos conceitos geométricos como instrumentos que a orientam na busca de soluções para situações desafiadoras.

Pesq.: - Para obter o volume de qualquer sólido geométrico escolho um objeto para medi-lo. A esse objeto único chamo de unidade de medida.

Criança PT: - Como o quadrado e o retângulo?

Pesq.: - *Sim, mas além das figuras geométricas planas posso também estar utilizando uma caixinha.*

A **pesq.** mostrando a caixinha do Jogo de Memória, pergunta:

- *Vocês lembram o nome desse sólido geométrico?*

Criança RA: - *Paralelepípedo.*

Diante do rumo tomado pelo experimento a **pesq.** coloca um número aleatório destas caixinhas sobre a mesa e propõe a seguinte questão:

- *Precisamos guardar esses jogos em uma caixa maior para que não se estraguem.*

Os alunos se dirigem à **profª. W** que os auxilia providenciando uma caixa de sapato. A **pesq.** lança um novo desafio:

- *Vamos ver se vocês conseguem medir o volume dessa caixa de sapato tendo como unidade de medida a caixinha do Jogo de Memória.*

Os educandos experimentam uma forma de distribuição (Figura 19). Não dá certo, tentam novamente procurando aproveitar todo o espaço disponível. Distribuem todas as caixinhas e verificam que ainda seria possível colocar mais uma camada.



Figura 19: Verificando o volume da caixa de sapato.

Pesq.: - *Qual é o número de caixas em cada camada?*

Criança RA: - *São 4.*

Pesq.: - *Quantas são as camadas?*

Criança AN: - São duas.

Pesq.: - Então, qual é o volume da caixa de sapato?

Os alunos olham para a caixa, discutem organizando a resposta.

Criança AN: - Se são 4 em cada uma e cabe mais uma, então...

Criança JY: - $4 + 4 + 4$ dá 12.

Pesq.: - O volume da caixa é 12 o que?

Criança RA: - 12 caixinhas, paralelepípedos.

As falas de AN e JY revelam o trânsito da atividade interna para a atividade externa, as duas crianças se utilizam operações matemáticas, já apropriadas em situações de ensino anteriores, presentes em uma memória mediada, que as auxiliassem no cálculo do volume. Na análise da disposição das caixinhas, dirigiam sua atenção para a comparação das unidades de medida presentes em uma camada e o número possível de camadas naquela organização. São ações psíquicas mobilizadas como necessidade e resultado da interação dos alunos com o conceito.

Em um outro momento, agora em sala de aula, com o trabalho de todas as equipes finalizado, iniciamos a síntese dos resultados obtidos pelas equipes: Amarela, Azul e Verde. Seus representantes comunicaram seus dados no quadro de giz (Figura 20), efetuando formas diferentes (Quadro 15) no algoritmo das mesmas operações. Isto implica em autonomia no processo de solução, fato este que é incentivado pela prática pedagógica da **prof^a. W.**



Figura 20: Comunicação dos resultados de cada equipe.

$\begin{array}{r} 12 \\ \times 11 \\ \hline 2 \\ + 10 \\ 20 \\ \hline 100 \\ 132 \end{array}$	$\begin{array}{r} 12 \\ \times 11 \\ \hline 12 \\ + 120 \\ \hline 132 \end{array}$
---	--

Quadro 15: Exemplo de operações realizadas pelas crianças

As crianças discutiram, analisaram, compararam e registraram os resultados. Na Figura 21, temos o registro feito pela **criança PA**.

CAIXAS	AMARELA A	AMARELA B	AZUL A	AZUL B	VERDE A	VERDE B
Unidade de medida usada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Foram colocados na 1ª camada	6	3	8	4	12	6
Quantas camadas cabem na caixa?	11	11	11	11	11	11
Qual é o volume das caixas?	66	33	88	44	66	132
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

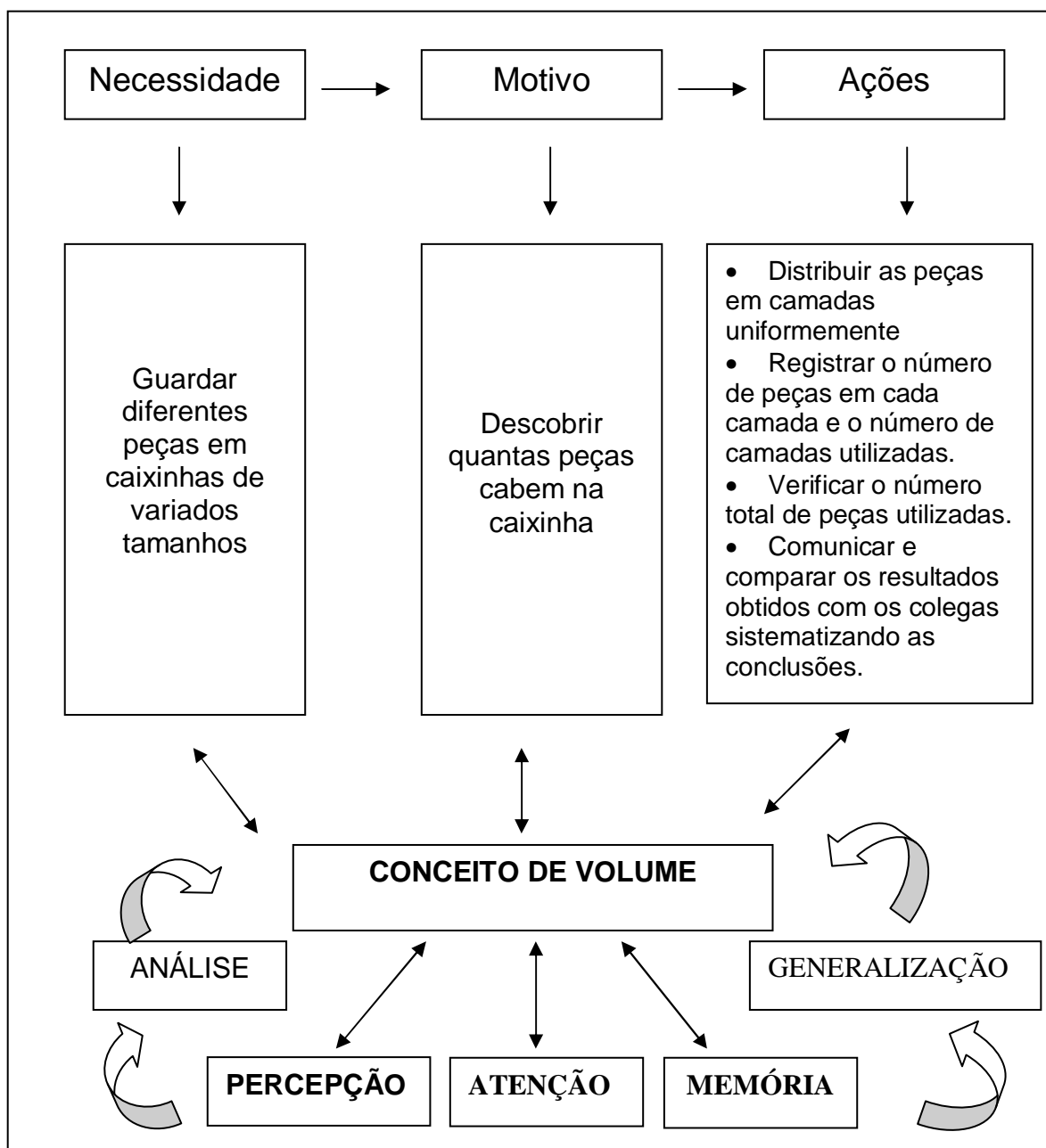
Figura 21: Registro dos resultados das equipes.

Esse momento de síntese expressa a ação coletiva no processo de apropriação do conceito de volume. Se no princípio, as crianças colocavam as peças no interior das caixas de forma não organizada, na expressão “O nosso é 66 retângulos”, revelam que a necessidade de encontrar a solução para a situação proposta desencadeou o processo de conscientização. O resultado apresentado pela equipe, reforça o pressuposto de que a ação sobre o objeto é um elemento importante na aprendizagem, porém não é suficiente. O desenvolvimento da consciência não está pautado somente no conhecimento empírico. Para Leontiev (1983), a percepção nem sempre está relacionada com a

consciência propriamente dita, ou seja, com o processo de “tomada de consciência”.

A consciência é aquilo que na personalidade do homem caracteriza seus conhecimentos, seu pensamento, seus sentimentos e anseios; aquilo no qual realmente se converte para o homem e para onde está dirigida sua vida (LEONTIEV, 1983, p.196).

Observamos que a dupla **(PT+ JY)** apresenta este resultado após a observação da organização das ações de seus colegas, quando então, analisam e comparam o tamanho das peças e caixas; trocam informações sobre os resultados obtidos em seus cálculos, estabelecem relações entre as diferentes situações e sintetizam uma conclusão. Essas relações de trabalho na atividade permitiram às equipes realizar verificações que habitualmente cabem ao professor. Na forma como se utilizaram desses instrumentos matemáticos, na sua ação, revelam que a percepção, a atenção, a análise e a generalização necessárias à apropriação do conceito de volume se modificaram, promovendo o desenvolvimento do pensamento, como pretendemos ilustrar no quadro 16 .



Quadro 16: Atividade de ensino e aprendizagem: Volume em paralelepípedos.

5.2.5 História da Geometria e os instrumentos utilizados pelo homem em suas construções: o que precisamos para confeccionar tijolos?

Nesse encontro, iniciamos uma discussão a respeito da história da Geometria e as grandes pirâmides construídas pelos egípcios. Com a apresentação da história pretendíamos colocar um desafio aos alunos: Como o homem construía aqueles monumentos? Que tipo de material era utilizado? E, hoje, como o fazemos?

Para esse momento de discussão elaboramos e apresentamos aos alunos o texto abaixo:

A GEOMETRIA

A Geometria nasce no antigo Egito, com a necessidade de medir as terras para marcar os limites das propriedades.



O faraó Sesóstris resolveu distribuir as terras para as famílias que faziam parte do seu povo, com a intenção de desenvolver a produção de alimentos. Cada família tomava posse de um lote de terra para plantar e produzir alimentos para melhorar a qualidade de vida do país. Em troca o agricultor pagaria imposto para o faraó. Esses impostos eram pagos com parte da própria colheita.

Os lotes de terras recebidos pelos agricultores ficavam às margens do rio Nilo e eram áreas muito férteis. Todos os anos, na época das chuvas, o rio Nilo transbordava e as enchentes alagavam as terras e, derrubavam os marcos que separavam um lote do outro, obrigando os proprietários a refazer as demarcações (BARKER, 1969).

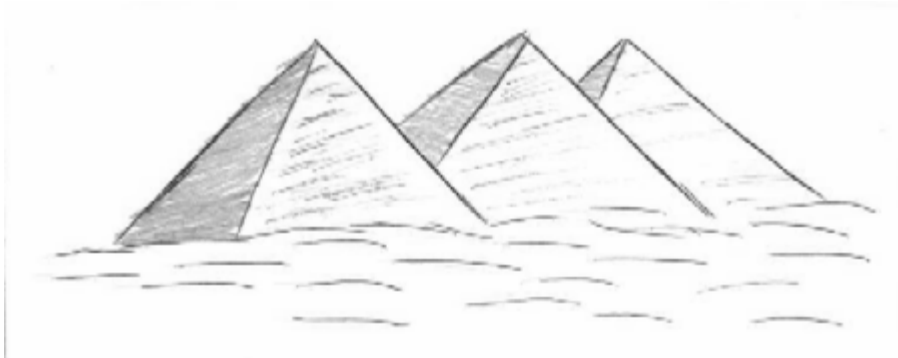


Os egípcios precisavam medir e desenhar os terrenos e, desse modo, tornaram-se hábeis delimitadores de terras, descobrindo métodos que facilitassem a medida de terras.

Os gregos observando os resultados obtidos pelos egípcios, estudaram e desenvolveram esses conhecimentos aos quais chamaram GEOMETRIA, que significa "medida de terras". Na língua grega, geo = terra; metria = medida.

Apesar de apresentar a medida no nome, a Geometria tem muito a ver com a forma. O interesse do homem pelas formas geométricas acompanha a história da humanidade. As formas encontradas no nosso mundo são as mais diversas. Observando a natureza podemos entender a relação entre essas formas e as coisas que o homem constrói.

"Os egípcios construíram grandes monumentos, como as pirâmides que serviam de túmulos dos faraós" (IMENES; JAKUBO; LELLIS, 1992). Essas construções eram erguidas com ajuda de rampas de cascalho e areia, por onde os grupos de homens arrastavam os enormes blocos de pedras.



As formas encontradas no nosso mundo são as mais diversas. Observando a natureza podemos entender a relação entre essas formas e as coisas que o homem constrói.

A leitura do texto despertou a curiosidade das crianças para algumas questões interessantes, tais como: Onde ficava o Egito? Quem eram os egípcios? Eles ainda existem?

A necessidade de construir moradias que oferecessem resistência leva o homem à criação do tijolo, ou a “pedra de barro” como dizem Lima e Moisés (1998). É possível que, a familiaridade do homem com a pedra e o barro, o tenha levado a fabricação do tijolo, criando uma unidade de espaço.

Solicitamos às crianças que desenhassem um tijolo. Diante de várias soluções, perguntamos aos alunos, se era possível fabricá-los, de modo que, todos os tijolos ficassem iguais. Nossa expectativa era despertar o interesse pela construção dos tijolos, para que, posteriormente, utilizássemos desses modelos de sólidos geométricos como unidade de medida para volume nessa atividade de ensino e aprendizagem.

A primeira dificuldade a ser vencida foi o tamanho do tijolo. Por fim, escolheram uma, a caixinha de fósforo e o material para a fabricação, a argila. Ao experimentarmos, verificamos que a argila não se desprendia da caixa. Que material ofereceria maior praticidade? Optaram por construir caixinhas do mesmo tamanho, e para isso, utilizaram embalagens vazias das caixas de leite, tendo em vista que, as mesmas possuem o seu interior plastificado.

No outro encontro, com as caixinhas prontas, fomos para a quadra coberta da escola (Figuras 22 e 23), fabricar tijolinhos de argila. O envolvimento das crianças foi além de nossas expectativas. Alegres, chegaram até a produzir um refrão:

Bota a mão na massa.

Bota a mão na massa.

E vem trabalhar...

Bota a mão na massa.

Bota a mão na massa.

E vem se sujar...

Entretanto, mesmo para “botar a mão na massa” tiveram que aprender a dar o ponto na argila, para evitar possíveis rachaduras.



Figura 22: As crianças aprendendo a dar ponto na argila.



Figura 23: As crianças fabricando tijolinhos de argila.

A **criança AM**, em sala de aula, sempre se mostrou retraída. Na quadra, conversava com os colegas, sorria e participava da atividade, fabricando tijolinhos. Da mesma forma, a **criança LE**, difícil tanto no relacionamento com as outras crianças como em manifestar qualquer interesse pelas atividades propostas, nessa, trabalhava com responsabilidade, juntamente, com as outras

crianças, conferia todos os tijolinhos verificando alguma irregularidade e quando as detectava, em seguida, as reparava.

No horário do intervalo, o chamado “recreio” na escola, tivemos a presença de outras turmas na quadra. Uma situação interessante, despertando a curiosidade desses alunos que queriam saber o que estávamos fazendo. A

criança JE explica:

- Isso é argila, estamos fazendo tijolinhos para a aula de Matemática.

Uma **criança visitante** fala:

- Argila é isso? Estamos estudando isso com nossa professora, eu não conhecia isso.

Aproveitamos o momento para que percebessem a relação entre os conteúdos trabalhados nas diferentes séries e áreas de conhecimento, na escola, dizendo:

- Olhem, crianças, eles estão estudando sobre argila.

E, perguntei para a criança visitante:

- Sobre o que vocês estão conversando com a professora?

A **criança visitante** responde:

- É sobre os tipos de solo. A professora disse que na terra tem argila, calcário e húmus.

Pesq.: *- É, nós temos solos argilosos, que apresentam grande quantidade de argila, pouco permeáveis à água.*

Os tijolos fabricados foram depositados, separadamente, sobre uma prancha de madeira, facilitando o transporte para a fase de secagem, e posterior utilização.

Episódio 1

Uma das equipes, formada por duas duplas: as **crianças JE + MT** e as **crianças DE + PT**, recebeu uma caixa de sapato (figura 24) com uma camada de tijolinhos forrando o fundo, com a seguinte pergunta desencadeadora: Quantos tijolinhos cabem na caixa?

Nosso objetivo nessa atividade era que os alunos, utilizassem os sólidos geométricos, no caso em questão, os “tijolinhos”, como unidade de medida de volume, e mesmo, sem ter todas as peças buscassem uma solução para a questão desafiadora.

Nas atividades anteriores, os estudantes trabalharam com unidades de volume expressa por figuras geométricas planas. Nessa atividade usamos o sólido geométrico chamado de “paralelepípedo”, representado por um objeto do cotidiano da criança, o tijolo.

Davydov (1982) recomenda que se proceda à análise de vários exemplos variando os traços secundários e mantendo constantes os essenciais. No caso do conteúdo das atividades orientadoras, quando a criança apreende a unidade como sendo essencial para o cálculo de volume, independente, de qualquer que seja a forma em que se apresenta, separa o que é geral e desconsidera outras qualidades, tomando apenas o que é invariável. Dessa forma, extrai as características essenciais que determinam o conteúdo e a estrutura do conceito. A atividade com os tijolinhos foi organizada com a intenção de que os alunos reconhecessem o que é essencial no conceito de volume.

Em situações do dia-a-dia, a referência a volume normalmente está associada ao que está no interior do objeto, mas, “se o conceito é o que está em jogo, um objeto não retém todo o conhecimento, mas sim o seu próprio movimento de constituição” (SFORNI, 2004, p.157).



Figura 24: As crianças observando os tijolinhos contidos na caixa.

Criança JE: *Espera aí, mas sem colocar mais tijolinhos?*

Pesq.: *- Sim, só utilizando esses que estão aí.*

A **criança MT** começa a contar, de uma em uma, tocando o dedo nas peças.

A **criança JC** segura sua mão e diz: *- Não é assim, é só ver quanto tem aqui.* Apontando para o comprimento conta 9 e na largura 4.

Criança JE: *- É 4 x 9, tem 36.*

Lembramos às crianças: *- A tarefa de vocês é descobrir quantos tijolinhos cabem na caixa, sabendo quantos há nesta camada.*

Criança MT: *- Ah! 36 + 36 + 36.*

Criança JE: *- A gente tem que ver quantas camadas.*

Nesse movimento de reflexão, a aluna **JE** evidencia o aprofundamento e o refinamento da abstração no processo de generalização do conceito de volume.

As duas crianças vão sobrepondo tijolinhos, formando uma pilha no canto da caixa, verificando, ser possível preencher a caixa com 9 camadas.

Criança MT: *- Então 9 x 36 é ...*

As crianças fazem o cálculo no papel e a **criança PT** responde: *- É 324.*

Pesq.: *O que é isto que vocês calcularam?*

Criança JE: *- 324 unidades de medida, 324 tijolinhos.*

Pesq.: *- Mas isso expressa o que?*

Criança PT: *- O volume da caixa.*

Constatamos nesses registros, a dificuldade que os alunos têm em expressar a linguagem matemática específica, construída no decorrer da atividade orientadora. A mediação nesse momento é necessária para a mobilização da atenção dos alunos e para que não fiquem apenas no fazer, na atividade externa, empírica e particular. A linguagem científica é fundamental para a generalização do conhecimento, é o que permite aos alunos extrapolar a situação específica em que estão inseridos.

Prosseguindo, colocamos um novo desafio: *- Cada dupla vai ficar de costas para a outra, montar uma pilha de tijolinhos, encapar com papel da bobina,*

fazendo um pacote. O desafio da outra equipe é descobrir quantos tijolinhos há no pacote.

As **crianças DE + PT**, juntos, montam a pilha, colocando camada por camada.

Já as **crianças JE + MT** constroem pilha (Figura 25), colocando colunas e quando vão contar, descobrem que as colunas não possuem a mesma quantidade. Desmancham e iniciam novamente, agora, com a preocupação de distribuição homogênea por camadas, pois, perceberam que esta operação facilita a ação da contagem. Depois disso, fecham o seu pacote de tijolinhos.



Figura 25: As crianças montando o pacote de tijolinhos.

Depois disso, as duplas se reúnem e tentam resolver a situação desafiadora: descobrir o número de tijolos do pacote dos adversários. As

crianças JE + MT pegam um tijolinho e vão sobrepondo no comprimento e largura do pacote (Figura 26).

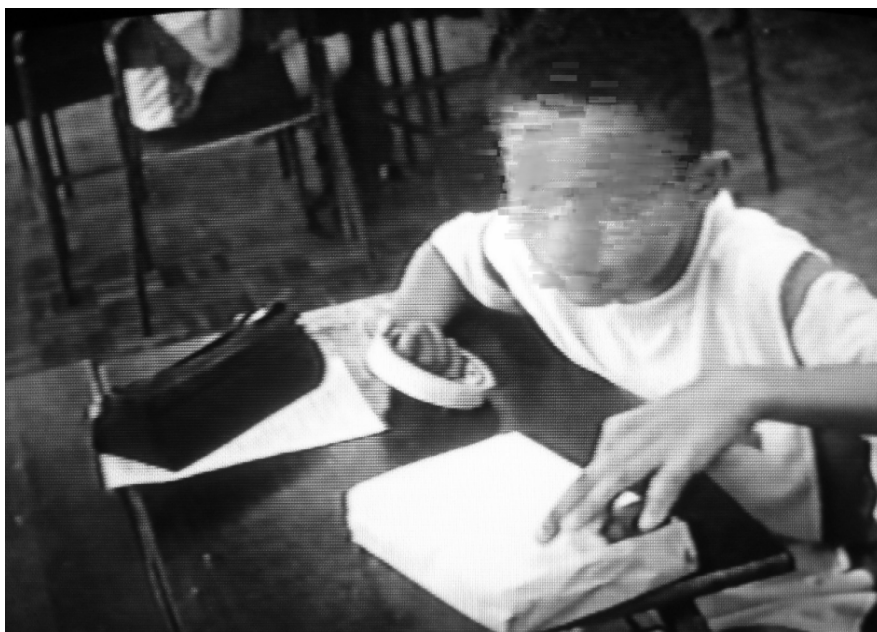


Figura 26: O aluno sobrepondo o tijolinho no pacote.

A **criança JE** pergunta à equipe adversária: - *Tem 18 tijolinhos?*

Diante da ansiedade do colega, a **criança PT** responde: - *Não!*

Criança JE: - *1, 2, 3, 4, 5 (no comprimento) e 1, 2, 3 (na largura). Então 3 x 5, já sei, tem 15.*

A **criança DE**, da dupla adversária, responde: - *Não.*

A **criança MT**, diante da dificuldade na situação, responde utilizando números aleatórios, brincando com um rolo de fita adesiva na mão e diz: - *Ah, gente! Eu desisto.*

A **criança JE** continua experimentando e diz: - *Calma, me deixa tentar, vamos lembrar.*

Pesq.: - *Quantos tijolinhos há em uma camada?*

Criança JE: - *Já sei quanto tem. São 45. É 3x 15.*

Criança DE: - *Certo. E, juntos abrem o pacote para conferir.*

Pesq.: *Vocês já viram no depósito de material de construção como eles empilham tijolos. As pessoas compram o milheiro, mil tijolos. Como o vendedor faz essa contagem? Vai contar de um em um?*

Criança JE: *Não, eles colocam 100 em uma pilha e isso em 10 vezes.*

Pesq.: *Isso, a organização das pilhas facilita o controle e o tempo das pessoas.*

Montamos uma pilha de tijolinhos sobre a mesa, e questionamos: *Quantos tijolinhos há nesse bloco?*

Criança DE: - *3 x 27.*

A **criança JE** resolve a operação no papel e responde: - *Tem 81 tijolinhos.*

Pesq.: - *Se tivéssemos vendido quatro pilhas, como faríamos para descobrir o número de tijolinhos em nosso estoque?*

Criança PT: - *81 menos 12, se em cada pilha tem 3 tijolinhos.*

Criança MT: *Professora, que legal, agora eu entendi, tem que saber tabuada!*

É interessante observar que neste momento o significado que a criança dá as palavras nessa fase é a base para o pensamento conceitual, o grau de abstração possibilita a simultaneidade entre a análise e a síntese, exigindo uma tomada de consciência da própria atividade mental, implicando numa relação especial com o objeto e como já apontamos anteriormente: “[...] só o domínio do processo de abstração, acompanhado do desenvolvimento do pensamento por complexos pode levar as crianças a formarem os conceitos de verdade” (VYGOTSKY, 19892, p.169).

A **criança MT** demonstra ter estabelecido a relação entre geometria, número e medida. Percebendo-os em outros contextos. Ao fazer isso, reelabora os conhecimentos já adquiridos, tanto de tabuada, como de geometria, ampliando seu significado. Apesar de ser uma fala pessoal, ela é elaborada por meio das atividades orientadoras de ensino que, ao partir do princípio de que o conceito de volume é um instrumento para o pensamento humano, não priorizou a repetição de definições ou de cálculos pelos alunos. Dessa forma, acabou rompendo com a fragmentação que normalmente os conhecimentos matemáticos são apresentados na escola.

Quando um conteúdo é ensinado, o objetivo não é que o aluno simplesmente repita palavras sem compreender o que está dizendo. A finalidade é levá-lo a reelaborar, a atribuir significados com diferentes palavras e com um vocabulário que lhe pertença, sem deixar de expressar os significados essenciais, de modo coerente com a realidade e cientificamente aceitos. Com isso, não

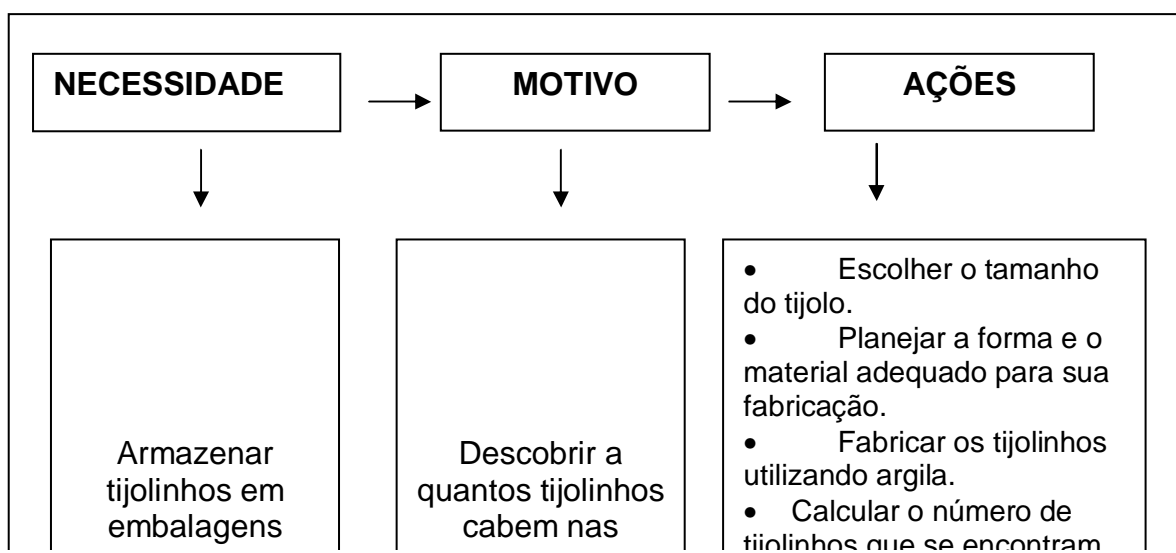
se está dizendo que basta o aluno ampliar seu vocabulário ou definições. A aprendizagem requer o estabelecimento de relações entre os termos, reconhecendo-os em diferentes contextos e situações (PALANGANA; GALUCH; SFORNI, 2002, p.121).

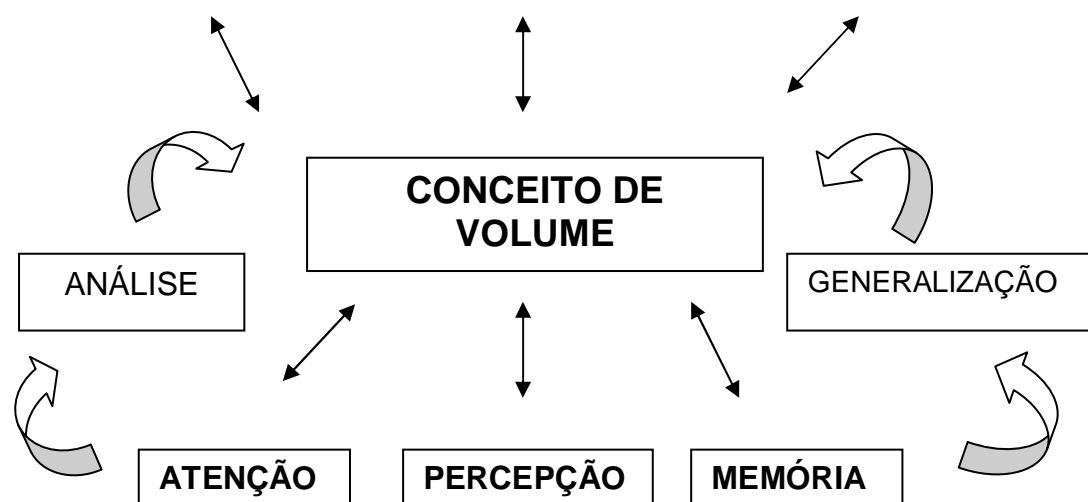
Depois disso, cada dupla elaborou uma síntese escrita de suas principais conclusões que mais tarde foram comunicadas aos outros colegas. Como já dissemos, anteriormente, quando a aprendizagem se transforma em atividade para a criança, ela extrapola o espaço da escola. Os alunos começaram a trazer de casa, objetos feitos em argila. Material riquíssimo, produto da atividade do homem, que carrega consigo, o motivo da necessidade de sua criação e o modo de utilização na história do trabalho coletivo. Em cada um desses objetos está potencializado, o significado e o sentido, da ação do homem nas suas interações no mundo. Esses instrumentos, se orientados para dentro do sujeito (a criança), tornam-se ferramentas auxiliares dos processos psicológicos. Finalizamos o trabalho com uma exposição (Figura 27), do material recolhido, em que as crianças comunicavam a origem, características e função dos mesmos, para os seus colegas. A necessidade de explicar o conteúdo não para o professor em uma situação fictícia (esse já sabe o que vai ser exposto), faz com que o lugar ocupado pelo aluno mude, seu compromisso é com os demais colegas em uma situação real. Isto leva a organização do próprio saber, sintetizando o que aprendeu e comunicando esse conhecimento em linguagem adequada. Muitas vezes, é nesse momento que o aluno toma consciência de sua própria aprendizagem.



Figura 27: Peças em argila apresentadas na exposição das crianças.

O quadro 17, logo abaixo, ilustra a atividade de ensino que desenvolvemos com a intenção de promover o desenvolvimento intelectual das crianças considerando que o conceito de volume é um instrumento do pensamento humano.





Quadro 17: Esquema da atividade de ensino e aprendizagem: Construção dos tijolinhos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando, por um lado, as dificuldades apresentadas pelos alunos na aprendizagem de conteúdos matemáticos e, por outro, que a apropriação de conceitos dessa área de conhecimento pode exercer um papel fundamental como instrumento mobilizador de desenvolvimento do homem, nos propusemos a investigar a relação entre a aprendizagem de conceitos matemáticos e o desenvolvimento dos alunos.

Nossas inquietações acerca dos processos de ensino e aprendizagem advêm de reflexões pautadas em nossa vivência como professora de Matemática no ensino fundamental; Metodologia do Ensino de Matemático e Estágio Supervisionado no curso de Pedagogia. Discursos nas escolas e nos meios acadêmicos apontam que as dificuldades do ensino de Matemática residem na formação inadequada do professor; na complexidade do conteúdo a ser trabalhado; no desinteresse do aluno ou na falta de subsídios governamentais à Educação. Sem desconsiderar a importância dos fatores acima citados, optamos por abordar aspectos relativos à aprendizagem, vinculando-a a forma de organização do ensino.

Observamos que a aprendizagem escolar é promotora de desenvolvimento, mas somente sob certas condições. Se considerarmos que essa aprendizagem não é de natureza perceptual, mas de natureza conceitual a prática pedagógica é modificada. No primeiro caso, o ensino centra-se em manipulação de objetos e repetição de procedimentos. No segundo caso, exige-se a organização de situações de ensino em que as ações dos estudantes são mediadas pela matemática. Nesse processo, a mediação do professor ocorre no sentido de promover a reflexão e análise dos alunos em torno das ações realizadas e daquelas que poderiam ser realizadas nas quais os conceitos matemáticos estão implícitos e que, na interação entre aluno-aluno e alunos-professor devem se tornar explícitos.

Isto significa que as funções psíquicas superiores são mobilizadas na resolução das atividades realizadas; estando aí a possibilidade de o ensino ser promotor do desenvolvimento dos estudantes. Para isso é fundamental que as

atividades de ensino sejam organizadas levando em consideração essa possibilidade formativa nos conceitos científicos.

Dessa perspectiva, o trabalho do professor ultrapassa o papel de transmitir um conhecimento já estabelecido. A mediação é um processo essencial para tornar possível atividades psicológicas controladas pelo sujeito. É na compreensão daquilo que o estudante já domina, no que pode desenvolver e na análise lógica do conteúdo que o professor organiza situações desafiadoras, questionando esse aluno, fazendo-o testar suas hipóteses e modificá-las se necessário até que o aluno chegue a uma solução aceitável para si mesmo e para a área do conhecimento em pauta.

A compreensão dos conceitos como instrumentos psicológicos que ampliam as possibilidades das funções psíquicas superiores implica em reconhecer que a apropriação dos conteúdos escolares não se resume à repetição de procedimentos. Não basta que o professor tenha o domínio do conteúdo específico de sua formação, é preciso que ele pense nesse conteúdo na perspectiva de um conhecimento produzido ao longo da história na realização da atividade humana. Essa contextualização do conceito oferece elementos para compreendê-lo como instrumento simbólico, ou seja, como algo que facilita o pensamento do homem na sua interação com a sociedade. Ao mesmo tempo, essa compreensão, nos leva a excluir formas de aprendizagem que abordam a matemática como um conhecimento com valor meramente escolar ou como algo essencialmente abstrato não acessível a todos.

Observamos que além desse aspecto a se considerar no conteúdo a ser ensinado há também que se considerar a atividade daquele que aprende, do aluno. A Teoria da Atividade de Leontiev nos ofereceu elementos importantes para a compreensão desse fenômeno. É necessário que o aluno participe como um sujeito ativo, que se sinta presente na atividade de ensino com as necessidades similares àsquelas sentidas pelos homens ao produzirem determinado conhecimento, procurando, dessa forma, realizar ações movidas pela reflexão na busca de alternativas para a solução de problemas. Não cabe, neste tipo de ensino, a preocupação com a valoração da quantidade de acertos ou erros da criança. É um outro olhar, direcionado à modificação das funções psíquicas requisitadas para a aprendizagem daquele conteúdo que hoje,

sistematizado, reflete a ação do homem em algum momento no movimento do conhecimento.

Compreendíamos o pressuposto de Leontiev de que o determinante no desenvolvimento do psiquismo da criança é a evolução de sua atividade, tanto interna como externa. Mas reconhecíamos a dificuldade de analisar se houve ou não evolução da atividade interna dos alunos a partir das situações de ensino. A modificação das funções psíquicas, promovida pela internalização, é um processo interno do sujeito, difícil de ser observado, mas na linguagem e nas ações externas manifestadas pelos alunos é possível, constatarmos evidências da qualidade da aprendizagem que está ocorrendo. Quando explica porque resolveu um problema de uma determinada forma, percebemos se está utilizando um conhecimento conceitual ou apenas perceptual, preso a situação empírica, ou ainda, apenas repetindo mecanicamente procedimentos aprendidos em outras situações. Quando lida com os objetos concretos percebemos se age por tentativa e erro ou se orientado por algum princípio decorrente de um conhecimento conceitual. Quando escreve as conclusões nas atividades percebemos a percepção dos elementos de generalização decorrentes da tomada de consciência. Enfim, uma série de falas e ações nos dão pistas sobre a qualidade da aprendizagem ocorrida. É fundamental que o professor considere a elaboração da atividade de ensino como uma necessidade na sua forma de agir intencionalmente. Assim, se colocará como sujeito ativo no processo de ensino e aprendizagem.

O trabalho pedagógico implica a proposição de *atividades orientadoras de ensino* que ampliem, cada vez mais, a apropriação e a generalização, por parte do aluno, de conceitos científicos. Compreender e organizar as atividades orientadoras tendo em vista nosso objetivo foi uma ação que exigiu muitas leituras, reflexões e análises no decorrer da pesquisa. Ações que foram sendo modificadas, replanejadas durante o processo, em razão das necessidades e condições que iam se apresentando, foram resultados das nossas reflexões como professora e pesquisadora. Por isso, a atividade de ensino não é algo voltado apenas à aprendizagem do aluno, ela é também um rico instrumento de aprendizagem do professor.

Essa pesquisa nos permitiu aprofundar e tornar mais claros conceitos presentes na abordagem histórico-cultural e na teoria da atividade, como mediação, instrumentos físicos e simbólicos, e principalmente a relação entre ensino, aprendizagem e desenvolvimento. A pesquisa-ação nos deu a dimensão desses conceitos em situações reais de ensino, bem como a percepção das dificuldades de realizar um ensino com essa qualidade. Foi possível compreender que é possível colocar o pensamento da criança em ação diante da necessidade de resolver uma situação-problema, de tal forma que, o motivo para aprender esteja na satisfação de sua necessidade. O conceito de volume foi utilizado como instrumento simbólico nas situações interativas que suscitaram a necessidade coletiva de solução para questões desafiadoras.

É na forma de utilização desses instrumentos simbólicos no processo de apropriação dos conceitos científicos que a criança incorpora novos modos de ação que lhe permitirão utilizá-los ao lidar com outros conhecimentos necessários com o intuito de solucionar problemas, tanto seus quanto do seu coletivo.

Essa prática só será possível na medida em que todos os envolvidos no processo de ensino e aprendizagem possam contar com condições de trabalho adequadas. São essenciais parcerias em todos os níveis educacionais, escola, instâncias governamentais e universidades, com ações que estejam voltadas para a melhoria da qualidade da educação. A necessidade de contextualizar o conhecimento matemático, o domínio e a clareza das idéias fundamentais da Matemática são elementos que sustentam a prática pedagógica, mas precisam estar pautados em pressupostos teóricos que dêem credibilidade científica ao trabalho do professor.

O processo de apropriação de conceitos científicos deveria promover formas de pensar do aluno que se estendam a outras áreas de conhecimento e para situações que transcendam a sala de aula. Daí, a necessidade de uma interação entre os professores das diferentes disciplinas, no interior da escola, viabilizadas em atividades de ensino presentes no currículo escolar tais como: grupos de estudo e pesquisa.

Ações coletivas, como as desenvolvidas pelos alunos nas atividades orientadoras podem auxiliar o trabalho do professor em relação ao acompanhamento das ações dos alunos. Na organização de atividades que

contemplem grupos com um número menor de estudantes é possível recuperar o diálogo que há muito tem deixado de acontecer entre professor–aluno e aluno–aluno, embora, muitas vezes, os espaços físicos das salas de aula não permitam este tipo de trabalho, conservando, ainda, uma estrutura adequada a outro modelo de ensino e aprendizagem: a distribuição das carteiras enfileiradas, umas atrás das outras, em série, contribuindo para um ensino que privilegia o professor na frente da sala e os alunos, individualmente, comportados em suas carteiras escolares. Essa forma de organização dificulta o processo de mediação entre professor-aluno e aluno-aluno e impõe barreiras para a criança agir coletivamente com recursos materiais utilizados como instrumentos pedagógicos.

Muitas inferências podem ser feitas com base na pesquisa realizada, elas continuaram surgindo mesmo depois de encerrado este trabalho. Podemos afirmar que, nesse processo, nossa atividade interna foi modificada, o que, certamente implicará em nova qualidade também da nossa atividade externa como formadora de professores e como professora de Matemática.

REFERÊNCIAS

AGONILHA, Daniela C. *O que é plasticidade cerebral?* Disponível em: <<http://www.fononeuro.net/plasticidadeabril.htm.2005>>. Acesso em: 28 dez.2005.

BARREIROS, Débora R. A. As matrizes curriculares de referência (MCR) para o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB): o caráter disciplinador e a perda de autonomia. In: Reunião Anual da ANPED, 25., 2002, Caxambu. *Anais Eletrônicos...* Caxambu: Anped, 2002. Disponível em: <<http://www.anped.org.br/25/texced251.htm>>. Acesso em: 17 jun.2005.

BARKER, Stephen F. *Filosofia da Matemática*. Tradução de Leonidas Hegenberg, Octanny Silveira Mota. Rio de Janeiro: Zahar, 1969.

BENDICK, Jeanne. *Pesos e medidas*. Tradução de Djalmir Ferreira de Mello. Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura, 1965.

BLANCK, Guilherme. Vygotsky: o homem e sua causa. In: MOLL, L. C. (Org.). *Vygotsky e a educação*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

BOGDAN, Roberto C.; BIKLEN, Sari Knopp. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL. Ministério da Educação. *Plano Decenal de educação para todos*. Brasília, DF, 1993.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: matemática*. Brasília, DF, v.3, 1997a.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: introdução*. Brasília, DF, v.1, 1997b.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa. *Relatório Saeb – Matemática*. Brasília, DF, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa. *Qualidade da Educação: uma nova leitura do desempenho dos estudantes da 4ª série do ensino fundamental*. Brasília, DF, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa. *Relatório técnico do Saeb 2003*. Brasília, DF, 2004.

BRASIL. *Lei n.9394 de 20 de dezembro de 1996*. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: <www.mec.gov.br/legis/pdf/lei_9394.pdf>. Acesso em: 1 fev. 2005.

CHIZZOTTI, Antonio. *Pesquisa em ciências humanas e sociais*. 4.ed. São Paulo: Cortez, 2000.

CARAÇA, Bento de J. *Conceitos fundamentais da matemática*. Lisboa: Livraria Sá da Costa Editora, 1984.

COVOLAN, Silvia Cristina Teodoro. *Utilização dos preceitos da teoria da atividade: a história da ciência como instrumento na construção de conceitos físicos*. *Caos*. João Pessoa, n.4, ago. 2002. Disponível em: <<http://www.cchla.ufpb.br/caos/04-covolán.html>>. Acesso em: 7 set. 2004.

COUTO, Marcos A. C. *A construção de conceitos e o sistema de conceitos geográficos*. Disponível em: < <http://www.igeo.uerj/VICBG-2004>>. Acesso em: 1 abr. 2005.

D'AMBROSIO, Beatriz S. Como ensinar matemática hoje? *Revista Temas & Debates*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, v.2, p. 15-19, 1989.

DANIELS, Harry. *Vygotsky e a pedagogia*. Tradução de Milton Camargo Mota. São Paulo: Loyola, 2003.

DAVYDOV, V. V.; RADZIKHOVSKIE, L. A. Vygotsky theory and the activity-oriented approach in psychology. In: WERTSCH, James (Org.) *Cultura, communication and cognition: vygostkian perspectives*. New York: Cambridge University Press, 1988.

DAVYDOV, Vasili V. *Tipos de generalización em la enseñanza*. Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1982.

DAVYDOV, V. V; ZINCHENKO, V. P. A contribuição de Vygotsky para o desenvolvimento da psicologia. In: DANIELS, Harry (org.). *Vygotsky em foco: pressupostos e desdobramentos*. Tradução de Mônica Saddy Martins e Elisabeth Jafet Cestari. 5.ed. Campinas. Papirus, 2001.

ENGELS, Friedrich. *A dialética da natureza*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1975.

EVES, Howard W. *Fundamentals of geometry*. Boston: Allynand Bacon, 1969.

EVES Howard W. *Introdução à história da matemática*. Tradução de Hygino Domingues. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2004.

FIORENTINI, Dario. *Rumos da pesquisa brasileira em educação matemática: o caso da produção científica em cursos de Pós-Graduação*, 1994. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1994.

FIORENTINI, Dario. Alguns modos de ver e conceber o ensino da matemática no Brasil. *Revista Zetetiké*. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, v.4, 1995.

FRANCO, Creso (Org.). *Avaliação, ciclos e promoção na educação*. São Paulo: Artmed, 2001.

GALPERIN, P. Sobre a investigação do desenvolvimento intelectual da criança. In: *La psicología evolutiva y pedagógica en la URSS: Antología*. Moscú: Editorial Progreso, 1987.

GARNIER, Catherine; BEDNARZ, Nadine; ULANOVSKAYA, Irina. *Após Vygotsky e Piaget: perspectiva social e construtivista*. Tradução de Eunice Gruman. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

GOLDER, M. *Angustia por la utopia*. Buenos Aires: Tableres Graficos Su Impress, 2002.

GOLDER, M. (org.). *Leontiev e a psicologia histórico-cultural: um homem em seu tempo*. Tradução de Célia Regina Barbosa Ramos; prefácio de Ivan Gervásio Paz. São Paulo: Grupo de Estudos e Pesquisa sobre Atividade Pedagógica: Xamã, 2004.

GONÇALVES, Maria H. B.; WYSE, Nely. *Ética e trabalho*. Rio de Janeiro: Senac Nacional, 1997.

HARVEY, David. *Condição pós-moderna*. São Paulo: Loyola, 2003.

HEMMERLING, Edwin M. *Geometría elemental*. México: Editorial Limusa - Willey. Centro Regional de Ayuda Técnica. Agencia para el desarrollo internacional (AID), 1971.

IMENES, Luiz M. P.; JAKUBOVIC, José; LELLIS, Marcelo C. *Pra que serve a matemática?* São Paulo: Atual, 1992.

JANVIER, Claude. *Volume as an instrument in forming spatial concepts*. Structural Topology, v.18. Montreal: Universidade de Quebec, 1992.

KLINE, Morris. *O fracasso da matemática moderna*. Tradução de Leonidas Gontijo de Carvalho. São Paulo: Ibrasa, 1976.

KOZULIN, Alex. *La Psicología de Vygotsky: biografía de unas ideas*. Madrid: Editora Alianza Cultural, 1994.

LEONTIEV, Alexis N. *O desenvolvimento do psiquismo*. Lisboa: Editora Horizonte Universitário, 1978.

LEONTIEV, Alexis N. The problem of activity in psychology. In: WERTSCH, James (Org.). *The concept of activity in soviet psychology*. New York: M. E. Sharpe, Inc, 1981.

LEONTIEV, Alexis N. *Actividad, conciencia, personalidad*. Habana, Cuba: Editorial Pueblo Y Educación, 1983.

LEONTIEV, Alexis N. Os princípios do desenvolvimento mental e o problema do atraso mental. In: LURIA, A. R. et al. *Psicologia e Pedagogia: bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento*. Tradução de Rubens Eduardo Frias. São Paulo: Moraes, 1991.

LEONTIEV, Alexis N. Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psiqué infantil. In: VYGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. Tradução de Maria de Penha Villalobos. São Paulo: Ícone, 1998.

LIBÂNEO, José C. *Didática*. (Coleção magistério 2º grau. Série formação do professor). São Paulo: Cortez, 1994.

LIMA, Luciano C.; MOISÉS, Roberto P. *A fração: a repartição da terra*. São Paulo: CEVEC-CIARTE, 1998.

LORENZATO, S. Por que não ensinar geometria? *Revista Educação Matemática*, n.4, Blumenau, 1995.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E, D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1986.

LÜDKE, Menga. Evoluções em Avaliação. In: FRANCO, Creso (Org.). *Avaliação, ciclos e promoção na educação*. Porto Alegre: Artmed, 2001.

LURIA, Alexander R. *A construção da mente*. Tradução de Marcelo Brandão Cipolla. São Paulo: Ícone, 1992.

MARTINS, Lígia M. A natureza histórico-social da personalidade. *Caderno Cedes*, São Paulo, v.24, n. 62, p. 82-89, abr. 2004.

MARX, K.; ENGELS, F. *A ideologia alemã: teses de Feuerbach*. São Paulo: Editora Moraes, 1984.

MENCHISKAIA, N. A. El pensamiento. In: SMIRNOV, A.; LEONTIEV, A.; et al. *Psicologia*. México: Editora Grijalbo, 1969.

MOURA, Manoel O. *A construção do signo numérico em uma situação de ensino*. 1992. 151 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

MOURA, Manoel O. Atividade de ensino como ação formadora. In: CASTRO, Amélia D. de ; CARVALHO, Ana Maria P. (Org.) . *Ensinar a ensinar: didática para a escola fundamental e média*. São Paulo: Editora Pioneira, 2001.

MOURA, Manoel O. Matemática na infância. In: *Programa de formação continuada: matemática textos*. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2002.

MOURA, Ana R. L.; MOURA, Manoel O. *Geometria nas séries iniciais*. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1994.

MOURA, Ana R. L.; MOURA, Manoel O. *Escola um espaço cultural, matemática na educação infantil: conhecer, (re) criar. Um modo de lidar com as dimensões do mundo*. Diadema: Série Formação Permanente, 1997.

NEWMAN, Fred; HOLZMAN, Lois. *Lev Vygotsky: cientista revolucionário*. São Paulo: Editora Loyola, 2002.

OLIVEIRA, Marta Kohl. *Aprendizado e desenvolvimento: um processo histórico*. 4. ed. São Paulo: Scipione, 1997.

PALANGANA, Isilda C. *Desenvolvimento e aprendizagem em Piaget e Vygotsky: a relevância social numa perspectiva interacionista*. Tese (Doutorado) Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 1989.

PALANGANA, Isilda C. A função da linguagem na formação da consciência: reflexões. *Caderno Cedes*, n.35, Campinas, 1995.

PALANGANA, Isilda C.; GALUCH, Maria T. B.; SFORNI, Marta S. de F. Acerca da relação entre ensino, aprendizagem e desenvolvimento. *Revista Portuguesa de Educação*. Minho, v.15, n.1, p. 11-22, 2002.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Departamento de Ensino de Primeiro Grau. *Currículo básico para a escola pública do Paraná*. Curitiba, 1992.

PAVANELLO, Regina M. O que ensinar de matemática hoje? *Temas & Debates*, Brasília, DF, v.2, 1989a.

PAVANELLO, Regina M. *O abandono do ensino de geometria: uma visão histórica*. 1989. 188f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1989b.

PFEIFFER, J. W.; JONES, J. E. *Coleção de exercícios estruturados para treinamento e educação*. Rio de Janeiro: Intercultural, 19--.

PASSOS, Carmen L. B. *Representações, interpretações e prática pedagógica: a geometria na sala de aula*. 2000. 330 f. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

SFORNI, Marta S. de F. *Aprendizagem conceitual e organização do ensino: contribuições da teoria da atividade*. São Paulo: JM Editora, 2004.

SHUARE, Marta. *La psicología soviética tal como yo la veo*. Moscú: Editorial Progreso, 1990.

SOARES, Maria T. C. O que ensinar de matemática hoje? *Temas & Debates*, Brasília, DF, v.2, 1989.

TULESKI, Silvana C. *Vygotsky: a construção de uma psicologia marxista*. Maringá: Eduem, 2002.

VALENTE, José A (Org.). *O computador na sociedade do conhecimento*. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1999.

VEER, René van der; VALSINER, Jaan. *Vygotsky: uma síntese*. Tradução de Cecília C. Bartalotti. 4.ed. São Paulo: Loyola, 2001.

VYGOTSKY, Lev S.; LURIA, Alexis R. *Estudos sobre história do comportamento: símios, homem primitivo e criança*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

VYGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. Tradução de Maria da Penha Villalobos. 5. ed. São Paulo: Editora Ícone, 1998.

VYGOTSKY, Lev. S. *Obras escogidas II*. Madrid: Editora Visor, 1982.

VYGOTSKY, Lev. S. *Obras escogidas III*. Madrid: Editora Visor, 1983.

VYGOTSKY, Lev. S. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. Tradução de: José Cipolla Neto, Luis Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. 1.ed. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

VYGOTSKY, Lev. S. *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica Grupo editorial Grijalbo, 1989.

VYGOTSKY, Lev. S. *Pensamento e linguagem*. Tradução de Jefferson Luiz Camargo. São Paulo: Editora Martins Fontes, 1998.

VYGOTSKY, Lev. *A construção do pensamento e linguagem*. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

VYGOTSKY, Lev. S. *Psicologia Pedagógica*. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

WERTSCH, James. *Vygotsky and the social formation of mind*. Cambridge: Massachusetts, London: England, 1985.

ZINCHENKO, V. P. A psicologia histórico-cultural e a teoria da atividade: retrospectos e prospectos. In: WERTSH, James V.; RIO, Pablo Del & ALVAREZ, Amélia. *Estudos socioculturais da mente*. Tradução de Maria da Graça Gomes Paiva e André Rossano Teixeira Camargo. Porto Alegre: Editora Artmed, 1998.