UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE DOUTORANDO EM EDUCAÇÃO

"O DESENVOLVIMENTO DE CONCEITOS MATEMÁTICOS NO CONTEXTO DO PROCESSO EXTRATIVO DO CARVÃO"

Tese submetida ao Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Educação do Centro de Ciências da Educação em cumprimento parcial para a obtenção do título de Doutor em Educação.

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA em 27/03/2000

Dra. Edel Ern – UFSC (Orientadora)
Dr. Francisco Egger Moellwald – UNIJUÍ/RS (Examinador)
Dr. Méricles Thadeu Moretti – UFSC (Examinador)
Dr. Luiz Gonzaga Monteiro – UDESC (Examinador)
Dr. José André Peres Angotti – UFSC (Examinador)
Dr. Carlos Alberto Marques – UFSC (Suplente)
Dra. Joana Sueli De Lazari – UFSC (Suplente)

Profa. Edel Ern
Coordenadora do PPGE

Ademir Damazio

Florianópolis, Santa Catarina, março de 2000.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

O DESENVOLVIMENTO DE CONCEITOS MATEMÁTICOS NO CONTEXTO DO PROCESSO EXTRATIVO DO CARVÃO

Ademir Damazio

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal de Santa Catarina, como exigência parcial para obtenção do título de Doutor em Educação: Ensino de Ciências Naturais.

Orientadora: Profª. Dra. Edel Ern

Florianópolis, 2000

Para Marizabel, Tiago e Lucas

No diálogo e no silêncio estiveram sempre presentes.

AGRADECIMENTOS

Como uma atividade humana, um estudo dessa natureza envolveu relações sociais e, conseqüentemente, interlocuções com sujeitos humanos; ao mesmo tempo, dependeu da colaboração e apoio de instituições e órgãos administrativos e educacionais. Sendo assim, a realização desse trabalho só foi possível porque:

- encontramos uma pessoa disposta a dialogar sobre o objeto de estudo, a qual apontou caminhos e questionou pontos merecedores de profundas reflexões. Esta pessoa é a Professora Dra. Edel Ern, nossa orientadora.

- recebemos o apoio, o carinho, a amizade e a disposição da comunidade do Distrito de Guatá e até de outras pessoas do município de Lauro Müller. Aqui não é possível nomeá-las, pois correríamos o risco de esquecer nomes, o que seria injusto. Ainda temos compromissos comuns. Queremos aprender muito mais.

- fomos incentivados, desde que nascemos, para buscar os conhecimentos escolares a fim de melhor compreendermos " *o mundo, as suas justiças e injustiças*". Incentivos recebidos de Erick e Maria de Lourdes.

- tivemos oportunidade de fazer grandes amizades com quem, exaustivamente, compartilhamos diálogos dos mais diversos teores, principalmente sobre nossos objetos de estudos. Estamos nos referindo a Paulo Rômulo de Oliveira Frota, Luiz Carlos Nascimento da Rosa e Geraldo Milioli.

- conseguimos, privilegiadamente, discutir o trabalho e receber sugestões do Prof. Marcos Lourenço Herter e dos Professores, membros da Banca do Exame de

Qualificação, Dr. Francisco Egger Moellwald, Dr. Méricles Tadeu Moretti e Dra. Andréa Vieira Zanella.

- contamos com a disposição de amigos para a leitura e a revisão das diversas versões do texto. Referimo-nos a: Mári Stela Campos, Claudete Lucyk e Rivadavia Moreira Barbosa.

- obtivemos a disponibilidade e a gentileza de colegas de trabalho e amigos quando os problemas de ordem profissional, técnica e digitação se apresentaram. Estes são: Maria Alcinéia Porto Sônego (Coordenadora do Departamento de Ciência da UNESC), Lorete Tasca Marcos, Luciane Búrigo Boeira, Olésia Isabel Furlan, Fabiano Dias Silveira, Adjano Scarmagnani, Kefas Damazio Coellho e Mário Abadi R. Bordoli.

- convivemos e aprendemos muito com coordenadores do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Santa Catarina: José André Perez Angotti, Maria Célia Marcondes de Morais e Edel Ern.

- convivemos também com funcionários competentes e atenciosos do Programa: Luiz Fernando Silva, Maurilia Francisco e Sonia Maurina Rodrigues Quintino.

- tivemos o impulso de colegas professores da Rede Estadual de Ensino, que constituem o Grupo de Estudos Contínuos de Matemática, coordenado pelo Centro de Ciências do Extremo Sul Catarinense – CECIESC - da UNESC, liderado por: Josiani Barbosa Brunel, Eloir Fátima Mondardo Cardoso, Maria Madalena Ferrão Luciano, Ana Recco, Elisa Netto Zanette e Geovanio Jorge Domingos.

- fomos dispensados das nossas atividades na Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC.

- recebemos auxílio financeiro, bolsa de estudo, da CAPES.

A todos, sinceros agradecimentos.

RESUMO

Na realização do presente trabalho, tivemos como objetivo estudar o ideário matemático que se constituiu no processo histórico-cultural de uma comunidade num determinado período de tempo. O pressuposto é de que, nas múltiplas relações que se estabelecem cotidianamente entre os sujeitos humanos de uma comunidade em que se sobressai uma atividade de trabalho, constituem-se formas específicas de pensamento matemático, que são apropriadas tanto coletiva quanto individualmente. Os dados coletados no período de um ano de convivência na comunidade (1998), com instrumentos pertinentes à pesquisa etnográfica, consistiram de manifestações verbais e práticas que evidenciaram conceitos e significações matemáticas. Foram analisados os conceitos e concepções que mais se evidenciaram nos dois momentos que marcaram o desenvolvimento histórico-social da comunidade pesquisada: o período do monopólio da atividade extrativa de carvão (1940-1991) e o período da busca de novas atividades de trabalho (1991 em diante). Ao analisarmos os conceitos que se constituíram nas práticas sociais, foram discutidas as possibilidades deles se tornarem elementos mediadores no processo de apropriação dos conceitos matemáticos, em situação escolar.

A análise desse ideário, realizada à luz de categorias da teoria histórico-cultural, mostra a evidência da contagem como sendo o sistema conceitual característico da comunidade, tendo no pensamento multiplicativo o principal articulador entre os demais conceitos. Tal sistema conceitual tem um caráter histórico com fortes características do pensamento aritmético, apresentando níveis de complexidades diferentes ao mudarem as condições de vida e as relações de trabalho na comunidade em estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Conceitos Matemáticos Científicos; Conceitos Matemáticos Cotidianos; Contexto Histórico-Cultural; Atividade.

ABSTRACT

This study aims at understanding the mathematical thought that was constituted within the historical cultural process of a community in a determined period of time. The presupposition is that, in the everyday multiple relations among the subjects of a community that develops a specific work activity, special mathematical thoughts are constituted and appropriated by individuals, as well as by the whole group. During one year (1998) of acquaintanceship, the data collected by means usual to an ethnographic research consisted of verbal manifestations and of practices that showed mathematical concepts and meanings.

The concepts and ideas analyzed were the ones considered the more evident during the two important moments of the historical social development of the community: the period when coal mining activity had the monopoly (1940 -1991) and the period of search for new work activities (since 1991). When analyzing the concepts originated from social interactions, the possibilities of such concepts becoming mediator elements in the process of appropriation of mathematical concepts in formal school situation, were also discussed .

The analysis of those ideas, performed in the light of categories of the historical cultural theory demonstrates that counting is a conceptual system characteristic of the community, relying on the multiplicative thought as the main articulator between the other concepts. Such conceptual system has a historical nature with strong characteristics of the arithmetic thought, showing levels of complexity that differ according to living conditions and work relations.

KEY-WORDS: Scientific Mathematical Concepts; Everyday Mathematical Concepts; Historical Cultural Concepts; Activity.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO

Nas duas últimas décadas tem crescido significativamente o interesse dos educadores brasileiros pelas questões consideradas problemáticas na Educação Matemática. Pedagogos, psicólogos e educadores matemáticos têm se dedicado ao estudo daquilo que acreditam ser o modo ideal de ver e conceber a matemática e sua educação. Conseqüentemente, temos uma produção razoável de teses de doutorado, dissertações de mestrado e artigos que, de uma forma ou de outra, têm influenciado na determinação de linhas de pesquisas, na elaboração de propostas curriculares e, de forma mais tímida, na adoção de práticas pedagógicas.

Com o presente estudo, nossa pretensão é de compor o grupo de educadores que, mesmo estando ligado ao Ensino Superior, não perde seu vínculo profissional ou de comprometimento com o Ensino Fundamental e Médio. Muitas vezes, sentimos necessidades de um distanciamento, mas isso não é tão simples. O distanciamento está sempre vinculado à presença. Nós não podemos nos afastar da realidade do Ensino Fundamental para estudá-lo e melhor compreendê-lo, pois estamos nele. Daí que, para nós, o distanciamento significa o afastamento apenas do local de trabalho para ver, numa perspectiva diferente e mais ampla, aspectos concernentes à Educação Matemática. Com este olhar, a expectativa é ter a percepção, com mais nitidez, dos detalhes que podem servir de referência para tomadas de decisões no processo educativo relacionado à matemática.

Com efeito, em nossa dissertação de mestrado (Damazio, 1991), embora não esteja explicitado, distanciamo-nos da nossa realidade, enquanto local de trabalho, para podermos refletir nossa prática docente. O parâmetro para a reflexão foi a prática pedagógica de colegas professores de Matemática e a prática mais comum em suas escolas, consideradas como referências nos meios educacionais.

Neste momento, sentimos a necessidade de um novo distanciamento, agora não mais recorrendo somente a outra escola ou a outros professores, mas à comunidade. Para a realização deste estudo optamos pela comunidade de Guatá, município de Lauro Müller, Santa Catarina, no sul do Brasil, que apresenta entre suas peculiaridades, o fato de ter seu desenvolvimento histórico marcado por dois momentos distintos. O primeiro, ligado ao processo extrativo de carvão que deu origem e propiciou o desenvolvimento da comunidade, deixando fortes marcas na cultura local. O segundo, que corresponde a atualidade, em que a comunidade passa por um momento de transição determinado pela crise no setor industrial carvoeiro, o que culminou com o fechamento das minas locais.

Os dois momentos se constituíram em indicadores para investigarmos, no movimento das relações sociais que neles se estabeleceram, a formação do imaginário matemático dos sujeitos daquela comunidade. Apoiando-nos na Teoria Histórico-Cultural, nossas perguntas e objeto de estudo voltaram-se para as questões relacionadas com as especificidades desse imaginário e as razões do seu surgimento/desenvolvimento.

Acreditamos que, em toda atividade educativa, se faz necessário conhecer, em parte, a concreticidade dos sujeitos, aqui entendida como síntese de inúmeras relações sociais. Para tal, precisamos não só estar com eles para saber o que são, mas necessitamos também de mediações teóricas que apontam as possibilidades do seu devir.

Partimos do pressuposto histórico-cultural de que os processos cognitivos se desenvolvem nas interações sociais, isto é, nas ações partilhadas. É na atividade social e historicamente organizada que o homem se apropria das formas de comportamento e de significações.

Ao falar em relações cotidianas estamos atentos para os conceitos matemáticos que nelas se formam, são socializados e apropriados pelos sujeitos. Assim, é possível destacar dois tipos de conceitos: os cotidianos e os científicos. De acordo com a teoria histórico-cultural, esses dois tipos de conceitos têm suas singularidades enquanto natureza, mas nas suas evoluções se desenvolvem em um processo único de formação de conceito (Vygotski, 1993).

O processo de apropriação dos conceitos só é possível no momento em que se desenvolvem relações efetivas entre os sujeitos ou entre o sujeito e o mundo. Por sua vez, estas relações são determinadas tanto pelas condições histórico-sociais como pelo modo que o sujeito estabelece sua vida nessas condições.

Ao estudarmos os conceitos cotidianos, estamos buscando também elementos neles contidos que possam mediar o processo de apropriação dos conceitos científicos, em situação escolar. Dessa forma, não supervalorizamos um ou outro, mas buscamos a possibilidade didática de um para o processo de apropriação do outro.

É neste contexto que se situa o presente estudo, o qual está dividido em cinco capítulos:

O primeiro capítulo – Contexto do Estudo – consta de duas seções. Na primeira – Intenções e Especificidade da Pesquisa – expomos os pressupostos e os objetivos que norteiam o presente estudo, anunciando a opção pela teoria histórico-cultural. Na segunda seção – Considerações metodológicas – descrevemos a trajetória da nossa inserção na comunidade pesquisada, em busca dos dados referentes ao objeto de estudo.

No segundo capítulo – O Contexto Histórico-Cultural da Comunidade - fazemos uma retrospectiva contextualizada da formação histórica da comunidade, com o objetivo de apresentar elementos que contribuem para explicar as questões centrais do estudo. Daí a razão do título deste capítulo.

No terceiro capítulo – A Teoria Histórico-Cultural – preocupamo-nos em expor nossa interpretação dos pressupostos e alguns conceitos desta teoria, dando ênfase à relação conceitos cotidianos/conceitos científicos, ao conceito de zona de desenvolvimento proximal e à teoria da atividade. Além disso, fazemos uma breve resenha de algumas pesquisas relacionadas com a Educação Matemática que também adotam o mesmo referencial teórico.

O quarto capítulo – Relações de Trabalho e os Conceitos Matemáticos – está dividido em três seções. Na primeira – O Princípio da Ordenação nas Relações de Trabalho – trazemos as primeiras evidências de noções matemáticas que se formam nas relações de trabalho da atividade extrativa de carvão. Na segunda seção – Extração do Carvão e os Conceitos Matemáticos – pontuamos e analisamos vários conceitos matemáticos que se constituíram nas operações de trabalho dos mineiros. Analisamos e discutimos também a possibilidade desses conceitos se transformarem em elementos mediadores no processo de análise e síntese da apropriação dos conceitos matemáticos em situação de ensino-aprendizagem na educação formal escolar. Na terceira seção – Novas Atividades de Trabalho, Novos Conceitos Matemáticos – analisamos os conceitos matemáticos emergentes nas novas relações de trabalho que se estabeleceram motivadas pelo término da atividade extrativa do carvão na área em estudo.

No quinto capítulo – A Matemática e seus Significados – não mais pontuamos conceitos matemáticos surgidos nas relações de trabalho. Agora, analisamos e discutimos o imaginário matemático que se formou historicamente na comunidade, ao articular o conhecimento cotidiano com o conhecimento escolar. Aqui explicitamos conflitos, concepções e expectativas das pessoas em relação à matemática escolar.

Por último, fazemos as - Considerações Finais: Síntese e Alternativas – onde evidenciamos as questões principais desenvolvidas em todo o trabalho. Esboçamos algumas implicações pedagógicas para a Educação Matemática e manifestamos nossos sentimentos em relação ao estudo.

Portanto, neste estudo, fazemos um esforço para refletir os inúmeros aspectos que estão presentes, articuladamente, nas diversas relações que as pessoas da comunidade estabelecem e mantém com os diversos saberes matemáticos. Não tratamos de priorizar um ou outro saber, mas a existência de ambos que têm razão de ser para os sujeitos humanos. Entretanto, procuramos evidenciar as suas peculiaridades no processo de suas constituições, as conseqüências na formação de uma identidade cultural matemática e as possibilidades didáticas para a Educação Matemática.

Esclarecimentos se fazem necessários. Ao optarmos pela Teoria Histórico-Cultural, fomos buscar alguns pressupostos e conceitos em Vygotski, seu idealizador e em seus colaboradores e precursores. Isto não significa que todos tenham uma unanimidade de ponto de vista em relação aos conceitos e pressupostos de que trataram. Temos consciência das divergências, mas adotamos como critério a matriz teórica que os une.

Esclarecemos, também, que são de nossa autoria as traduções para o Português das citações extraídas de obras publicadas em outros idiomas, pelas quais nos responsabilizamos se pequenas incoerências ou incompatibilidades lingüísticas por ventura houver.

CAPÍTULO 1

CONTEXTO DO ESTUDO

1.1. INTENÇÕES E ESPECIFICIDADES DA PESQUISA

A preocupação constante com a busca do entendimento do processo de apropriação do conhecimento matemático, principalmente por parte dos alunos da escola pública, tem ocupado incessantemente nossas reflexões e, conseqüentemente, nossas ações.

Os acontecimentos em sala de aula, os incidentes, as facilidades e as dificuldades dos alunos, o currículo, a didática, a metodologia, a avaliação e as concepções dos professores acerca dos seus trabalhos docentes são aspectos que cotidianamente perturbam nossa tranqüilidade. Enfim, tudo o que se relaciona com o processo de aprender e ensinar Matemática nos gera incertezas, provoca conflitos e contradições e, ao mesmo tempo, nos traz novos elementos, novas sínteses impulsionadores para novas intervenções pedagógicas e de pesquisa. Os conflitos e contradições, explicitados nas práticas pedagógicas, têm dirigido nossas preocupações e compromissos para a superação das práticas contraditórias e reprodutoras de ideologias que induzem as desigualdades sociais. Os mecanismos de exclusão e fracasso, em especial na escola pública e gratuita onde a não apropriação do conhecimento matemático é uma das dimensões que mais adicionam nas estatísticas da reprovação, também fazem parte de nossas reflexões e buscas da construção de uma nova prática educativa.

Uma questão que aflora em sala de aula e tem causado impacto entre os professores é aquela relacionada com as dimensões sociais, culturais e históricas que contribuem para a formação do "ser" dos alunos, ou seja, o aluno real, enquanto sujeito histórico. O aluno real e a realidade do aluno, aqui, são entendidos como o contexto concreto que determina a construção das representações, as crenças, valores, concepções e, acima de tudo, o seu modo de "estar" com a aprendizagem dos conhecimentos matemáticos escolares.

O princípio que rege a referida questão é que, nos diálogos e nas diversas formas de comunicação entre pais e filhos, entre companheiros de trabalho de um mesmo setor produtivo ou de vários setores, entre famílias diferentes, entre membros de associações, etc., há sempre manifestações de idéias e concepções que são difundidas e apropriadas pelos alunos. Entre essas idéias estão aquelas relacionadas ao conhecimento matemático que tanto podem auxiliar na aprendizagem escolar como podem se transformar em situações "conflitivas", no sentido de Vygotski (1995:303), isto é, "*de contradição ou choque entre o natural e o histórico, o primitivo e o cultural, o orgânico e o social.*" Podem contribuir para a aprendizagem escolar, os conhecimentos relacionados com os conceitos matemáticos chamados científicos dos quais os alunos se apropriaram pelas mediações estabelecidas com outras pessoas do ambiente extra-escolar. Entretanto, se os conhecimentos extra-escolares dos alunos estão relacionados com a experiência prática, temos tido evidências (Damazio, no prelo) que podem dificultar a aprendizagem dos conceitos escolares. As dificuldades ocorrem quando as mediações propiciadas pelo professor não promovem a análise das idéias que diferenciam um e outro conceito.

Ao conjunto das preocupações até agora levantadas somam-se as interrogações a respeito da relação entre a lógica da construção da sociedade, sua divisão em classes, e a lógica de formação dos conceitos matemáticos.

O contato constante com o conjunto de preocupações e as leituras realizadas, bem como nossa prática docente, fizeram com que recolhêssemos, assistemática e sistematicamente do cotidiano pedagógico, muitas reflexões críticas. Uma delas é a tese de que *existe um vínculo muito estreito entre a gênese dos conceitos matemáticos e o papel que eles desempenham nas diversas relações presentes no processo de desenvolvimento cultural dos sujeitos, entre as quais as relações de trabalho.*

A referida tese, norteadora deste estudo, teve como fundamento as bases teóricas do enfoque histórico-cultural desenvolvido por L. S. Vygotski. Sinteticamente, diríamos que três aspectos foram fundamentais para essa opção teórica: (1) o contexto do seu surgimento e sua matriz teórica, (2) o seu pressuposto de que a formação dos conceitos tem suas origens na vida social, e (3) o pressuposto de que o desenvolvimento da funções mentais superiores do homem é mediado por instrumentos e signos.

O enfoque de Vygotski e seus colaboradores surge após a revolução de 1917, os quais buscavam a construção de uma formulação teórica que contribuísse para a formação do novo homem e da nova sociedade russa. O contexto, naquele momento, era de mudanças radicais e antagônicas às relações sociais até então existentes, pois tratava-se de uma mudança nas relações de produção.

No presente estudo, estamos nos apoiando nesse referencial para analisar possíveis formas de pensamento matemático produzido pelas e nas relações de trabalho. O princípio norteador é que o homem desenvolve suas funções psicológicas superiores em função das relações que se estabelecem no cotidiano de seu trabalho e também nas demais relações sociais que se originam e se estabelecem a partir daquelas. Tais relações exigem que o trabalhador tenha que se apropriar de idéias e desenvolver operações mentais, entre essas o pensamento lógico-matemático, para acompanhar as transformações necessárias à execução das tarefas da atividade de trabalho.

Para a análise da formação dessas operações mentais, buscamos dados empíricos numa comunidade que surgiu, e até recentemente, dependeu da atividade extrativa do carvão-de-pedra. Foi essa atividade que basicamente estabeleceu as condições para a formação da identidade social, econômica e política da comunidade. Face ao contexto atual de incertezas em que vive a comunidade, duas questões se apresentaram como motivadoras deste estudo. Uma delas diz respeito à existência de relações matemáticas subjacentes às relações de trabalho, enquanto dependentes do processo extrativo do carvão, e às manifestações cotidianas das mesmas. A outra questão diz respeito à possibilidade de formação de novas relações matemáticas neste momento em que a comunidade busca alternativas de trabalho, em conseqüência do fim da atividade extrativa do carvão.

Partimos do pressuposto de que a Matemática é um conhecimento historicamente produzido no movimento das relações sociais, isto é, um conjunto de práticas sociais nas quais foram construídas formas de significações e se materializaram como conhecimento científico. Este conhecimento se transforma em mediador instrumental e social do projeto cultural e científico do homem. Como patrimônio cultural, o conhecimento científico passou a ter obrigatoriedade na escola, onde compõe o acervo dos diferentes saberes que, ao longo da história da educação, foi sendo socializado aos novos membros da sociedade. Atingiu seu momento de universalização com a construção da escola pública, gratuita e laica. Com isso, de acordo com Ríbnikov (1987:15), a matemática se tornou *"uma das formas da consciência social dos homens."*

A escola é o local onde o conhecimento matemático, produzido histórica e coletivamente pela humanidade, deve ser apropriado pelos sujeitos que a freqüentam: os alunos. A forma como o conhecimento pode ser apropriado pelos alunos é definida e faz parte do projeto pedagógico da escola que, por sua vez, tem ligações profundas com o projeto de sociedade. Conforme Moura (1992:13), "*o conhecimento matemático social é movimento cultural fruto da dinâmica das práticas sociais.*"

Ao situarmos a pesquisa na perspectiva histórico-cultural, manifestamos também nossa concepção do processo de apropriação do conhecimento matemático não como algo que ocorre estritamente no plano individual, mas como um processo situado no interior de outro maior, ou seja, no processo histórico do ser humano enquanto um ser sociocultural. A apropriação do conhecimento é concebido como o movimento em que os sujeitos humanos, de forma consciente, apreendem as significações ou algo que está constituído na esfera da intersubjetividade. O processo de apropriação de qualquer produto da prática social é sempre mediatizado pelas relações com outro indivíduo. Dessa forma, o sujeito e a sociedade coexistem mutuamente de modo que um constitui o outro, mas um não é o outro.

Leontiev (1978:94), contemporâneo e colaborador de Vygotski, afirma que o homem, enquanto ser sócio-histórico, *"está ao mesmo tempo armado e limitado* *pelas representações e conhecimentos de sua época e da sua sociedade. A riqueza da sua consciência não se reduz à única riqueza de sua experiência individual".*

De posse desse pressuposto, reafirmamos nossa tese: <u>A apropriação dos conceitos matemáticos é dependente de sistemas extra e interpessoais de mediações historicamente produzidas nas relações sociais com características específicas.</u>

A tese está vinculada a três hipóteses. A primeira é que existe uma relação histórico-cultural entre o desenvolvimento dos conceitos matemáticos e o seu processo de apropriação em situação de ensino formal, bem como uma relação com a formação das funções psicológicas superiores, em especial a memória social, o pensamento abstrato e a linguagem. A segunda hipótese está relacionada ao movimento de ascendência e descendência (Vygotski, 1993), respectivamente, do processo de formação/apropriação dos conceitos cotidianos e científicos. Ao admitir a existência desse movimento contrário dos dois tipos de conceitos, estamos admitindo também a necessidade de, numa situação de ensino-aprendizagem de conceitos matemáticos, conhecermos previamente os conceitos cotidianos dos alunos. A terceira hipótese desprende-se da anterior. Se o aluno, ao chegar à escola, traz consigo conceitos cotidianos, significa que eles já fazem parte do ambiente sociocultural e é aí que são apreendidos, nas relações sociais.

Propusemo-nos pesquisar, nas manifestações sócio-históricas de uma comunidade, a materialização de conceitos matemáticos, evidenciando aqueles que se apresentaram com mais freqüência no seu cotidiano. Os conceitos foram analisados em seu processo de formação-apropriação-socialização, naquele contexto. Da análise, extraímos subsídios para a mediação, no ensino formal, dos conceitos científico-matemáticos. Estes, ao estarem relacionados aos conceitos cotidianos mais evidentes na comunidade, serão objeto de trabalho em projetos de aplicação a serem desenvolvidos, futuramente, no ensino fundamental.

A pretensão foi atingir o seguinte objetivo:

Analisar, à luz da teoria histórico-cultural, o processo de formação-apropriação-socialização dos conhecimentos matemáticos nas práticas sociais de uma comunidade, extraindo daí elementos metodológicos que poderão subsidiar a Educação Matemática no ensino formal.

Especificamente, pretendemos analisar:

- os conhecimentos matemáticos mais freqüentes nas relações sócio-culturais de uma comunidade;
- o processo pelo qual os sujeitos humanos se apropriam dos conceitos matemáticos pelas interações sociais;
- as relações e as características específicas e comuns a ambos os conceitos matemáticos: os cotidianos e os científicos;
- o processo histórico-cultural da produção do conceito matemático, ou sistema conceitual do conceito cotidiano mais evidente nas práticas sociais da comunidade;
- as relações entre as diferentes atividades de trabalho e a necessidade de apropriação de novos conceitos matemáticos;
- as implicações das relações sociais cotidianas, estabelecidas na comunidade, na formação de concepções de Matemática e Educação Matemática;
- inferências teóricas e metodológicas que contribuam para a *práxis* da Educação Matemática.

Pela própria natureza do método investigativo, etnográfico, não privilegiamos, no processo de pesquisa, a comprovação de hipóteses rígidas. À medida que fomos nos familiarizando com o problema, no curso da pesquisa, surgiram as dúvidas e as certezas que contribuíram para aceitação, refutação e formulação de algumas hipóteses; procedimento que é recomendado por Taft (1999:119). Com a preocupação de encontrar as dimensões que não haviam aparecido na etapa inicial (revisão de literatura e definições de questões ou problemas de pesquisa), estivemos sempre alertas para novas questões, novas perspectivas de análise e também novas hipóteses. A mediação entre a teoria e as dimensões presentes na realidade pesquisada forneceu novas indicações de procedimentos e determinou ajustes no processo de coleta do material empírico, no cotidiano da comunidade pesquisada.

Mesmo conscientes da dinamicidade da ação educativa e da abertura da pesquisa etnográfica, além dos objetivos acima, tivemos, também, uma série de questões que por sua vez necessitaram de estudo teórico-empírico. As questões, a seguir apresentadas, foram fundamentais para que mantivéssemos sempre presente o objeto de estudo e evitássemos possíveis desvios: Que conceitos matemáticos se manifestam nas relações culturais específicas de uma comunidade? Quais relações e idéias da prática social podem ser incluídas na categoria dos conceitos cotidianos ou de conceitos científicos de Matemática? O que caracteriza o processo de formação/socialização desses conceitos no interior da comunidade? Sujeitos diferentes apresentam peculiaridades diferentes no domínio desses conceitos? Quais são as relações matemáticas mais evidentes na comunidade? Quais são os fatores que fazem com que um determinado conceito matemático se torne mais evidente na comunidade? Qual é o sistema conceitual que se desprende desse conceito? De que forma esse conceito e seu sistema conceitual contribuíram para a formação de uma identidade matemática na comunidade? Quais são os elementos ou relações do processo de apropriação dos conceitos matemáticos mais evidentes na comunidade que podem subsidiar o processo de apropriação do conhecimento matemático no ensino formal? Quais são as transformações necessárias para que os conceitos maiores, subjacentes à cotidianeidade da comunidade, possam caracterizar-se como conceitos científicos?

Enfim, estivemos atentos para as mediações necessárias ao processo de apropriação do conhecimento matemático em situações informais e formais de ensino e às inter-relações entre essas duas dimensões do conhecimento.

1.2. CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS

A teoria histórico-cultural sustenta que a atividade de pesquisa da gênese, desenvolvimento, estrutura e definição das funções psicológicas superiores e a formação de conceitos, sejam norteadas por alguns pressupostos básicos. Um dos pressupostos é extraído do pensamento dos colaboradores de Vygotski (Davidov, Rubinstein e Leontiev) que concebem o "conceito de atividade" como categoria de análise central para o estudo do desenvolvimento das funções psicológicas superiores do homem. Nessa categoria estão incluídos aspectos sociais, cognitivos, motivacionais e emocionais da gênese das referidas funções e dos conceitos.

Um outro aspecto básico para a atividade de pesquisa desenvolvida por Vygotski são seus fundamentos articulados com a tradição do materialismo histórico (ciência marxista) e materialismo dialético (filosofia marxista).Essa tradição tem como premissa o conceito de atividade produtiva, isto é, a relação entre os seres humanos e o mundo é mediada por instrumentos, pela atividade de trabalho.

Da referida premissa, decorre uma outra. Segundo essa tradição teórica, as relações dos seres humanos consigo e com o mundo são determinadas pelo desenvolvimento dos instrumentos produzidos na atividade social. É daí que surge o pressuposto mencionado anteriormente, qual seja: o aspecto intrapessoal das funções psicológicas superiores. A formação do conceito resulta da ação humana no contexto das relações sociais. Os procedimentos interpessoais para o uso de ferramentas tornam-se, aos poucos, intrapessoais, fazendo parte da dimensão intrapsíquica. No desenvolvimento mediado, os indivíduos tanto se apropriam deles como se tornam condutores das tradições sócio-históricas. Logo, a atividade inter e intra-humana é sempre social, histórica e cultural. Esse entendimento é necessário para analisarmos a formação dos conceitos e o processo de formação das funções psicológicas superiores.

Vygotski (1989 e 1993), ao fazer referência à questão do método de estudo das funções psicológicas superiores e da formação dos conceitos, insiste para a observação desses pressupostos. Além disso, chama a atenção para o fato de que, no estudo dessa natureza, seja incluída a elucidação do "princípio explicativo", do objeto a ser estudado – unidade de análise – e da dinâmica das relações existentes no processo de desenvolvimento e apropriação do conhecimento.

Segundo Vygotski (1989: 99-105), três princípios básicos devem nortear as investigações das funções psicológicas superiores e, conseqüentemente, a formação de conceitos:

1. Análise do processo, não do objeto. A tarefa básica de uma investigação deverá se converter "*na reconstrução de cada fase do desenvolvimento do processo histórico*".
2. Ênfase na explicação, em vez da descrição. Vygotski recusa as descrições nominais e dá ênfase às relações dinâmico-causais na análise dos processos psicológicos. A análise deve incluir necessariamente "*uma*

explicação científica tanto das manifestações externas como do processo em estudo" (p.102).

3. O problema da *conduta fossilizada*. Refere-se ao fato de que os processos que têm passado por um longo estágio de desenvolvimento histórico tendem a fossilizar-se. As formas fossilizadas são encontradas mais facilmente nos processos psicológicos chamados automáticos ou mecanizados, construídos por grande número de repetição. Com isso, perdem sua aparência original, fazendo com que seu aspecto externo não dê subsídios reveladores de sua natureza interna. Isso, segundo Vygotski, cria grandes dificuldades para a análise do objeto em estudo dessa natureza. A única forma de estudá-lo é ir às suas origens.

Em síntese, Vygotski alerta para que, num estudo investigativo relacionado com a formação de conceitos ou de outras formas superiores do pensamento, o pesquisador centre suas preocupações não no produto, mas na dinamicidade que leva o sujeito humano para níveis mais complexos na atividade de suas funções. A ênfase deve ser dada ao processo histórico do seu desenvolvimento, pois o que somos em um determinado momento histórico é produto das relações estabelecidas com os sujeitos. É uma herança histórica. "*Estudar algo do ponto de vista histórico significa estudá-lo no seu processo de mudança, esta é a exigência básica do método dialético* "(p.104).

Na tentativa de sermos fiéis ao pressupostos e princípios levantados anteriormente, procuramos, durante a pesquisa, atender ao chamado de Vygotski quando afirma que pouco se escreveu sobre o processo cultural do homem. Traduzindo para a nossa especificidade, diríamos: pouco se escreveu sobre a evolução dos conceitos matemáticos em áreas culturais específicas determinadas pelo predomínio de uma atividade de trabalho. Ainda mais, nessas poucas produções, a ênfase tem sido dada à mecânica operatória do pensamento matemático e ao fazer referência ao processo histórico elucida apenas uma seqüência cronológica do processo de sistematização do conceito em foco, não analisando o papel do conhecimento matemático e a sua relação com o desenvolvimento cultural dos sujeitos.

Rosa e Monteiro (1996:60) justificam de forma brilhante as razões de se estabelecer relação entre a história do conhecimento e a verificação empírica:

> *"Sistemas históricos são o resultado de práticas sociais. As regras são a estrutura interna de práticas que foram desenvolvidas historicamente para responder às necessidades do ambiente físico ou social e evoluem de acordo com sua própria dinâmica. Essas regras ajudam a organizar a vida social , mas, ao mesmo tempo, são interiorizadas pelos membros individuais do grupo em formas que governam o comportamento de cada um em situações específicas."*

O ponto central de nossa pesquisa é a análise das relações sociais estabelecidas pelos sujeitos na comunidade, objetivando esclarecer os fatores e momentos significativos no processo de apropriação do conhecimento matemático. Nossa suposição coincide com aquela de Lúria (1978:49-50) ao afirmar que as circunstâncias nas quais as pessoas crescem, deixam suas marcas nos mecanismos subjacentes aos processos psicológicos complexos, e não somente no conteúdo desses processos. A influência social, mediante signos, mediatiza o processo de apropriação do conhecimento matemático. Segundo Vygotski (1995:87), a influência de um homem sobre outro se dá pelo papel mediador que a linguagem cumpre nas relações sociais e interpessoais.

O que pesquisamos foi o desenvolvimento de conceitos matemáticos e o sistema conceitual inserido no contexto sociocultural da comunidade de Guatá, município de Lauro Müller, Santa Catarina. Tínhamos um olhar especial para as possíveis manifestações de conceitos matemáticos originários das relações de trabalho, presentes no processo de extração de carvão, causa primeira da existência daquela comunidade, e aqueles que atualmente estão despontando de outras atividades econômicas em face à desativação das minas.

Todavia, não ficamos apenas em nível de detecção dos conceitos matemáticos cotidianos. O nosso esforço foi analisar as inter-relações entre esses conceitos, os conceitos matemáticos escolares e as influências das duas modalidades de conceitos na formação de modos de pensar matematicamente. Concentramos a atenção em comportamentos que ilustrassem o que acreditávamos serem conceitos matemáticos. Procuramos evidenciar as relações entre um conceito e outro, as conexões entre conceitos de mesma categoria (cotidiano x cotidiano e científico x científico) entre categorias diferentes(cotidiano x científico), dificuldades e facilidades dessas conexões. Ficamos atentos, também, às contribuições das relações estabelecidas no cotidiano para a formação de significações matemáticas.

Tínhamos consciência da necessidade de conquistar espaços de liberdade e de confiança para que pudéssemos captar manifestações matemáticas vinculadas ao processo de trabalho, típicas daquela comunidade. Não queríamos levar um determinado tema matemático como uma espécie de carta marcada para forçar ou arrancar conhecimentos matemáticos das pessoas, via interrogatórios ou bateria de testes. Também não queríamos detectar cálculos matemáticos relacionados a modelos comerciais (compra, venda e troco) como de temas relacionados a uma determinada profissão. Tínhamos um objeto definido, mas não tão específico. Parafraseando Sebastiani (1996:86), buscávamos as maneiras com as quais a população pensava e construía sua cultura matemática.

A responsabilidade era grande; por isso, muitas vezes, nos sentíamos temerosos em relação à aceitação da comunidade, como também em relação ao próprio objeto do presente estudo.

O estudo exigia uma visão ampla das diversas relações e interações sociais que naquela comunidade se estabeleciam e, ao mesmo tempo, evidenciassem formas de como empregavam raciocínios matemáticos. Visamos o acompanhamento da dinâmica de conceitos e concepções em processo de permanência e em formação - apropriação. Por isso, tornou-se necessária a imersão em diversos ambientes da comunidade onde presumíamos a ocorrência de manifestações do objeto de estudo. A princípio, tínhamos uma certa convicção de que um deles é o ambiente comunitário onde a interação dos sujeitos com o conhecimento social se dá principalmente pela linguagem e não por estratégias formais de ensino-aprendizagem. O outro ambiente, que tem a finalidade específica de lidar com os conhecimentos matemáticos sistematizados, é a escola.

Entre as duas opções, preferimos iniciar pela escola. Nosso ponto de partida foi o Colégio Estadual Eng° Ernani Cotrin. Ali o ambiente era mais familiar, pelo fato de também sermos professor. A opção foi acertada, pois facilitou nosso envolvimento com a comunidade intermediado pela direção, pessoal técnico-administrativo, professores e, principalmente, os alunos. Nos contatos informais iniciais já detectávamos as primeiras evidências de dificuldades dos alunos com a matemática escolar e de raciocínios matemáticos cotidianos expressados espontaneamente, principalmente pelos alunos que, além de estudar, exerciam alguma atividade de trabalho junto com seus pais.

No início, permanecemos basicamente no colégio, nos três períodos (matutino, vespertino e noturno), por um período de um mês, sempre atentos às manifestações orais , escritas e visuais que dessem pistas do objeto de estudo que estávamos buscando. O contato com os alunos se dava antes do início das aulas, nos seus intervalos, quando os alunos vinham pesquisar na biblioteca, e nas aulas vagas motivadas pelas faltas dos professores. Também, na escola tivemos a liberdade de acesso e posse dos mais variados documentos e arquivos que eram de nosso interesse.

Esses contatos e oportunidades foram decisivos para criar um clima amigável e propício a fim de detectar ambientes e pessoas da comunidade a serem visitados ou contatados.

Partimos da escola e fomos conviver com indivíduos de outros espaços da comunidade. Conviver significa a presença contínua nos mais diversos locais, onde as pessoas se reuniam para as diferentes atividades: lazer, trabalho, associações, comercial, eventos religiosos e familiares. Conquistamos a confiança ao ponto de pernoitarmos em casas de famílias, compartilharmos de refeições, participarmos de eventos sociais e religiosos. Muitas pessoas se aproximavam espontaneamente para explicar fatos que consideravam significativos; outras se prontificavam para fornecer informações de pessoas que pudessem nos auxiliar. Nesse contexto, estivemos convivendo com as falas das pessoas. Nas falas e na atividade laboral identificamos o pensamento matemático da comunidade. Estivemos atentos para perceber como se dá, via linguagem, o entendimento, a apropriação e transmissão de conhecimentos relacionados à matemática, entre as pessoas.

O ambiente comunitário é rico em interações e, para que pudéssemos analisá-las posteriormente, valemo-nos da observação direta e utilizamos os mais diversos instrumentos de registros do método etnográfico de pesquisa: observações, anotações, entrevistas, gravações, vídeos e outros. As entrevistas não gravadas foram registradas, na maioria das vezes, na presença das pessoas no momento em que elas ocorriam. Quando usamos o gravador, ninguém se sentiu constrangido; pelo contrário, faziam questão de que isso acontecesse. O nível de confiança chegou ao ponto em que os sujeitos nos solicitavam, naturalmente, para não gravar as falas consideradas impróprias à pesquisa.

A informalidade e a prudência foram características primadas no processo de coletas dos dados. Nos ambientes públicos (bares, restaurante, parada de ônibus, ônibus, reuniões, festas, comemorações, clube de mães, clube de idosos, igreja, ruas e escolas), as anotações eram feitas discretamente em formas de tópicos ou em espécie de manchetes. A recomposição das falas no diário de campo era feita em momentos posteriores, geralmente à noite, longe da presença dos sujeitos.

O exercício de recomposição e reelaboração das falas obtidas na informalidade constituiu-se essencialmente em oportunidades de análise e reflexão. Foi propulsor de idéias e pistas para novos contatos, novas visitas e novas fontes de dados. Nessas oportunidades surgiram dúvidas e inspirações decisivas para pontuar contatos com sujeitos que detinham informações mais específicas de conceitos e concepções relacionadas à matemática.

Assim ia surgindo a necessidade de entrevistar alguns profissionais, objetivando a obtenção de dados para completar, enriquecer, confirmar e refutar aqueles até então obtidos. Logo, a obtenção de informações transformou-se num processo de ir e vir que ia se modificando a cada recomposição.

Enfatizamos que os dados obtidos na informalidade se constituíram na sustentação essencial da pesquisa. Entretanto, não foi possível, no presente relatório, quantificar os sujeitos informantes devido a variedade dos ambientes, onde ocorriam três situações distintas quanto à presença das pessoas. Na primeira as pessoas eram sempre as mesmas; na segunda, havia alternância dos freqüentadores do ambiente; na terceira, as pessoas nunca se repetiam. Além disso, quando estávamos nos ambientes, não nos preocupávamos em quantificar os sujeitos presentes, pois a nossa atenção estava totalmente voltada para as suas falas ou para as ações práticas que realizavam.

As entrevistas – algumas gravadas - contemplaram pessoas das mais diferentes profissões que vivenciaram os dois momentos históricos da comunidade, quantificadas no quadro: Sujeitos Entrevistados, apresentado na página seguinte.

Sujeitos Entrevistados

Sujeitos	Quantidade
Diarista/mineiro/aposentado	6
Mineiro/furador/aposentado/agricultor	3
Mineiro/aposentado/agricultor	2
Mineiro/furador/aposentado/pedreiro	2
Mineiro/aposentado/pedreiro	1
Apontador/mineiro/aposentado	1
Manobrista/mineiro/aposentado/vendedor	1
Trilheiro/mineiro/aposentado/cobrador	1
Apontador/mineiro/aposentado/motorista	1
Mineiro/foguista/aposentado	2
Madeireiro/mineiro/aposentado/agricultor	1
Mineiro/aposentado/motorista	2
Mineiro/aposentado/madeireiro	2
Mineiro/aposentado/vereador	1
Escritório/motorista/comerciante	1
Escritório/aposentado	2
Escritório/aposentado/comerciante	1
Engenheiro/diretor/aposentado/fazendeiro	1
Domésticas	4
Serviços gerais	4
Comerciante	1
Família de agricultores	3
Família de oleiro	1
Diretora de escola	3
Orientadora educacional	2
Professores	6
Alunos do Ensino Fundamental	8
Alunos do Ensino Médio	8

Vale destacar que não priorizamos e nem hierarquizamos fontes e instrumentos de informações. Procuramos, isto sim, incorporar a interação das mais diversas fontes, tanto as orais como documentais. Também fomos cautelosos quando estivemos nos ambientes de documentos e no contato com as pessoas. Paciência e respeito às opiniões dos sujeitos foram cuidados que em momento algum foram dispensados. Não perdemos de vista, no entanto, a leitura da complexidade que envolve a análise das relações sociais. Fundamental foi buscar apoio na teoria de Vygotski que propõe, aos pesquisadores, que na análise das mudanças de pensamento das pessoas se leve em consideração a função compartilhada da vida do grupo e não simplesmente as interações entre duplas

Reafirmamos que a inserção na comunidade teve duplo objetivo. Um deles foi identificar e analisar evidências de processos que apontassem relações entre conceitos cotidianos e científicos de Matemática. Daí extraímos os conceitos mais evidentes, cujo ensino poderia ser vivenciado em sala de aula, em pesquisa futura. O outro objetivo foi encontrar, no contexto sócio-histórico da comunidade, instrumentos mediadores para serem utilizados em sala de aula, no processo de apropriação desses conceitos e, conseqüentemente, no processo de decodificação dos conceitos cotidianos como também da realidade social em que os alunos vivem.

A análise dos conceitos cotidianos conforme Vygotski (1995:66), é próprio para vislumbrar o início de sua gênese, o dar-se conta das formas fossilizadas, além de ser o ponto de partida de todo o método. Entretanto, o conceito cotidiano é, unicamente, o ponto de partida, pois não fornece os subsídios necessários à apropriação dos conceitos científicos.

A inserção na comunidade partiu do princípio de que é na história, no coletivo da humanidade que o sujeito toma consciência de sua singularidade. Dito de outra maneira, os conceitos matemáticos e a concepção de matemática que emergem do grupo social são reflexos da cultura. Como diz Leontiev (1978:272):

> *"As aquisições do desenvolvimento histórico das aptidões humanas não são simplesmente dadas aos homens nos fenômenos objetivos da cultura maternal e espiritual que as encarnam, mas são aí apenas postas. Para se apropriar destes resultados, para fazer deles as suas aptidões, os órgãos da sua individualidade, a criança, o ser humano, deve entrar em relação com os fenômenos do mundo circundante através doutros homens, isto é, num processo de comunicação com eles. Assim, a criança aprende a atividade adequada. Pela sua função, este processo é, portanto, um processo de educação."*

A busca das aquisições históricas, mais especificamente dos conceitos matemáticos, só poderia ser efetivada com a presença marcante do pesquisador na comunidade e com a adoção de uma modalidade de pesquisa que advoga a percepção da totalidade do fenômeno em estudo. Todos os aspectos até agora evidenciados coincidem com as características da pesquisa etnográfica traçadas por André (1998:42-48). A abordagem etnográfica em educação, conforme a autora citada, privilegia três dimensões no processo de apropriação e desvelamento do objeto em estudo: a dimensão organizacional/institucional, a dimensão instrucional/pedagógica e a dimensão sociopolítico/cultural.

As dimensões acima serviram de eixo central do processo de estudo das múltiplas relações presentes na dimensão comunitária, buscando a apreensão da totalidade do fenômeno em estudo nela presente. Conforme Ponofski et al. (1996:249), as observações e entrevistas etnográficas podem ser usadas para estabelecer as ligações entre a cognição cotidiana e os processos cognitivos gerais.

Os procedimentos metodológicos adotados contribuíram para uma visão mais ampla da existência de formas matemáticas peculiares à comunidade, decorrentes da especificidade das atividades de trabalho nela desenvolvidas. As formas de registros e a presença marcante nos mais diversos ambientes proporcionaram, além das interações verbais, a imagem das não-verbais que contribuíram para o desvelamento dos conceitos e o sistema conceitual da comunidade. Dentre as preocupações maiores, estiveram a análise das características apresentadas pelas pessoas e o desvelamento dos momentos mais importantes em que surge a transição de conceitos matemáticos nas relações sociais entre os sujeitos; conforme Vygotski (1995), o sistema de dupla significação. O momento era favorável para esse tipo de análise, pois a comunidade passa por uma fase de transição no que se refere às oportunidades de trabalho. Chegam ao fim de um modelo até certo ponto monopolista de oportunidade de trabalho e buscam novas alternativas.

Permanecemos na comunidade, de fevereiro a dezembro de 1998, de forma sistemática. Em 1999, principalmente no primeiro semestre, retornamos para esclarecimentos de dúvidas surgidas na sistematização e análise do material empírico coletado.

No decorrer da elaboração do presente relatório de pesquisa, estaremos levantando vários questões para estudos futuros que selam nosso compromisso de retorno à comunidade de Guatá por muitos anos.

CAPÍTULO 2

O CONTEXTO SÓCIO-HISTÓRICO DA COMUNIDADE

Como já foi descrito anteriormente, tivemos como objetivo a análise da formação histórico-cultural de conceitos matemáticos no interior de uma comunidade. Isso exigiu a definição de condições objetivas e subjetivas para a obtenção de resultados representativos. Uma das condições foi a escolha da comunidade e esta, por sua vez, precisava apresentar algumas peculiaridades e características para que se pudesse levantar as informações empíricas pertinentes à análise do processo que envolve a formação de conceitos matemáticos.

Escolhemos o distrito de Guatá, situado a uma altitude de 208 metros, latitude sul 28°23'00", longitude oeste 49°24'00", no município de Lauro Müller, região carbonífera no Sul de Santa Catarina, Brasil, por considerarmos que reunia as condições necessárias. A opção por esta comunidade tem sua origem em expectativas surgidas, em 1993, quando acompanhamos o estágio supervisionado de acadêmicos do curso de Ciências da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), realizado no Colégio Estadual Engenheiro Ernani Cotrin daquela localidade. O envolvimento dos alunos e a participação de pais nas reuniões programadas pelos estagiários, naquela oportunidade, foram marcantes e decisivos para optarmos pela realização do estudo na mesma comunidade.

É quase impossível falar das origens da comunidade de Guatá sem que se faça referência à história da atividade extrativa do carvão-de-pedra no Brasil e, mais especificamente, em Santa Catarina. A idéia de exploração desse mineral remonta ao império e teve como principal defensor o Visconde de Barbacena.

Depois de sucessivos estudos por especialistas estrangeiros, em 1839, o geólogo Júlio Parigot apresentou o primeiro parecer incentivador para a exploração do carvão, fazendo referências às jazidas localizadas onde, atualmente, situa-se o município de Lauro Müller.

Em 6 de fevereiro de 1861, foi celebrado o contrato que concretizava a aquisição de duas léguas quadradas e o direito ao Visconde de Barbacena de lavrar as minas de carvão de pedra na região. O carvão passa a ser explorado pela *The Tubarão (Brasilian) Coal Mining Company Limited,* empresa formada na Inglaterra, da qual o Visconde de Barbacena era, além do seu representante no Brasil, agregado vitalício da diretoria composta de sete membros.

Entre as inúmeras dificuldades para a exploração do carvão, estava a inexistência de estradas entre os locais das jazidas e um porto que provavelmente seria na região de Imbituba. O governo imperial, em 1874, determina a concessão para a construção da Estrada de Ferro Dona Teresa Cristina que ligaria a região mineira a Imbituba. As obras foram iniciadas em 18 de dezembro de 1880 e entregues definitivamente ao tráfego em 1º de setembro de 1884. Outra data significativa é a de 9 de fevereiro de 1886, pois registra o primeiro carregamento de carvão para o porto de Imbituba

Conforme Bossle (1981) e Dall'Alba (1986), os ingleses exploraram o carvão até 1912, com períodos altos e baixos de produção e demanda, em minas situadas na localidade de Barro Branco Novo, hoje um dos Distritos de Lauro Müller. Durante quatro anos, as atividades extrativas de hulha negra foram paralisadas, tempo necessário para que o Grupo Lage aceitasse a concessão para reiniciar o processo. Em maio de 1916, Henrique Lage inicia com muito afinco e determinação a exploração do carvão, o que viria contribuir para o desenvolvimento da região.

As expectativas eram promissoras ao ponto de, em 30 de setembro de 1922, ser criada uma empresa específica, pertencente ao mesmo grupo, encarregada de extração e beneficiamento do carvão, em Orleans, mais especificamente no atual município de Lauro Müller. Surge, assim, a Companhia Nacional de Mineração de Carvão de Barro Branco S/A (CNMCBB), empresa que até os anos 80 foi insuperável em sua influência política e geração de emprego naquele município.

A localidade de Minas, nome recebido em 1841, quando do conhecimento da existência de carvão, é elevada à categoria de Distrito em 24 de dezembro de 1914, instalado oficialmente em 12 de janeiro de 1915, quando passa a ser chamado de

Lauro Müller. Foi transformado em município pela Resolução Nº 89/56 de 25/10/56 da Câmara de Vereadores de Orleans e pela Lei Nº 273/56 de 06/12/56, aprovada pela Assembléia Legislativa. A instalação oficial se deu pelo Decreto Nº 60, do Governador Jorge Lacerda, em 20 de Janeiro de 1957.

A Companhia Nacional de Mineração de Carvão de Barro Branco S/A, após a morte de Henrique Lage, tem como um dos principais acionistas Francisco Catão que, com as sucessivas crises do carvão no período pós Segunda Guerra Mundial, vendeu suas ações, em 1967, para Álvaro Catão e Sebastião Neto Campos.

A exploração do carvão teve seu auge no período circundante à II Guerra Mundial, em torno de 1940 a 1970. Para ilustrar, o município de Lauro Müller possuía naquele período aproximadamente 35.000 habitantes, enquanto hoje não ultrapassa os 13.000. Como as reservas de carvão estavam se esgotando em outros pontos, a direção da carbonífera abre uma frente de trabalho na região onde atualmente remanescem algumas moradias do então Primeiro Guatá. A vila de Guatá começa a surgir em 1937 com abertura de minas do tipo "céu aberto" que além dos mineiros, utilizavam animais para o transporte do carvão.

No período que antecedeu a exploração do carvão, onde atualmente se situa a sede do distrito de Guatá, existiam apenas três casas. O local servia de parada para descanso e alimentação dos tropeiros, oriundos do planalto. Vinham trazer seus produtos (maçã, queijo, charque, feijão e batata) para serem trocados por outras mercadorias (açúcar, café, sal, arroz, aviamentos e tecidos) em Lauro Müller, ponto final de um ramal da Estrada de Ferro Dona Teresa Cristina, e outras cidades litorâneas. A existência de grandes árvores denominadas pelos tropeiros de guatá é a provável explicação para a permanência do nome da vila que ali se implantou com a exploração do carvão.

Os trabalhadores das minas que, juntamente com suas famílias, passaram a constituir a população de Guatá, eram provenientes principalmente dos municípios do vale do Braço do Norte, interior de Tubarão e de Imaruí. Há quem diga que entre os primeiros trabalhadores estavam alguns nordestinos e um grupo de presidiários reabilitados, oriundos da penitenciária pública de Florianópolis. Por esta razão, a população guataense foi alcunhada como "cara feia". Expressão esta muito utilizada pelas pessoas de outras localidades do município e de outros municípios vizinhos, principalmente em competições esportivas e em campanhas políticas. Literalmente a expressão era: "cara feia é no Guatá".

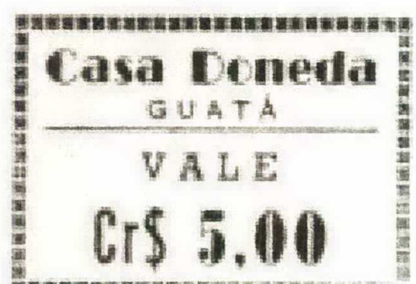
Começa então a construção da vila, por parte da companhia, com infra-estrutura mínima para o bem-estar dos trabalhadores e suas famílias. Habitação, comércio, escola, água, igreja, cinema foram obras instaladas pela empresa mineradora, algumas delas em regime de mutirão com a população.

A empresa, por sua vez, constrói ali uma estrutura tanto administrativa como de apoio à atividade extrativa do carvão. Para tal foi construído o escritório local, a serraria, a oficina e a caixa coletora de carvão, que popularmente passou a ser chamada de "caixa da tiririca". Desse local até uma outra, caixa da Rocinha de Baixo, o transporte era feito por uma via ferroviária, construída pela própria empresa. Daí, até o centro de Lauro Müller, onde existia o lavador, o carvão era transportado por via férrea, que era um prolongamento da Estrada de Ferro D. Teresa Cristina.

Entre as obras construídas em regime de multirão, está a primeira igreja. A carbonífera doou o terreno e a madeira. Entretanto, o diretor Walter Vétterli, propôs que o padroeiro deveria ser um santo que não implicasse mais um feriado para a sua comemoração. Daí a escolha de Nosso Senhor do Bom Fim, comemorado no dia 1° de Janeiro. Vale destacar que ainda hoje a festa do padroeiro é uma das mais populares da região sul catarinense.

Com a necessidade de atender a demanda do carvão, a Companhia Barro Branco recorre à terceirização de algumas minas localizadas na região de Guatá. Surgem assim os Empreiteiros, em número de cinco, que possuíam pequenas empresas particulares com a finalidade exclusiva de extrair carvão para a Companhia. Cada empreiteiro, além de ser arrendatário das minas, também era proprietário de uma casa de comércio onde seus empregados deveriam comprar principalmente a alimentação e outros materiais de primeira necessidade.

Cria-se assim na comunidade um ciclo de dependências. A Companhia Barro Branco tem o controle dos seus empregados e dos empreiteiros. Estes , por sua vez, tinham o controle dos seus empregados. Nessa época, a população conviveu com três moedas diferentes: o cruzeiro, moeda oficial brasileira; a "ordem", espécie de adiantamento que a empresa e os empreiteiros cediam aos empregados e eram aceitas no comércio local; e o "boró", uma espécie de vale personalizado que as casas comerciais possuíam para dar de troco, quando recebiam a ordem, e até mesmo o cruzeiro e o próprio. Vale ressaltar que o boró, naquele período, foi a moeda de maior circulação em Guatá. Era usado nas mesas de jogos, nas atividades culturais e recreativas e na compra de produtos oriundos da colônia (frango, ovos, leite, lacticínios, hortaliças e frutas) vendidos nas casa pelos produtores rurais. O boró mais concorrido foi aquele emitido pelo único açougue da localidade, pois os armazéns, para onde os trabalhadores recebiam ordem, não vendiam carne. A circulação do boró, internamente na comunidade, é um fato digno de ser ressaltado por refletir a lisura da população. O boró era impresso, em gráfica, com papel cartolina constando apenas em uma face o nome da casa comercial e o valor; não continha assinatura e nem rubrica dos emitentes. Em todo o tempo de sua circulação, nunca se soube da existência de tentativa de falsificação. Os modelos abaixo pertenciam à primeira casa comercial que se estabeleceu na comunidade e se mantém, atualmente.



Nesse período, as pessoas dificilmente possuíam o cruzeiro. Este era utilizado pela mineradora para o pagamento mensal. Como a grande maioria dos empregados já havia retirado parte do salário em "ordens" durante o mês, poucos cruzeiros ficavam em circulação. Muitos trabalhadores não controlavam seus próprios orçamentos familiares, gastavam mais do que recebiam e, por isso, davam ainda mais margem de poder da empresa sobre eles. Fatos de tal natureza se caracterizavam quando o trabalhador ia ao escritório solicitar a "ordem", e negavam-lhe, justificando isso com seus pedidos excessivos.

No auge do seu desenvolvimento, se é que assim podemos chamar, houve duas possibilidades de trabalho, em Guatá: a doméstica, especificamente das mulheres, e o emprego na empresa mineradora que monopolizava toda a atividade econômica da localidade e o processo de trabalho assalariado. Nesta, as atividades eram exercidas quase que exclusivamente pelos homens, pois era muito reduzido o número de mulheres que trabalhavam nas minas de carvão, ou em outro emprego decorrente da atividade extrativa. Ser empregado dessa empresa era motivo de orgulho e *status* social. Mesmo os mineiros que trabalhavam no subsolo, em condições desumanas, irradiavam satisfação por serem empregados da referida empresa. Como conseqüência da divisão técnica e social do trabalho existente na empresa, as diferenças se explicitavam nos salários e, principalmente, nas casas de moradia.

As casas, de madeira, tinham o mesmo modelo arquitetônico (chalé), diferindo apenas na quantidade de área construída. As casas dos empregados-mineiros mediam 35 m² (7m x 5m), distribuídos em cozinha, dois quartos e sala, que não eram forrados e nem pintados. Nessas moradias não existia banheiro; as necessidades fisiológicas pessoais eram feitas numa pequena casa de madeira, denominada pelos moradores de "patente", construída nos fundos do terreno, ocupando uma área construída de aproximadamente um metro quadrado. Por sua vez, as casas dos funcionários do escritório e chefes de setores das minas mediam 63 m² (9m x 7m), com cozinha, três quartos e sala, além de uma área de serviço e banheiro anexo à casa. Diferiam deste padrão apenas quatro casas comercias e uma residencial situadas na rua principal e o cinema, todas de alvenaria.

Um pouco mais afastada do centro, no início da mineração, foi construída a vila operária de Barreiros. Ali, por iniciativa dos engenheiros da Companhia Mineradora e ajuda dos mineiros, foram construídas as casas de barro, sem nenhum custo, pois a matéria para aquele fim era abundante no local. A armação das laterais e da cobertura era feita de ripas de palmiteiro e revestida com barro, previamente amassado com os pés pelos próprios mineiros. Essas casas eram cobertas com palhas, o assoalho de chão batido e possuíam quatro cômodos: a sala, a cozinha e dois quartos. Aos poucos, esse tipo de construção foi sendo trocado por outro do mesmo estilo daquele existente na região central de Guatá.

As casas, com raras exceções, pertenciam à Empresa Mineradora que cedia para seus empregados enquanto tivessem vínculo de trabalho com ela. Nas primeiras décadas, era cobrada uma taxa simbólica de aluguel, descontada dos salários de cada morador. A cobrança durou até 1967, quando a CNMCBB foi vendida, porém os imóveis permaneceram e ainda muitos deles continuam pertencendo aos antigos proprietários da Empresa. Após a transação, não foi mais possível o desconto em folha de pagamento. Assim, os moradores ficaram livres de qualquer taxa de aluguel.

Atualmente, além dessas construções, existem, na localidade de Guatá, as casas populares, comumente chamadas de casas do BNH, e uma ou outra casa que foge dos padrões daquelas construídas na originária vila. O panorama visual das construções formou um ambiente óptico-geométrico basicamente retangular. Conforme Lúria (1987:18), o tipo de ambiente, acrescido das condições de vida, contribui para a formação de ilusões óptico-geométricas. Como particularidade perceptiva, as ilusões óptico-geométricas "*também dependem das formas sócio-históricas de vida.*"

A prosperidade no período de 1940 a 1970 traz as oportunidades de lazer e as alternativas culturais e, com elas, as manifestações de estratificação social e preconceitos. São criados três clubes sociais que evidenciam tais estratificações: o Clube 1º de Maio, freqüentado pela chamada elite, não permitia associado da etnia negra, segundo seus estatutos. O seu quadro social era composto pelos funcionários do escritório da Companhia, pelos comerciantes, empreiteiros, feitores, delegado de polícia e o agente de correio. O outro Clube, União Mineira, popularmente chamado de 7, também não permitia negros em seu quadro social, mas não era tão rigoroso quanto a presença deles em algumas de suas atividades. Esse era o Clube do mineiro branco propriamente dito. O Clube Ouro Preto era a agremiação que congregava associados da raça negra, em sua grande maioria mineiros. O preconceito racial presente nos clubes recreativos não interferia no relacionamento de trabalho dos mineiros.

O Cine Guatá, de propriedade da Companhia Barro Branco, foi outro local que propiciou à população momentos de lazer e cultura. Nele, também se manifestavam agrupamentos de estratificação social. As pessoas que se consideravam elite se aglomeravam em pontos estratégicos para assistir aos filmes ou espetáculos. Elas nunca ficavam próximas das demais camadas sociais. Assim, também, os diretores da Empresa, quando freqüentavam o cinema, tinham um local exclusivo para eles. Nessas oportunidades, a sessão nunca iniciava sem a chegada deles, fazendo com que, muitas vezes, os demais espectadores tivessem que esperá-los por longo tempo.

A estratificação social era muito mais uma opção e classificação, determinada por aqueles que se consideravam elite pelos cargos que ocupavam, do que pelas diferenças de poder aquisitivo. Com raríssimas exceções as pessoas se diferenciavam economicamente, pois todos dependiam da Companhia, além do que seus diretores nunca residiram na comunidade.

Outra agremiação, com notável atuação nos anos prósperos da economia extrativa, foi o Esporte Clube Guatá que no final da década de 60 ocupou posição de destaque no Campeonato Catarinense de Futebol. Os seus jogadores eram todos funcionários da CNMCBB. Eles eram dispensados das suas atividades na empresa nos horários de treinos e dias de jogos. Também existiram outras equipes de categoria amadora.

A educação também foi uma preocupação constante da população. Em 1940, foi criada a Escola Isolada Guatá, transformada, na mesma década, em Escolas Reunidas Professora Maria Lúcia Miranda. Em 1964, a escola foi transformada em Grupo Escolar Engenheiro Ernani Cotrin. Quatro anos mais tarde, foi criado o Ginásio Normal Prefeito Benjamim Bitencourt Barreto. Por legislação estadual, as duas escolas foram transformadas em Escola Básica Engenheiro Ernani Cotrin, em 1971. Com a criação do ensino médio, em 1988, passou a denominar-se Colégio Estadual Engenheiro Ernani Cotrin. Desde 1966, a comunidade conta com o Jardim Municipal Sagrada Família, destinado à educação infantil. Em data mais recente, 02 de abril de 1990, foi inaugurada a Escola Isolada Júlio Serafim Gonçalves, localizada na vila de Barreiros, que atende alunos do Ensino Fundamental e Educação Infantil.

Uma marca triste, deixada no auge do desenvolvimento da exploração do carvão na comunidade, é o índice de mortalidade. As mortes não eram causadas somente por conseqüências naturais. Com freqüência, as mulheres ficavam viúvas e os filhos sem pais, pois os acidentes de trabalho vitimavam muitos mineiros. Desmoronamentos de partes das minas, choques elétricos pelo contato com fios desemcapados, explosões adiantadas ou retardadas de dinamites, alagamentos das galerias, entre outras, são as causas de morte por acidentes.

A mortalidade, como conseqüência da exploração do carvão, também advém das condições precárias de existência proporcionadas pela Companhia mineradora e pelo poder público. Guatá foi conhecido mundialmente, nas décadas de 50-60, por ter o maior índice de mortalidade infantil do mundo. O recorde lastimável foi muito divulgado nos meios de comunicação, inclusive, segundo Dall'Alba (1986:381), pela Rádio de Moscou.

Não houve uma explicação científica para o fato. Algumas suposições foram levantadas: a pneumoconiose infantil causada pela poeira do carvão e as condições precárias de higiene doméstica Mas a mais forte suposição foi de que a causa do índice elevado de mortalidade infantil estava em algum tipo de contaminação da água. Na época, a água consumida pela população era proveniente de uma represa, feita pela Companhia, e não recebia nenhuma forma de tratamento e vigilância. Ali, freqüentemente, encontravam-se animais mortos em estado de decomposição, além de servir de local de banho para crianças e adolescentes, em tardes de verão. Da represa, a água era conduzida por canos de ferro até as torneiras públicas situadas em pontos estratégicos de cada rua ou quadra. A água para o consumo doméstico era transportada, em baldes, das torneiras públicas até as residências pelas mulheres ou pelas crianças.

"Buscar água" além de ser um de seus afazeres, também se transformava em oportunidade das mulheres se comunicarem para saber as novidades e até manifestar seus problemas de saúde e conjugais. Para algumas delas era o local de "falar da vida alheia", o que, muitas vezes, transformava o local em palco de agressões verbais e físicas. Tais cenas ocorriam com mais freqüência nas "torneiras" localizadas nas ruas periféricas da Operária do Meio, Barreiro e Rua do Xisto. Esta última era a mais estigmatizada pelos moradores das outras ruas.

A Companhia Mineradora também controlava o espaço agrário, pois, além de proprietária dos terrenos urbanos, possuía a maioria das propriedades rurais. As atividades agrárias, ou atividades primárias, se constituíam de pequenas plantações e criação de animais (suínos, bovinos e galinhas), o suficiente para o consumo familiar dos arrendatários. Por exigência da Empresa Mineradora, a principal cultura vegetal a ser cultivada era a mandioca, pois a mesma possuía uma fecularia para a fabricação de farinha. Como proprietária das terras, a empresa cobrava um terço de toda produção agropecuária das suas propriedades rurais.

O crescimento da Vila chega ao nível em que a população começa a se organizar para a criação do Distrito. A Resolução Nº 02 de 17 de junho de 1958 cria o Distrito de Guatá, cuja instalação se deu oficialmente pelo Decreto Nº 157 de 04 de novembro de 1959 do Governador Heriberto Hülse. A partir daí, o crescimento da população manteve-se estacionário. No fim da década de 40 e início da década de 50, de acordo com informações extras oficiais, Guatá chegou a ter aproximadamente 8.000 habitantes. A partir daí, o número de habitantes começa a diminuir consideravelmente. Três fatores contribuem para isso: a aposentadoria de grande número de mineiros que retornaram a seus municípios de origens ou buscaram outras alternativas de trabalho em cidades maiores; a diminuição do número de filhos por família da segunda geração e as subseqüentes (na primeira, em média, era sete filhos e na segunda diminui para quatro); e as sucessivas crises do setor extrativo. O quadro, abaixo, evidencia dados do decréscimo populacional do Distrito.

População do Distrito de Guatá
1970-1996

ANO	*POPULAÇAO*
1970	5.307
1980	4.033
1991	3.776
1996	3.378

Fonte: IBGE – 1998

Os bens imóveis, moradia, de um número significativo dos habitantes da sede do Distrito, não lhes pertencem oficialmente, pois permanecem vinculados ou aos herdeiros e procuradores de antigos proprietários da Companhia Barro Branco, ou ao Sistema Financeiro da Habitação. As transações ocorridas com esses imóveis não passam - de acordo com a linguagem usada na comunidade - "*de compra e venda do direito de morar*", mas não a posse definitiva com escrituração pública.

Nos últimos anos, ocorreram promessas políticas e tentativas de grupos de pessoas para conseguirem, por vias judiciais, a posse desses imóveis; intentos estes não atingidos. Com esse movimento se instalou, na sede do município, um escritório gerenciado por um Coronel, que se diz procurador dos proprietários para propor as transações de compra definitiva dos imóveis por parte dos inquilinos. Com isso, algumas pessoas, residentes tanto no meio rural como no perímetro urbano, adquiriram definitivamente, com a escritura pública, os seus imóveis.

A dependência, na atividade extrativa do carvão, propicia a formação de algumas características bastante peculiares da comunidade. Seus habitantes não tinham incentivo cultural para a aquisição de bens imóveis. É consenso, entre a população e o próprio Sindicato dos Trabalhadores na Indústria do Carvão, que o mineiro sempre ganhou bem. Entretanto, a aquisição da casa própria não fazia parte das aspirações da população. Suas ambições materiais se voltavam muito mais para aparência pessoal externa: vestuário.

Outra característica era a ojeriza que os funcionários da empresa carbonífera manifestavam em relação às atividades agropecuárias e às pessoas que viviam desse mister. Manifestação do referido comportamento está na inexistência de hortas e jardins nos espaços disponíveis do terreno de suas residências.

Sempre houve manifestações preconceituosas entre os mineiros e os trabalhadores rurais. "Ser mineiro" é sinal de *status* elevado. Por sua vez, "ser colono" era motivo de gozação e menosprezo. Houve época em que esses trabalhadores rurais, a grande maioria descendente de italianos, evitavam freqüentar ambientes de lazer e sociais na sede do Distrito, por se sentirem discriminados. Os trabalhadores rurais não deixaram por menos e também passaram a estigmatizar os mineiros:

> *"A gente dizia pra eles que trabalhá na mina era coisa de brasileiro vadio e de algum italiano desgarrado. Quando eles chamava a gente de colono, nós chamava os mineiros de tatu."* (Ro)

Com o passar do tempo os agricultores vão superando esses estigmas e buscam emprego na Empresa carbonífera. Três fatores podem ter contribuído para que isso ocorresse. Um deles é a identidade política comum dos agricultores e os mineradores. Ambos eram antigetulistas e aficionados à UDN (União Democrática Nacional). O outro fator foi a possibilidade de continuar a sua produção agrícola e, ao mesmo tempo, aumentar a renda familiar e o capital com os rendimento salariais recebidos na empresa. Um terceiro fator está relacionado com a aposentadoria. Os agricultores da etnia italiana só foram trabalhar nas minas de carvão quando souberam da possibilidade de se aposentarem. Fato este, que antes não ocorria com os mineiros e mesmo com os trabalhadores rurais. Ao trabalharem na Empresa Carbonífera, os descendentes de italianos sempre exerceram as funções em que os privilégios e o salário eram maiores. No local de trabalho, a relação estigmatizante entre os mineiros e os mineiros-colonos não é tão acirrada, mas não deixa de existir.

Há, ainda, entre os jovens e crianças que estudam no Colégio, sinais visíveis de preconceitos dos que residem na sede do distrito com relação aos que vivem no meio rural.

Atualmente, as poucas famílias que optam por trabalhar na agricultura, principalmente na plantação de fumo, não sendo proprietários, têm que arrendar terras e por isso pagam - assim como os atuais proprietários pagavam para a empresa mineradora - um terço da renda líquida.

Além dessa indiferença, a atividade extrativa do carvão deixou outras seqüelas culturais, impedindo as pessoas de vislumbrarem a atividade agropecuária como alternativa de trabalho e como meio de sobrevivência. Grande parte das terras tornaram-se improdutivas pelo despejo de rejeitos piritosos, as águas dos rios e córregos tornaram-se poluídas, e a isto se soma o acidentado relevo do território do distrito.

Guatá começa a perder algumas das características originárias de sua fundação em 1967, quando da aquisição da CNMCBB (Companhia Nacional de Mineração de Carvão Barro Branco) por Sebastião Neto Campos, que faz uma reforma estrutural na empresa. A estrutura administrativa é centralizada em Lauro Müller. Com isso, o escritório local é fechado. O mesmo ocorre com o armazém do SESI, considerado pela população o que tinha o melhor preço dos gêneros de primeira necessidade.

Mesmo dependendo exclusivamente da Companhia, a população de Guatá sempre teve características culturais bastante diferentes da população residente na sede do município, em outro distrito e em outras localidades. Em Guatá, existiu o Grupo dos Sete, adepto do socialismo, que se reunia secretamente para discutir as idéias marxistas. Com o regime militar, alguns de seus membros foram submetidos a interrogatórios pela polícia federal, o que causou a dissolução do grupo.

Houve época em que Guatá chegou a ser cognominado de São Borja, como referência a cidade do Estado do Rio Grande do Sul, terra natal do ex-Presidente da República Federativa do Brasil, Getúlio Vargas, pelo grande número de simpatizantes e eleitores do seu partido, o PTB (Partido Trabalhista Brasileiro). Com a ditadura militar, Guatá passa a ser um reduto do MDB (Movimento Democrático Brasileiro) e, atualmente, a maioria dos eleitores são simpatizantes do PMDB (Partido do Movimento Democrático Brasileiro). O perfil político oportunizou a formação de um outro estigma por parte da população de outras localidades: *Guatá é terra de ignorantes, pois a maioria é do MDB.*

Guatá também difere de outras comunidades até nos nomes das ruas. Na cidade de Lauro Müller, no Distrito de Barro Branco e em outras vilas o nome das ruas homenageia pessoas ligadas às empresas que exploraram o carvão, enquanto em Guatá não tiveram essa preocupação. Vejamos algumas delas: Chapecó, Timbó, Arataú, Juquinha, Novo Horizonte e outras.

Mesmo que essas diferenças sejam adversas às convicções da CNMCBB, a gente guataense é enaltecida por um ex-diretor da empresa, em depoimento para o pesquisador:

> *O pessoal do Guatá era diferente, eles tentaram quebrar algumas dependências da companhia. Quando vinham solicitar alguma coisa, sempre ofereciam algo em troca. Eles tinham uma contrapartida. Isso não era característica das pessoas de outras comunidades.*

Com a chamada crise do carvão, ocorrida a partir do governo Collor (1991), as minas foram sendo desativadas e abandonadas pelos proprietários que tinham a concessão do governo para a sua exploração. A CNMCBB é adquirida e incorporada à Companhia Carbonífera Catarinense, do Grupo Barata, de Criciúma. Hoje não há mais exploração do carvão no subsolo, o pouco que ainda existe dessa atividade é feito em locais onde foram depositados os rejeitos em outros tempos. A grande maioria da população vive de salário oriundo da aposentadoria e de trabalho nas fábricas localizadas em outros municípios.

Os costumes e o lazer também foram abalados. Outrora, os homens e os jovens se reuniam diariamente à noite, nos bares, nos clubes, na sede do clube de futebol e nos botequins. Hoje os locais de lazer ou não existem mais ou estão completamente vazios, com raras exceções, aos sábados. Do clube da "elite" e daquele freqüentado somente pelos mineiros só existem os prédios; seus quadros sociais desapareceram. Mantém-se como opção de lazer no gênero o clube que, em sua fundação, previa estatutariamente a admissão de pessoas da raça negra como associadas. A situação é muito mais decadente quando se refere ao esporte e ao cinema que, no passado, propiciaram momentos de lazer e cultura. O Esporte Clube Guatá existe como equipe amadora, mas sua participação em campeonatos da região é discreta. Do Cine Guatá resta apenas o seu prédio em estado de ruína.

A crise do carvão e o conseqüente término das atividades extrativas criam um vazio sociocultural e econômico na comunidade. Hoje, ela busca uma nova identidade com muito dificuldade face aos elementos culturais e econômicos pouco impulsionadores, remanescentes da dependência da atividade extrativa do carvão.

Contudo, o sonho ainda não acabou. Muitas pessoas vivem da expectativa de que a situação atual seja apenas mais um momento de crise como tantos outros que ocorreram no passado. Ao buscarem empregos, como operários das mais diversas indústrias, em outros municípios, vão sempre com a esperança de que logo retornarão para trabalhar nas minas, porque a crise passará.

Outra expectativa é de que alguém totalmente desconhecido apareça, de repente, e, ao perceber a beleza natural da Serra do Rio do Rastro, instale no distrito qualquer tipo de indústria. A expectativa do acaso é uma forte manifestação de que a riqueza gerada no processo extrativo do carvão não ficou ali, mas concentrada nas mãos dos proprietários da Empresa que a aplicaram em outros centros.

São essas expectativas que continuam alimentando as pessoas nos momentos de tentativas frustradas. Uma delas foi o movimento de emancipação política desencadeado na administração municipal anterior, em que o prefeito era natural do distrito. A emancipação era vista como uma saída para criar algumas oportunidades de emprego, como funcionários públicos municipais. Além disso, o novo município receberia algumas verbas federais, oriundas do Fundo de Participação dos Municípios, que poderiam ser aplicadas em benefício exclusivo da sua população. Entretanto, o processo não alcançou as conclusões dos seus trâmites legais na gestão anterior e foi vetado pelo atual prefeito.

Vale salientar que sempre tivemos a expectativa de que, subjacentes ao contexto histórico-cultural do passado e ao de transição econômica atual em que vive a população, existissem relações cotidianas que envolvem o pensamento matemático. O estudo dessas relações poderia subsidiar o processo de ensino do conhecimento matemático aos alunos que freqüentam o colégio, pertencente à Rede Estadual de Ensino, que existe na comunidade.

Outra expectativa foi que, após o desenvolvimento da pesquisa, pudéssemos apontar caminhos para o ensino da Matemática em comunidades com peculiaridades similares a esta onde o trabalho foi realizado. Além disso, apontar alternativas metodológicas para o processo ensino-aprendizagem, fundamentadas na abordagem histórico-cultural, como também subsídios para repensar o currículo de matemática no ensino fundamental.

O conjunto de expectativas dos sujeitos sociais desenvolvidas no processo histórico de Guatá e as expectativas pessoais do pesquisador se identificaram. A identificação constituiu-se em fonte inspiradora para a reflexão do processo de formação de conceitos e de uma identidade matemática daquela comunidade. As redes de poder e as relações de dominação e dependência impostas pelo poder econômico-político, na certa, foram as estimuladoras de pensamentos e concepções das pessoas que lá se estabeleceram, as quais se constituíram em elementos significativos para análise e reflexão no presente estudo.

Guatá em 1947

CAPÍTULO 3

A TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL

Como mencionado anteriormente, nosso olhar para os conceitos matemáticos da comunidade onde realizamos a pesquisa tem por base a abordagem histórico-cultural. Este referencial tem em L. S. Vygotski o seu principal expoente, mas com sua morte precoce aos trinta e seis anos de idade, em 1934, sua teoria foi sendo sistematizada e rediscutida por seus seguidores como R. A. Lúria, Alexey N. Leontiev, V. V. Davidov, Piotr Ya. Galperin, D. B. Elkonin, Kalmukova, Krutestski, N. F. Talízina e por muitos pesquisadores de todas as partes do mundo.

A teoria histórico-cultural tenta explicar as mudanças qualitativas das formas especificamente humanas de vida social. Busca a gênese das mediações que tornaram possíveis as novas formas de existência e o processo de relações para o seu devir. O ponto de partida da sua investigação histórica para a compreensão da vinculação entre passado e presente é a vida cotidiana, o conhecimento cotidiano, as práticas sociais e as funções rudimentares.

O conhecimento matemático, interpretado à luz da teoria histórico-cultural, deixa de ser uma qualidade interna do espírito humano, como advogam os idealistas, bem como uma relação de causa e efeito, como afirmam as teorias mecanicistas. Nessa concepção, o conhecimento matemático é uma forma de refletir a realidade, o qual foi sendo construído ao longo do desenvolvimento sócio-histórico. Esta leitura abre as possibilidades para a análise histórico-científica do processo de construção e da apropriação dos conceitos matemáticos no contexto sociocultural.

Na abordagem histórico-cultural de Matemática, a palavra "social" adquire grande importância. Ela não significa apenas as relações imediatas e evidentes estabelecidas por um grupo de pessoas, tais como a de amizade, lazer, vizinhança e outras. Social significa as múltiplas relações que, implícita ou explicitamente, são estabelecidas e se manifestam na cotidianidade do homem. Vygotski (1995:151) considera que a palavra "social" tem seu sentido amplo, pois considera que *"todo cultural é social. Por sua vez, a cultura é produzida na vida e na atividade social do ser humano."* Para ele, os próprios mecanismos subjacentes às funções psicológicas superiores e à formação de conceitos, entre eles os conceitos matemáticos, têm uma natureza *"social"*.

O ser humano, com seu aparato biológico estabelecendo limites e possibilidades para o seu processo psicológico, interage com o mundo real e, ao mesmo tempo, com as formas de organização desse real, estabelecidas pela cultura ao longo da história da humanidade. No processo interativo, todos os elementos se transformam permanentemente. Daí, pode-se inferir que a educação, para Vygotski, como processo cultural-social, tem sempre uma intenção, isto é, politizada. Com isso, contrapõe-se as concepções de cunho internalista que advogam a neutralidade política do processo educativo.

A dinamicidade dessas relações traz evidência de que a formação de um conceito matemático não tem apenas um caráter internalista, mas forçosamente passa por uma etapa externa. O externo, aqui, quer dizer que é social. Vygotski (1995:150), ao formular a lei genética geral do desenvolvimento cultural, que vale também para a formação dos conceitos, diz que *"toda a função desse desenvolvimento aparece em cena duas vezes, em dois planos; primeiro no plano social e depois no plano psicológico, a princípio entre os homens como categoria interpsíquica e logo depois no interior do ser humano como categoria intrapsíquica".*

Sendo assim, qualquer função psíquica superior está presente primeiramente entre os homens, no contexto social, para depois se transformar em função da individualidade de cada um, ou seja, em função da consciência individual.

Traduzindo isso para a Matemática e seu ensino, muda o paradigma, convencionalmente concebido no meio escolar, de deduzir o social do comportamento matemático individual. Com o novo paradigma, todas as atividades pedagógicas e de pesquisa, em Educação Matemática, procuram estudar como as relações matemáticas presentes no coletivo são apropriadas pelos alunos. Dito de outro modo, o novo paradigma tenta responder à questão: Como o aluno se apropria do conhecimento matemático - dos conceitos que são de domínio social - produzidos coletivamente ao longo da história?

A aceitação do referido paradigma exige, antes de tudo, o olhar para a Matemática como uma ciência produzida por homens nas suas relações sociais de produção, sofrendo determinações de diversas ordens e, por isso, passível de certezas e incertezas.

Como diz Caraça (1984:XVI): "*Os fundamentos da Matemática mergulham tanto como os de outro qualquer ramo da Ciência, na vida real*". A articulação da Matemática com a vida real sugere indicadores para a prática pedagógica escolar e para a prática de pesquisa. Um deles, segundo Duarte (1987:13), é a análise "*de como se dá a relação entre a lógica do conhecimento matemático e a história do seu desenvolvimento*".

A dimensão educativa presente historicamente no desenvolvimento matemático também sugere, segundo Moura (1992:14), a valorização *dos elementos éticos e sócio-culturais da Matemática no seu ensino.* É assim que 5 + 1 = 6 pode significar uma abstração desligada de situação especifica de contexto, como também a junção de quantidades de tijolos, de reais, dólares e outros. O convívio diário dos indivíduos humanos faz com que essas formas culturais sejam internalizadas, caracterizando assim um autêntico processo de aprendizagem e, conseqüentemente, segundo Vygotski (1993 e 1995), de desenvolvimento. Além disso, as formas culturais podem constituir-se em material simbólico, mediador da relação entre sujeito e objeto do conhecimento matemático.

Daí surge a necessidade do conhecimento, por parte de educadores e pesquisadores, das diversas manifestações culturais da sociedade ou comunidade onde o aluno vive. Conforme a teoria histórico-cultural, a estrutura dos processos mentais humanos está intimamente ligada tanto aos meios quanto aos métodos sócio-históricos que se formam e se transmitem no processo de trabalho cooperativo e de interação social.

Os colaboradores de Vygotski como Lúria, Leontiev, Rubinstein e outros, com base nos pressupostos histórico-culturais, continuaram as pesquisas sobre o desenvolvimento das funções psicológicas superiores. Lúria (1978, 1987) supunha que experiências sociais diferentes proporcionam um conhecimento distinto e estimulam tipos diferentes de processos mentais. Leontiev (1978), por sua vez, diz que isso só é possível pela atividade laborial do homem. Desenvolveu a *teoria da atividade* com base no paradigma da produção material à luz da interpretação marxista, resgatando, em especial, o papel do trabalho na formação da consciência.

Para ele, o processo de trabalho é o que define a diferença entre o homem e os animais. É ele que une o homem e a natureza por uma relação dialética de ação e transformação mútua. O trabalho é o criador da cultura, da história humana, das mediações culturais que se constituem num fato universal específico da espécie humana. São por essas mediações que se desenvolvem as atividades coletivas e, conseqüentemente, as relações sociais, bem como a criação e o emprego de instrumentos, em especial a construção da linguagem. Isto significa dizer que os artefatos culturais são ao mesmo tempo materiais e conceituais, ou seja, são manifestações físicas e de idéias. Dessa forma, só os seres humanos têm a capacidade de materializar ou de cristalizar as suas idéias e experiências em objetos - instrumentos.

Portanto, para Leontiev (l978:74), "*o trabalho é, desde a sua origem, um processo mediatizado simultaneamente pelo instrumento (em sentido lato) e pela sociedade*".

A teoria da atividade de Leontiev (1978, 1978a) é um desdobramento dos pressupostos básicos de Vygotski, de que o ser humano é capaz de se relacionar com o mundo de forma voluntária e intencional, mediada por instrumentos, para atingir determinados fins. A atividade emerge da relação do homem com o mundo e sua estrutura é criada pelas condições sociais e as relações humanas delas decorrentes. A atividade se dá sempre num contexto de trabalho quer físico ou intelectual, ocorrendo, assim, num sistema de relações sociais e de vida social.

De acordo com Leontiev (1978:268), no processo de apropriação dos objetos ou fenômenos produzidos no desenvolvimento histórico "*é necessário desenvolver em relação a eles uma atividade que reproduza, pela sua forma, os traços essenciais da atividade encarnada, acumulada no objeto.*"

Assim, toda atividade humana, segundo Leontiev, tem como qualidade especial e peculiar o fato de ser sempre "social". Como tal, é realizada sob determinadas condições, resultantes das relações que os homens estabelecem entre si ao longo da história. Isso significa dizer que a atividade humana é sempre histórica. É, pois, pela atividade que os indivíduos estabelecem relações sociais com a realidade, com os outros indivíduos e consigo mesmos. A qualidade de ser social explica a estrutura comum tanto da atividade externa como da atividade interna. A atividade é determinada por *motivos* e por *fins* a serem alcançados. Supõe a integração de determinadas *ações* que são compostas por *operações*. Dito de uma outra forma, a atividade humana se caracteriza por motivo, fim e meta que, por sua vez, são relacionados aos objetivos, procedimentos, objetos, ações, operações, sentido e significações.

Para Leontiev, os motivos e os objetos da atividade do homem são determinados pela divisão do trabalho na sociedade. Por isso, seus componentes formam um todo indissociável e interdependente. O gerador da atividade é o motivo. Portanto, a atividade só existe porque existe um motivo. Este, por sua vez, se exprime nos fins. O motivo, a que Leontiev se refere, não designa o sentimento de uma necessidade, mas *"aquilo em que a necessidade se concretiza de objetivo nas condições consideradas e para as quais a atividade se orienta, o que a estimula"* (1978:97). Subjacente a um motivo, há sempre uma necessidade. Ao se desprezar as necessidades do homem e os incentivos que o impulsionam à ação, impossibilita-se o entendimento dos seus avanços de um estágio para o outro. Como diz Vygotski (1988:10): *"Todo avanço está conectado com uma mudança acentuada nas motivações, tendências e incentivos".*

O fim mantém uma relação determinada com o motivo. A formação de um fim, conforme Leontiev, é bastante complexa. O fim não se inventa e nem é planejado arbitrariamente. Ele surge de condições objetivas. Aspecto importante nesse processo é a concretização e delimitação das condições para que ele seja atingido. A delimitação é a tomada de consciência de um fim, não é um ato isolado produzido automaticamente num determinado momento. Pelo contrário, *é "um processo bastante prolongado de aprovação dos fins pela ação e de seu objetivo".*(1978:85)

O conceito de fim está ligado ao conceito de ação. Esta nasce da separação do objeto da atividade e do seu motivo. A ação está orientada para um fim. Sua gênese está nas relações de intercâmbio de atividades. Toda atividade humana é consciente e, como tal, pode ser decomposta em ação. A decomposição é produzida no desenvolvimento das relações estabelecidas entre os homens. A ação é uma unidade da atividade humana, dirigida por um fim consciente. Ela não é um ato em si, mas um processo da atividade em que o motivo não coincide com o fim. Dito de outra forma, as ações são processos executores da atividade que são impulsionados por seu motivo e orientados para um fim; por isso, se dá nas relações sociais. Como tal, conforme Vygotski, têm a linguagem e outros sistemas de signos como elementos constitutivos e mediadores.

Leontiev (1978a:82) denomina ação "*o processo subordinado à representação que se tem do resultado a ser atingindo, isto é, ao processo subordinado a um fim consciente.*" A composição operacional da ação e a composição operacional da atividade são análogas. A distinção está no objeto de cada uma, o que possibilita a transformação de uma em outra. É essa transformação, segundo Leontiev, que vai originar novos motivos. Assim, por exemplo, um aluno necessita estudar matemática para um concurso que irá prestar, começa a selecionar os livros que contém o conteúdo programático que lhe interessa. Selecionar os livros é uma ação. O objeto dessa ação são os livros. O objetivo é encontrar os livros. Neste caso nem o objeto e nem o objetivo coincidem com o motivo que é a necessidade de estudar para o concurso. Assim, selecionar o livro caracteriza-se como uma ação, pois o motivo não foi estabelecido pela mesma, mas pela atividade da qual ela faz parte. Entretanto, se o objetivo do aluno fosse selecionar os livros por assunto para melhor organizar sua biblioteca, o ato de selecionar os livros conduziria a um resultado coincidente com o motivo, isto é, com a necessidade. A seleção de livros, no caso, é uma atividade.

Cada ação é composta por operações. A operação é o modo de execução da ação e está correlacionada com as condições, meios e procedimentos. Ela é indispensável à ação, porém, não há uma identificação entre elas. A realização de uma ação pode ser efetivada por diferentes operações. Em contrapartida, uma mesma operação pode realizar diferentes ações. Essa dinamicidade ocorre devido à origem do elemento que a impulsiona, qual seja: a ação é determinada pelo fim e a operação pelas condições em que é dado este fim. Assim, se temos como fim memorizar a fórmula matemática de Baskara, a nossa ação será memorizá-la ativamente. Dependendo das circunstâncias e dos meios disponíveis, fazemos de maneira diferente. Se dispusermos de lápis e papel podemos copiar a fórmula várias vezes; entretanto, em outras condições, seria mais fácil repeti-la interiormente. Em ambos os casos, a ação é a mesma – a memorização – mas a forma de executá-la, ou seja, as operações de memorização são diferentes.

Uma ação pode se transformar em uma operação. Isso ocorre quando é dado um novo fim em que a ação considerada passe a ser o meio para a execução de uma nova ação. Leontiev (1978:306), explica muito bem a referida transformação recorrendo à aritmética:

> *"A adição pode ser uma ação ou uma operação. Com efeito, a criança aprende primeiro a adição como uma ação determinada, em que o meio, isto é, a operação, é a adjunção unidade por unidade. Depois tem de resolver problemas cujas condições exigem que se efetue a adição de grandezas ("para saber tal coisa, deve-se adicionar tais ou tais grandezas"). Neste caso, a ação mental da criança já não é a adição, mas a resolução do problema; a adição torna-se então em operação e deve, portanto, tomar a forma de uma prática suficientemente elaborada e automatizada."*

Observa-se no exemplo que o fim da primeira ação (a adição em si) transformou-se em uma condição de ação para atingir o novo fim (a resolução de problema). O deslocamento de um fim para uma condição é que caracteriza a transformação de uma ação em operação.

A relação entre ação e operação, segundo Leontiev, é válida tanto para as operações mentais e a sua fixação sob a forma de hábitos, exemplificado anteriormente, como para as operações motoras.

O conceito de atividade está ligado a outras duas categorias conceituais: *sentido* e *significação.* Embora sejam conceitos distintos, mesmo assim estão intrinsecamente ligados por uma relação inversa. O *sentido* se exprime nas significações e não o contrário. O sentido é uma relação que surge na atividade cotidiana do sujeito, traduzindo a relação do motivo ao fim. Todo sentido é sentido de algo, isto é, de manifestações humanas. Desta forma, não há sentido em si mesmo, puro. O sentido particular depende do motivo impulsionador da atividade realizada numa determinada ação. Enfim, o sentido pessoal depende do motivo. O surgimento do motivo cria a disposição para a ação.

As *significações* existem nas relações dos sujeitos humanos concretos. Elas são elaboradas historicamente e o homem se apropria delas como se apropria de um instrumento. A significação representa a forma pela qual um homem absorve as experiências produzidas historicamente pela humanidade. Ela pertence, pois, ao mundo dos fenômenos objetivos históricos. Leontiev (1978:94) define a significação como sendo "*aquilo que num objeto ou fenômeno se descobre num sistema de ligações, de interações e de relações. É refletida e fixada na linguagem, o que lhe confere a sua estabilidade*".

A realidade se apresenta ao homem de maneira particular na sua significação, elaborada na prática social e veiculada pela linguagem. Vygotski diz que o homem não se apropria da realidade propriamente dita, mas da sua significação. Ela mediatiza o reflexo do mundo pelo homem, à medida em que ele vai tomando consciência deste. Pode-se dizer então que a função mediadora da significação se manifesta no momento em que o homem absorve o reflexo do mundo, valendo-se da experiência da prática social. Leontiev (1978a:214) também enfatiza que as significações são elaboradas historicamente e representam a reflexão da realidade. É fixada como significado lingüístico, conceito, norma, técnica, conhecimento.

A diferença básica entre sentido e significação pode ser destacada da seguinte forma: o sentido, embora social, tem uma conotação mais pessoal, enquanto a significação é codificada social e culturalmente.

Todos os processos que constituem a estrutura da atividade, até agora mencionados, são válidos tanto para a atividade humana externa quanto para a interna, bem como para a atividade prática e a atividade teórica.

Para elucidar os vários componentes do conceito de atividade, de forma mais simples, apresentaremos com uma situação cotidiana, envolvendo a atividade de estudo da Matemática.

Imaginemos um aluno da 8ª série do ensino fundamental, envolvido com o estudo da equação do 2º grau. Nessa atividade, o *fim* consciente ou objeto da ação é apropriar-se do conteúdo em foco, ou seja, as várias relações que envolvem a equação do 2º grau. As significações são as relações que o homem sistematizou historicamente, isto é, a definição, a linguagem específica, os procedimentos lógicos para a resolução das equações, as aplicações práticas. Enfim, o conhecimento matemático acerca das equações de 2º grau. O sentido pessoal, no caso do aluno, depende do motivo, ou seja, o que gerou a atividade. Se o aluno tem como motivo cumprir a formalidade de um bom desempenho numa determinada prova (instrumento de avaliação da aprendizagem) com vistas à aprovação para a série seguinte, o sentido é um. Agora, se o motivo é a apropriação desse conhecimento para uma melhor leitura do mundo e para a sua utilização no mundo do trabalho, o sentido é outro. Os dois motivos, entretanto, estão determinados pelo desenvolvimento das relações que o aluno tem com o mundo que, por sua vez, estão ligadas às condições históricas e objetivas da vida, do contexto sociocultural onde o sujeito interage.

A ação da atividade, determinada pelo fim, é o estudo do conteúdo. As operações são os modos de execução da ação que o aluno desenvolverá para apropriar-se do conteúdo. Ele poderá fazer leitura de textos referentes ao tema, resolver várias equações, solicitar explicações ao professor ou aos colegas.

Ressalta-se que a atividade, na abordagem histórico-cultural, se caracteriza como sendo consciente (não adaptativa) e mediada, pelo fato de ser dirigida por fins e motivos; envolve ação e, conseqüentemente, um planejamento de operações. Acima de tudo, tem como pressuposto básico que a estrutura, acima explicitada, só existe pelo fato de ela ter sido construída pelas condições sociais e nas relações humanas delas decorrentes.

Para a abordagem histórico-cultural, é central o papel desempenhado pelos conceitos no desenvolvimento das funções psicológicas superiores. Estes propiciaram a formulação do postulado fundamental: as funções psicológicas superiores são *culturalmente mediadas, historicamente desenvolvidas e emergem da atividade prática.*

Segundo Vygotski, as mediações vivenciadas pelos alunos dentro e fora da escola, decorrentes da atividade humana, favorecem o processo de apropriação de duas categorias de conceitos: os *cotidianos* e os *científicos*. Para o autor (1993:121), o conceito está sempre vinculado a uma determinada tarefa ou a uma necessidade do pensamento, com a compreensão ou a comunicação, com a execução de uma tarefa e com a educação escolar.

Vygotski (1993) distinguia de forma evidente os conceitos cotidianos dos conceitos científicos. Os primeiros surgem na convivência diária e nas reflexões da criança ou do adulto sobre experiências imediatas e comuns da vida diária e se materializam nas relações e interações socioculturais. São categorias ontológicas, intuitivas e próprias de cada indivíduo, desenvolvidas sem necessidade de escolarização formal. Por isso, são conceitos assistemáticos, envoltos de situações contextualizadas, cujas relações são orientadas pelas semelhanças concretas e por generalizações isoladas. Esses conceitos refletem uma sistematização simples daquilo que é perceptível. Tal sistematização não implica em definição verbal e em generalizações abstratas.

Por sua vez, os *conceitos científicos* são sistemas de relações estabelecidas entre objetos já definidos pelas teorias formais, sendo formulados historicamente pela cultura e não pelo indivíduo em si. São apropriados pelas pessoas, por meio de atividades planejadas em situação escolar. Têm como uma das características fundamentais um alto nível de sistematização, de hierarquização e logicidade, expressados em princípios, leis e teorias. Vygotski via o desenvolvimento dos conceitos científicos como ligado às interações professor/aluno ocorridas durante o processo ensino-aprendizagem escolar.

Os conceitos científicos são apropriados intencionalmente; por isso, a relação entre sujeito e objeto do conhecimento é consciente e dotada de voluntariedade. Tais conceitos criam condições para que o homem realize suas atividades mentais com independência do contexto concreto, isto é, eles derivam de relações agora já deslocadas da realidade para o plano mental. A formação de conceitos científicos é dirigida pela explicitação verbal de relações estruturais e regularidades entre o fenômenos. Isto evidencia uma outra característica do pensamento científico: a reflexividade. A reflexão, processo de análise e síntese, exige a atenção de quem está se apropriando do conhecimento para abstrair deste determinados traços, sintetizá-los e chegar ao nível de simbolização por meio dos signos.

A formação dos dois tipos de conceitos, cotidianos e científicos, segue caminhos opostos. Segundo Vygotski, os dois tipos de conceitos se diferenciam tanto nos caminhos seguidos ao longo do seu desenvolvimento, quanto na sua dinâmica. Mesmo assim, no seu desenvolvimento, os dois processos se acham inter-relacionados.

De acordo com Vygotski, (1993:253) o conceito cotidiano:

> *cria uma série de estruturas necessárias para que surjam as propriedades inferiores e elementares dos conceitos. Por sua vez, o conceito científico, depois de ter percorrido de cima para baixo certo fragmento de seu caminho, abre espaço para o desenvolvimento dos conceitos cotidianos, preparando de antemão uma série de formações estruturais necessárias para dominar as propriedades superiores do conceito.*

Não existe, pois, uma dependência direta entre os dois tipos de conceitos. O que existe entre ambos é uma relação de movimento, uma unidade dialética. Os conceitos cotidianos se desenvolvem de forma ascendente, de baixo para cima, em direção aos conceitos científicos. Estes, por sua vez, se desenvolvem de forma descendente, de cima para baixo, em direção aos conceitos cotidianos.

Nas palavras de Vygotski (1993:252):

> *o conceito cotidiano se desenvolve de baixo para cima em direção a propriedades superiores a partir de outras mais elementares e inferiores e os conceitos científicos se desenvolvem de cima para baixo, a partir de propriedades mais complexas e superiores em direção a outras mais elementares e inferiores.*

O conceito científico só descende se o sujeito, que o apropria, recorre a ele para explicar de forma consciente o real da vida cotidiana. Entretanto, o caráter consciente do conceito científico não é garantido pela mera indicação de suas características essenciais tais como seus atributos e sua definição. É preciso que os sujeitos as apliquem nas soluções de problemas que as exigem. Só assim, os conceitos científicos cumprirão com um dos seus papéis que é colocar em cheque as limitações e as fragilidades do conceito cotidiano.

Esses pressupostos vygotskianos têm implicações importantes para o processo ensino-aprendizagem. Uma delas é o fato de que o ponto de partida para a aprendizagem dos conceitos científicos é o conceito cotidiano. Isto significa dizer que não há necessidade de o professor propor atividade pedagógica com ênfase nos conceitos cotidianos, pois destes os alunos já se apropriaram em situações informais. Neste sentido, as atividades devem estar voltadas para detectar as significações que os alunos possuem dos conceitos cotidianos correspondentes ao conceito científico em processo de apropriação. Conforme Vygotski (1993:252): "*O desenvolvimento dos conceitos científicos tem início justamente no que ainda permanece sem desenvolver nos conceitos cotidianos.*"

Em seu desenvolvimento, o conceito cotidiano deve atingir um nível tal, que o sujeito possa tomar consciência do conceito científico correlato e perceber as restrições daquele. Por sua vez, os conceitos científicos subsidiam a formação de novos conceitos cotidianos.

Mas Vygotski chama a atenção para o fato de que os conceitos cotidianos são apenas ponto de partida, isto é, a tomada de consciência de sua existência, numa situação escolar de aprendizagem dos conceitos científicos, pois estes não surgem suave e diretamente daqueles. O trabalho para o desenvolvimento dos conceitos científicos deve começar por procedimentos analíticos, pela sua definição verbal, por evidências de atributos e idéias essenciais subjacentes a eles e pelas suas aplicações às variedades de objetos e situações da realidade.

Tanto um conceito quanto outro apresentam debilidades. Os estudos realizados por Vygotski (1993:183) apontaram que a debilidade dos conceitos cotidianos se manifesta na "*incapacidade para a abstração e no modo arbitrário de operar com eles*". Os conceitos científicos têm sua maior debilidade no perigo de cair no verbalismo utilizado apenas em algumas situações escolares. É comum os alunos não saberem, por exemplo, aplicar conceitos matemáticos aprendidos em aula em situações-problema que não fazem parte do programa escolar. Por outro lado, o ponto forte dos conceitos científicos se manifesta nos aspectos que os caracterizam como peculiaridades marcantes, que são o caráter consciente e a voluntariedade, isto é, a independência de contextos empíricos. Textualmente, Vygotski (1993:254) diz: "*... a força dos conceitos científicos se manifesta em uma esfera que está por completo determinada pelas propriedades superiores dos conceitos: o caráter consciente e a voluntariedade.*"

Os conceitos científicos e cotidianos fazem leituras diferentes de mundo. De posse apenas dos conceitos cotidianos, o homem vê somente a realidade estática e imediata. Com a apropriação dos conceitos científicos, o homem desvela o mundo, percebe a dinamicidade das realizações humanas, dimensionando-a tanto retrospectiva como prospectivamente. Visualiza historicamente o movimento intrínseco que existe na natureza e na sociedade.

A apropriação de um conceito científico na escola é sempre mediada por algum outro conceito, cuja apropriação se deu anteriormente. Dessa forma, um conceito científico nunca está isolado, mas situado dentro de um sistema de conceitos. Tal sistema é constituído tanto por outros conceitos científicos como por conceitos cotidianos. Um conceito mediador entre o conceito científico e seu objeto cria uma série de relações conceituais que acabam por transformar a ele próprio. Assim, segundo Vygotski (1993:259) *"o conceito cotidiano, ao situar-se entre o conceito científico e seu objeto, adquire toda uma série de relações novas com outros conceitos e se modifica ele mesmo em sua relação com o objeto."* O sistema conceitual se constitui no desenvolvimento do conceito científico, exercendo uma ação transformadora nos conceitos cotidianos. Dessa forma, um conceito científico está sempre mediatizado por outros conceitos em função *de um sistema hierárquico interno de inter-relações*.

A presença de um sistema no conceito científico é, segundo Vygotski, o aspecto fundamental para distingui-lo do conceito cotidiano. Um outro critério de distinção é o fato dos conceitos científicos serem apropriados em situação escolar e, por sua vez, os conceitos cotidianos serem apropriados pelas experiências cotidianas informais.

Davýdov, um estudioso russo contemporâneo da abordagem histórico-cultural, considera inadequados os critérios de Vygotski para distinguir os dois tipos de conceitos por se apoiarem somente na fonte de aquisição dos mesmos. Davýdov (1982:225-226) diz que o fator principal a ser considerado na distinção entre os conceitos deve ser o seu conteúdo. Para ele, o conteúdo do conceito científico é teórico, enquanto o conteúdo do conceito cotidiano é empírico.

A inter-relação entre conceitos científicos e conceitos cotidianos, conforme Vygotski (1996:80), é um caso particular da relação mais ampla entre aprendizagem e desenvolvimento. A esse respeito, sua teoria contraria as existentes em seu tempo. Para ele, o desenvolvimento não segue em direção à socialização, mas busca converter as relações sociais em funções mentais, por meio da interiorização daquelas. Existe uma influência recíproca da aprendizagem no desenvolvimento mental. A aprendizagem só tem um valor se estiver à frente e iluminar o desenvolvimento intelectual do aluno. Entretanto, o desenvolvimento não está subordinado somente a um programa de ensino e a seu cumprimento nos meios escolares. Ambos os processos são de certo modo incomensuráveis. Vygotski exemplifica muito bem isso quando diz que na escola não se ensina o sistema decimal, mas sim uma série de conteúdos tais como: escrever os números, adicionar, multiplicar e resolver problemas. O resultado desse conjunto de situações matemáticas é que desenvolverá o conceito de sistema decimal. Resumindo, ele diz "*que no momento de apropriação de uma operação aritmética ou de um conceito científico, o desenvolvimento dessa operação e desse conceito não finaliza, mas só começa".*(1993:236).

Assim sendo, o ritmo do desenvolvimento é diferente daquele empreendido pela aprendizagem. Os processos são distintos, mas existem entre eles relações mútuas muito complexas. Ao estudar a dinamicidade do processo de apropriação dos conceitos científicos e cotidianos, da relação entre aprendizagem escolar e desenvolvimento, Vygotski formulou um novo conceito, qual seja: *o conceito de zona de desenvolvimento proximal.* A formulação desse conceito é resultante de sua análise do desenvolvimento humano nas interações dos indivíduos com os outros em processo de aprendizagem.

Vygotski (1993:239) deu a seguinte explicação para a zona de desenvolvimento proximal:

> *As divergências entre a idade mental e o nível de desenvolvimento real que se determina com ajuda das tarefas resolvidas de forma independente, e o nível que alcança a criança ao resolver as tarefas, não por sua conta, mas em colaboração, é o que determina a zona de desenvolvimento proximal.*

A zona de desenvolvimento proximal delimita o campo das graduações e das possibilidades do aluno numa situação de ensino-aprendizagem, inclui os aspectos normativos do desenvolvimento. Por isso, é determinante no que se refere à aprendizagem e desenvolvimento.

As investigações de Vygotski mostram que as funções de dependência que estão em determinado estado na zona de desenvolvimento proximal, passam, num estado seguinte, a se tornar independentes. Dito de outra maneira, as atividades que o aluno realiza num determinado período, com a ajuda do professor ou de um colega, criam as condições para que, num período posterior, elas sejam realizadas apenas pelo mesmo aluno. Assim, a zona de desenvolvimento proximal é a disposição de uma pessoa para a aprendizagem, com a presença de alguém com quem estabelece interlocução. A disposição explicita a atividade da pessoa que, por sua vez, está sendo impulsionada pela vontade que manifesta, implicitamente, um motivo, um objetivo e um fim.

Vygotski sugere que a pedagogia deve ter uma visão prospectiva do desenvolvimento do aluno e da sua relação com a aprendizagem. Só assim poderá desenvolver, no processo mediado pelo ensino, as neoformações mentais em processo de constituição.

Por sua vez, o verdadeiro ensino é aquele que se constitui na zona de desenvolvimento proximal, que estimula uma série de processos internos, consolidando as funções psicológicas superiores e utilizando-as para as diferentes atividades socioculturais.

Portanto, para Vygotski, a instrução é uma dimensão altamente necessária no processo de desenvolvimento intelectual. Volta a enfatizar que o desenvolvimento não diz respeito às características naturais do homem, mas às características históricas.

No processo pedagógico, diz ele, é fundamental o papel da mediação, quer social (principalmente a semiótica como a linguagem), quer instrumental (uso de instrumento), para a internalização das trocas sociais entre professores e alunos. Em outra palavras, é a mediação que fornece ao aluno os instrumentos psicológicos que transformarão as suas funções mentais.

As duas formas de mediação são interdependentes. O professor, no momento em que ensina, busca elementos didáticos (cartazes, materiais instrucionais) para que, via linguagem, promova o diálogo que propicia a análise e a síntese próprios do processo de aprendizagem. Neste caso, o papel exercido pelo professor caracteriza a mediação social. Em qualquer atividade, o homem constrói instrumentos para estabelecer mediações. Assim, os recursos didáticos, no caso de uma situação de ensino-aprendizagem, podem se caracterizar muitas vezes como um processo de mediação instrumental.

Nesse contexto, fundamental também é o papel do professor como mediador da aprendizagem e do desenvolvimento. É na zona de desenvolvimento proximal que a mediação acontece por meio da atividade compartilhada. Daí que numa situação de ensino-aprendizagem, o princípio norteador é a possibilidade de constituir zonas de desenvolvimento proximal. O começo é a apresentação do novo, aquilo que o aluno não sabe, mas tem condições de aprender com ajuda. Isto significa dizer que as ZDPs não estão *à priori* no aluno, mas são criadas pelas mediações intencionais próprias do processo educativo escolar, bem como em situações de aprendizagens fora da escola. Como processo intencional que se constitui nas mediações e interações do ato educativo, a ZDP tem vinculações com a organização e consciência política dos sujeitos.

No processo de formação da ZDP, como processo mediatizado por sujeitos sociais, a característica fundamental e indispensável ao perfil do professor é a compleição para a cooperação, isto é, a disposição para ajudar e desenvolver mediações pedagógicas que constituam ZDPs. Vygotski (1993:242) diz que "*o ensino deve orientar-se não pelo ontem, mas pelo amanhã do desenvolvimento do aluno*". A visão prospectiva exige a disponibilidade do professor em auxiliar o aluno nas tarefas escolares que lhes são destinadas. O auxílio só se efetivará caso o professor propicie contextos interativos em que, via interlocução com os muitos outros do ambiente escolar, as relações se produzem.

De acordo com Vygotski, quem direciona o desenvolvimento é a instrução. Por sua vez, a instrução se efetiva com os conceitos científicos. A apropriação dos conceitos científicos dão subsídios para a ascensão dos cotidianos. A relação dialética, entre as duas categorias de conceitos, também define, segundo Leontiev, citado por Hedegaard (1996:342), as zonas de desenvolvimento: "*o grau em que a criança domina os conceitos cotidianos mostra seu nível presente de desenvolvimento, enquanto o grau em que adquire conceitos científicos mostra a zona de desenvolvimento proximal*". Nessa relação, os conceitos científicos funcionam também como mediadores do processo de desenvolvimento do aluno. Vygotski entende que o papel mediador dos conceitos científicos é muito importante no desenvolvimento psíquico da criança, principalmente quando tais conceitos trazem como resultado o desenvolvimento de um estágio evolutivo pelo qual ela ainda não passou.

Na dinâmica conceito científico/conceito cotidiano, aprendizagem/desenvolvimento, dois componentes são essenciais para o desenvolvimento do raciocínio matemático: o componente visual-imaginativo e o lógico-verbal. Krutesky (1991), em sua investigação com alunos considerados com pouca capacidade para a Matemática, evidencia a presença dos dois componentes da atividade intelectual. O resultado mais relevante que encontrou foi a necessidade do predomínio do aspecto lógico-verbal sobre o aspecto visual-imaginativo para um melhor desempenho dos alunos na realização das atividades matemáticas. Acrescenta: *Embora o componente lógico-verbal não determine infalivelmente a capacidade matemática, no entanto representa uma condição necessária.* (1991:84)

Lúria também pesquisou a correlação entre os componentes ativo-visuais e os lógico-verbais no emprego dos silogismos e experimentos relacionados com a definição dos conceitos. Conclui que o ensino contribui em grande medida para que ocorra a substituição das formas ativo-visuais do pensamento prático pelas formas abstratas, ou seja, lógico-verbais. Segundo Lúria (1987:116):

> *A princípio, o pensamento opera com formas "ampliadas", utiliza as operações activo-visuais que haviam dominado até o momento. Pouco a pouco se vão superando os limites anteriores e o indivíduo se familiariza com as novas formas mais desenvolvidas, de abstração e generalização.*

Dito de outro modo, com o processo de ensino e apropriação dos conceitos científicos, os indivíduos, aos poucos, vão trocando o componente visual-imaginativo pelo componente lógico-verbal, sem, no entanto, superar ou desprezar aqueles de vez.

Os resultados trazem implícita uma característica fundamental dos conceitos científicos, já explicitada por Vygotski, que é a ausência da contextualização. São os conceitos científicos que dão as condições necessárias para o homem pensar com a máxima independência do contexto concreto. De acordo com Vygotski o conceito científico representa a culminância da descontextualização dos instrumentos de mediação.

No âmbito da escola histórico-cultural, evidenciam-se as preocupações com as relações entre os conceitos cotidianos e os científicos, a capacidade de pensar empiricamente e a capacidade de abstração. Vê-se, então, que Vygotski tenta explicar a relação entre as duas categorias de conceito sem, no entanto, dicotomizá-los. Deixa bem claro o papel da escola voltado ao ensino dos conceitos científicos. Entretanto, num olhar histórico para o ensino da Matemática, percebe-se a dicotomia Matemática prática x Matemática erudita, presente na sociedade dividida em classes, que também se manifestam nas práticas pedagógicas.

Desde a antigüidade, sempre houve preocupações de privilégios a respeito da socialização do conhecimento matemático. O interessante era que os trabalhadores manuais se apropriassem apenas dos rudimentos da Matemática prática, em especial o cálculo. Os conhecimentos eruditos, conceitos científicos da Matemática, eram reservados aqueles que tinham ligações mais estreitas com o poder decisório ou aos membros da classe dominante em cada período histórico.

Essa concepção esteve presente desde as origens da Matemática egípcia, romana, árabe e grega. D'Ambrósio (s.d.: 87), ao historicizar os confrontos entre a matemática teórica e a matemática prática, evidencia o pensamento de Platão a esse respeito:

> *todo estudo (cálculo, aritmética, medições, relações das órbitas planetárias) em seus mínimos detalhes não é para as massas, mas para uns poucos selecionados.* Acrescenta: *deveríamos introduzir aqueles que devem compartilhar das mais altas funções de Estado a entrar no estudo de cálculos e se agarrarem a eles.*

Na Idade Média, se manifestaram algumas tentativas de superação desta distinção, especificamente na Geometria. A aproximação da Matemática prática com a Matemática erudita está ligada ao surgimento de novas relações de trabalho: na Renascença, quando surge uma nova ordem obreira, principalmente na arquitetura e na pintura; na era industrial, por necessidade de trabalhar com maquinários e manuais de instruções. Com o restabelecimento das novas relações, o domínio dos conhecimentos matemáticos eruditos não era suficiente para os filhos da aristocracia. Também se fazia necessário o domínio do conhecimento prático para que tivessem uma preparação mais completa com a finalidade de assegurar a hegemonia social, cultural e econômica, na nova ordem.

No século XX, com a intensificação do movimento da escola pública, gratuita e laica que prometia o acesso à escolarização das pessoas de todas as classes sociais, surge a Matemática acadêmica (prática - erudita) como a ideal para ser ensinada na escola. Entretanto, implicitamente, tinha-se que, independentemente do tipo de escola que freqüentasse, *"uma boa aprendizagem em Matemática era essencial para o progresso da elite e, ao mesmo tempo, permitir a esta elite assumir um controle efetivo do setor produtivo".* (D'Ambrósio, s.d.: 89)

Atualmente, ainda se faz presente no meio educacional uma tendência que advoga o ensino de diferentes conceitos matemáticos para diferentes classes sociais. Manifestações dessa natureza encontramos no discurso de professores ao defenderem apenas o ensino das quatro operações de números naturais (adição, subtração, multiplicação e divisão), em situações práticas, para as quatro séries iniciais do ensino fundamental das escolas públicas. Outros professores questionam e defendem a eliminação de alguns conteúdos ensinados de 5ª a 8ª série, tais como: teoria dos conjuntos, multiplicação e divisão de números racionais, expressões algébricas, divisão de polinômios, equações literais, equações fracionárias e equações irracionais.

Preocupações similares são manifestadas no currículo do ensino médio das escolas públicas. As aulas de Matemática, distribuídas nos currículos onde predomina o ensino profissionalizante apenas nas duas séries iniciais, faz com que os alunos obtenham somente rudimentos de alguns conceitos matemáticos. A defesa recai, nesses cursos, para uma Matemática instrumental, utilitária, ou seja, Matemática para a vida profissional. Em contrapartida, as escolas particulares, a seu modo, propiciam aos seus alunos o contato com uma vasta gama de conceitos matemáticos.

Há também pesquisadores que argumentam em defesa da Etnomatemática (D'Ambrósio, sd,1990,1993) ou da Matemática do cotidiano (Carraher, 1988) como proposta de Educação Matemática.

Muitas pesquisas têm sido realizadas na vertente da Educação Matemática denominada Etnomatemática. O brasileiro Ubiratan D'Ambrósio foi o seu precursor e vem, desde a década de 70, teorizando o que mais recentemente chama de "*Programa Etnomatemática*" (D'Ambrósio:1993). O referido autor atenta para a necessidade de liberação dos padrões eurocêntricos como um passo necessário para as possibilidades de pesquisa e de ação pedagógica do Programa Etnomatemática. Mesmo sendo um campo recente, a Etnomatemática tem atraído pesquisadores e professores brasileiros e de diversos países. Entretanto, não há uma unanimidade entre os adeptos, no que se refere aos seus limites e possibilidades para a educação, como mostram Fiorentini (1995) e Knijnik (1996). As divergências ocorrem por parte de uma corrente, que supervaloriza o saber cotidiano e uma outra corrente que advoga aproximações do saber cotidiano e o acadêmico. Porém, é consensual a necessidade de entendimento – dentro do contexto sociocultural dos indivíduos - dos processos de pensamento e os modos de explicação, de explicitação e desempenho na sua realidade. No Brasil, diversas pesquisas empíricas têm sido realizadas; entre elas destacamos: Ferreira (1990), com grupos indígenas brasileiros; Carraher (1988), com trabalhadores em feiras; Borba (1987), com jogos e brincadeiras de crianças de favelas; Grando (1988), com madeireiros; Knijnik (1995), com os professores de assentamentos de sem terras do Rio Grande Sul.

Os referidos pesquisadores estudaram o modo pelo qual os sujeitos de um determinado grupo cultural operam determinados conteúdos matemáticos. Esboçam aproximações existentes entre o modo de operar dos sujeitos com o saber erudito. Entretanto, não tiveram a preocupação de fazer dos conceitos de domínio popular o ponto de partida, ou um elemento mediador para o ensino dos conceitos matemáticos na escola. A exceção está no trabalho de Knijnik (1995 e 1996), que vivencia um processo de educação matemática com professores de escolas dos assentamentos de sem terras, fazendo reflexões profundas sobre questões de ordem sociológica e pedagógica. Em seu estudo, a pesquisadora parte da análise dos procedimentos socioculturalmente adotados nos acampamentos dos sem terras para a "*cubação da terra*", o cálculo de área de terrenos, e "*cubação de madeira*", cálculo do volume da madeira. As "*(im)precisões*" obtidas pelos *Métodos de Cubação* dos sujeitos foram determinantes para o ensino, por parte da pesquisadora, dos conhecimentos matemáticos "acadêmicos" correspondentes. No confronto entre os dois tipos de conhecimento, os sujeitos perceberam as diferenças quantitativas dos diferentes métodos de cubação e se manifestaram pela importância de ensinar e aprender os métodos da matemática acadêmica. Entretanto, a opção não foi algo dado, mas surgido num processo de reflexão, subjacente ao qual estava a questão das relações de poder que permeiam os saberes populares e acadêmicos por estarem vinculados ao processo de subordinação e dominação constituídos no mundo social.

A abordagem histórico-cultural, por sua vez, admite a existência dos conceitos cotidianos que são apropriados espontaneamente pelos sujeitos nas relações sociais extra-escolares. No entanto, tem uma posição claramente definida ao priorizar, na escolarização, a apropriação dos conceitos científicos.

Os estudos relacionados especificamente com a Matemática, numa abordagem histórico-cultural, remontam ao próprio Vygotski. No seu estudo sobre o desenvolvimento dos conceitos científicos na idade infantil (Vygotski: 1993), faz diversas inferências sobre o pensamento aritmético e algébrico. Assim também, (Vygotski: 1995), dedica um pequeno capítulo ao desenvolvimento das operações aritméticas. Essas idéias serão evidenciadas no decorrer do nosso estudo.

Outros autores da escola russa, precursores de Vygotski, têm dado relevantes contribuições para a área da Educação Matemática. Além de Krutetski (1991), já referido anteriormente, vale destacar o trabalho de Kalmykova (1991) relacionado com a aprendizagem de resolução de problemas aritméticos. Os sujeitos de seu estudo são os professores considerados bons por desenvolverem atividades pedagógicas ricas de elementos analítico-sintéticos. Da análise da prática pedagógica dos professores, sujeitos da pesquisa, conclui que tanto a realização das operações aritméticas como a solução de problemas são similares a qualquer forma de pensamento e, por isso, implicam em processos de análise e síntese, com diversos graus de dificuldades. Tais possibilidades de análise e síntese se apresentam nas interações dos alunos e do professor, usando como elemento mediador a palavra. Embora ambas sejam formas de pensamento, as operações aritméticas e solução de problemas apresentam diferenças significativas quanto a amplitude das dificuldades de resolução. A solução de um problema requer muito mais atividade analítico-sintética do que resolver uma operação aritmética. É no trabalho de formação de conceitos para a solução de problemas que aumenta a eficácia da atividade analítico-sintética.

Kalmykova chama atenção para o efeito das palavras na atividade de análise e síntese. As palavras, diz ele, são "estímulos multiformes". Uma mesma palavra, no contexto de análise e síntese para a aprendizagem de conceitos matemáticos e resolução de problemas, pode estar ligada numa situação a uma determinada ação mental, e noutra situação, a uma ação mental diferente. O autor referido observa também que a análise e síntese não se dão isoladamente; pelo contrário, elas estão dialeticamente interligadas. Uma síntese, criadora de uma nova realidade, é sempre submetida a uma nova análise, criando assim novas relações entre fatos anteriores e aqueles em processo de síntese. Por isso,

> *as tentativas de isolar artificialmente a análise e a síntese no processo de ensino estão condenados ao fracasso. A base psicológica necessária para uma correta formação dos conceitos é uma assimilação tal que permita criar condições entre as componentes abstratas e concretas do pensamento, entre a palavra e a imagem* (1991:12).

Sugere que, para uma boa formação de conceitos matemáticos, o professor deve recorrer ao uso adequado de uma diversidade de materiais didáticos. Estes deveriam ser apresentados e usados de uma maneira tal que a experiência sensorial não seja abusiva e, além disso, ponha em destaque as características fundamentais e essenciais em detrimento das não essenciais. Para que isso ocorra, é necessária a formulação verbal de tais características, bem como a evidenciação dos traços essenciais do conceito.

Gallperin (1986), com base nos trabalhos de Vygotski, Leontiev e Rubinstein, desenvolveu a teoria do processo de formação e apropriação de conceitos por etapas, a qual tornou-se a expressão do desenvolvimento da pedagogia soviética. Para ele, o processo de internalização da atividade externa em interna trata-se de um ciclo cognoscitivo em que se destacam etapas interrelacionadas. Estas etapas são: etapa motivacional, etapa de estabelecimento do esquema da base orientadora da ação, etapa de formação da ação no plano material ou materializado, etapa de formação da ação no plano da linguagem externa e etapa mental.

Com base nessas etapas, Gallperin e Talyzina (1967), estudaram o processo de apropriação de alguns conceitos geométricos elementares, mais especificamente aqueles relacionados com retas (perpendiculares) e ângulos (adjacentes, suplementares, bissetriz). A pesquisa foi realizada com alunos que no sistema escolar brasileiro corresponde a 5ª, 6ª e 7ª séries do ensino fundamental.

Os pesquisadores concluíram que o conceito geométrico foi dominado por completo, pelos alunos, quando nos experimentos foram observadas todas as etapas. Neste caso, os sujeitos atribuem respostas corretas aos problemas que lhes são propostos, além de fazerem definições precisas. A omissão de uma etapa pode ter efeitos marcantes. Ao se omitir as primeiras etapas, isto é, aquelas que não exigem a verbalização, impossibilita-se o desenvolvimento do conceito. Uma síntese dos resultados e do próprio método é o seguinte:

> *A transmissão gradual da matéria completamente detalhada (forma "materializada" do processo de pensamento) ao "puramente verbal", e depois a etapa de "pensar em silêncio" tem o efeito de que o conteúdo e a lógica do processo de pensamento, em todas as formas , se fazem compreensíveis e acessíveis às crianças.* (Gallperin e Talyzina: 1967: 300).

Os autores enfatizam que o emprego desse método tem feito com que os alunos, até então desinteressados nas aulas de matemática, passaram a ter um envolvimento ativo nas atividades propostas. O método de Gallperin se constitui em suporte teórico para aqueles educadores que buscam uma transformação de categorias pedagógicas da organização do processo ensino-aprendizagem.

Davýdov, um dos contemporâneos da abordagem histórico-cultural da escola russa, tem defendido enfaticamente a idéia de que o objetivo do ensino escolar deveria ser o desenvolvimento do pensamento teórico em detrimento do pensamento empírico. Para ele, o pensamento empírico tem sua importância na vida cotidiana, porém aparece "obstaculizando o caminho" quando se pretende que o aluno entenda bem o conhecimento teórico (Davýdov, 1998:147).

Neste sentido, é imprescindível a tarefa dos educadores no planejamento de atividades de aprendizagem que permitam ao aluno chegar ao raciocínio teórico. Tais atividades deveriam orientar o aluno para a apropriação das relações mais gerais das características de um determinado conceito matemático escolar e, aos poucos, conduzisse para as suas manifestações concretas. Em outras palavras, a atividade de ensino deve orientar o aluno partindo da abstração para o concreto. Davýdov (1982), explica que uma questão essencial é justamente a apropriação, por parte dos alunos, da relação fundamental que caracteriza o conceito em estudo. Ao ser apropriada, essa relação se transforma em simbólico, convertendo-se em uma *abstração com conteúdo*. A exploração dos vínculos entre a abstração e as manifestações empíricas do fenômeno em estudo deve ser de uma maneira tal que o aluno estabeleça vínculos entre a abstração original e abstração de segunda ordem. Aos poucos, a abstração original vai se constituindo em verdadeiros conceitos. Com isso, os alunos passam a aplicar o conceito em problemas empíricos e outras situações de análise e síntese. Dessa forma, os conceitos são modelos semióticos universais utilizados como fórmulas hipotéticas na experiência coletiva.

Assim, na estruturação curricular de uma disciplina, neste caso a Matemática, se faz necessário o estabelecimento prévio da composição da atividade conceitual genérica. É a partir dela que se introduz os conceitos correspondentes. Davýdov (1982:431-441) explicita a tradução desses princípios para o processo de ensino-aprendizagem da Matemática. Implementa seu programa, em caráter experimental, em escolas russas envolvendo alunos do primeiro ano escolar, tendo como conteúdo de ensino o conceito de número.

Davýdov e seus colaboradores, ao estruturar o programa, partiram do princípio de que desde a primeira série o aluno deva adquirir uma concepção circunstanciada e válida de número real. Para ele, o conhecimento teórico, em relação ao conceito de número, é o conceito de número real que, por sua vez, está ligado ao conceito de medida. As atividades propostas fogem totalmente dos padrões daquelas que normalmente são apresentadas aos alunos da primeira série, as quais estabelecem como conteúdo primeiro o conceito de número natural. A preocupação inicial não é com a seqüenciação numérica ou com a escrita dos signo, mas com a idéia de valor que implica nas relações de igualdade e desigualdades. O aluno é envolvido em uma série de atividades de comparação (comprimento, superfície, peso, volume, etc.) com uso de materiais (tiras de papel, palitos, blocos e outros). As relações são anotadas, pelo aluno, inicialmente, por linhas desenhadas em um papel e, posteriormente, por letras e por signos. Neste momento, o aluno já está fazendo anotações do tipo a = b, a > b e a< b.

A próxima etapa se caracteriza pela apresentação de problemas em que dois objetos a e b não podem ser comparados diretamente. O objetivo, nessa etapa, é fazer com que o aluno busque uma medida c para estabelecer a relação entre os dois objetos. Uma vez encontrada a unidade física c que se inclua várias vezes nos objetos a e b, o aluno aprende as relações multiplicativas a/c e b/c. As anotações dessas relações são feitas de três maneiras. Inicialmente, são representadas por traços. Depois, os alunos aprendem os signos numéricos (1,2,3,4,5,6,7,8,9,0) e passam a usá-lo. Por último, tais relações são representadas na forma algébrica do tipo a/c = 5.

A noção de número é, pois, introduzida como uma relação multiplicativa, genericamente traduzida por a/c = n, onde n é qualquer número, c é qualquer objeto e a qualquer objeto múltiplo de c. De acordo com Davýdov (1982:436) o novo enfoque permite estreitar consideravelmente o divórcio entre a álgebra e a aritmética. Com isso, os alunos passam a resolver equações e a identificar as propriedades dos números desde a primeira série, sem o "concretismo" propalado nos meios educacionais. A proposta de Davýdov traz implicações radicais para a redefinição de currículos escolares e, conseqüentemente, para o trabalho docente. Por isso, foi alvo críticas de na própria Rússia, custando-lhe a demissão do cargo de diretor do Instituto de Psicologia de Moscou.

Geoffrey B. Saxe, pesquisador da Universidade da Califórnia (USA), tem se dedicado a estudos numa abordagem vygotskiana desde a segunda metade da década de setenta. Em seu estudo pioneiro, investigou o processo de apropriação e socialização do sistema de numeração e raciocínio aritmético de povos que vivem isolados nas montanhas da Nova Guiné. Esses povos apresentam um sistema de numeração ligado às diferentes partes do corpo. Do estudo, Saxe (1982) conclui que a maioria das tarefas realizadas nas zonas de desenvolvimento proximal, constituídas pela sua interação com as crianças oksapmins, carregam a especificidade sociocultural. Sendo assim, o funcionamento interpsicológico que se processa na zona de desenvolvimento proximal não é imutável, pois pode variar consideravelmente dependendo do contexto social e institucional. Da mesma forma, o sistema numérico não é natural ou universal. A sua formação e apropriação pelo sujeitos humanos dependem de um determinado contexto sociohistórico. Dos resultados, Saxe e seus colaboradores inferem que uma melhor compreensão do conceito de zona de desenvolvimento proximal só é possível, quando levado em conta a especificidade do contexto histórico no qual os sujeitos se inserem.

Saxe (1885) também investigou o desenvolvimento de compreensões lógico-matemáticas de crianças vendedoras de doces em ruas e de cesteiros de cidades do nordeste brasileiro. No estudo que envolveu os meninos vendedores de doce, Saxe centrou sua atenção no papel das interações estabelecidas entre eles para a apropriação de raciocínios aritméticos. Existia um elo interacional unindo os meninos que foi decisivo para a compreensão de uma matemática ali surgida. Este elo é o estabelecimento do reajuste do valor dos doces, em face do aumento nos preços dos ingredientes. O referido pesquisador observou que a matemática desenvolvida nessas interações dos vendedores diferem daquelas que as crianças aprendem na escola. Para ele, tal conclusão só foi possível graças à análise detalhada da organização e das condições sociais e culturais dos meninos.

A partir da investigação, Saxe estabeleceu uma *estrutura de análise* para o estudo das relações que vinculam as interações de crianças e o desenvolvimento cognitivo. A estrutura de análise proposta por ele é composta de três componentes: *objetivos emergentes, desenvolvimentos cognitivos e influência recíproca* (Saxe *et al*, 1995). O primeiro componente diz respeito à formação de objetivos cognitivos nas interações cotidianas das crianças e o seu vínculo com o surgimento de objetivos matemáticos. O segundo componente refere-se ao desenvolvimento cognitivo quando ligado a uma atividade específica das crianças dirigida para um fim. O princípio norteador, nesse componente, é de que os objetivos comuns emergentes num grupo de crianças propiciam novas compreensões lógico-matemáticas. Genericamente, diríamos que o componente se refere à maneira como a criança, nas interações com outras crianças, se apropria de formas cognitivas ligadas ao objetivo emergente na atividade. O terceiro componente está relacionado com as reciprocidades de influências de aprendizagem nas interações de crianças ligadas por uma finalidade. Também está ligado às formas de como as interações das crianças, para alcançar objetivos emergentes, podem estar vinculadas com o processo de "transferência".

A abordagem de Saxe desponta como um novo olhar para as pesquisas relacionadas com as interações de crianças e do desenvolvimento cognitivo. Da mesma forma, tem implicações de ordem pedagógica para a educação escolarizada, abrindo perspectivas de novas posturas para a organização do trabalho docente.

Por se constituir um referencial recente nos meios acadêmicos brasileiros, a abordagem histórico-cultural tem se apresentado de forma tímida nas pesquisas em Educação Matemática. É comum nas dissertações de mestrado, teses de doutorado e artigos de periódicos relacionados com a Educação Matemática, que os autores façam referências e citações de alguns pressupostos vygotskianos, sem no entanto, ser a teoria que fundamenta esses estudos. Entretanto, há estudos que dão maior prioridade em seu referencial teórico para a abordagem histórico-cultural, dos quais destacaremos Breuckmann (1998) e Grando (1998).

Breuckmann (1998) parte do pressuposto de que em suas relações sociais as pessoas e os grupos estão envolvidos por situações-problemas que demandam soluções. O autor tem como objeto central de estudo as possíveis aproximações entre a resolução de problemas que envolvem conhecimento científico e a resolução de problemas do dia-a-dia. Busca no referencial vygotskiano os conceitos de Zona de Desenvolvimento Proximal, conceitos científicos e cotidianos e mediação, como iluminadores na análise do desempenho dos alunos na realização de suas atividades escolares. A proposta pedagógica consta da elaboração e execução de "projetos" pelos sujeitos da pesquisa, alunos de 3ª e 8ª séries do Ensino Fundamental de uma escola pertencente à Rede Estadual de Ensino. Os alunos desenvolveram, durante um ano letivo, três tipos de projeto. O primeiro, executado por todos os alunos, consistiu de atividades para a aprendizagem de um conceito científico, tendo sido planejado e dirigido pelo professor. O segundo projeto também versava sobre um determinado conceito científico, porém não mais sob a completa tutela do professor, mas desenvolvido por grupos de alunos. Já o terceiro projeto foi elaborado e executado com exclusividade pelos alunos, atendendo aos seus interesses particulares.

Além das categorias vygotskianas, outras são consideradas. No desenvolvimento dos projetos de ensino-aprendizagem sempre estiveram presentes as categorias diagnóstico, equacionamento e ação. Na análise das observações realizadas pelo pesquisador estiveram em evidência as categorias: abrangência, no sentido do alcance geográfico dos problemas dos projetos desenvolvidos em situação escolar pelos alunos; criticidade, referente às mudanças de percepções dos alunos frente aos problemas; transferibilidade, significando a utilização dos conceitos científicos tanto na enunciação como na proposição de solução dos problemas; exeqüibilidade, referente às possibilidades de colocar em prática as soluções propostas. Breuckmann constata que os alunos resolvem os problemas dentro de um universo conceitual caracterizado por pseudo-conceito/ pseudo-solução e conceito/solução. Adquirem uma ampla percepção de situações problemas, propõem soluções e posicionam-se criticamente valendo-se, para tal, de conhecimentos científicos.

A proposta de Breuckmann de resolução de problemas, via implementação de projetos, embora voltada ao experimentalismo, foge dos padrões comuns de elaboração de problemas matemáticos e dos métodos heurísticos de solução. Ele dá ênfase tanto às questões externalistas como às internalistas da aprendizagem o que, segundo o autor, propicia as condições para os alunos problematizarem o seu meio.

Grando (1998), busca na Geometria o seu objeto de estudo, delimitado no sistema conceitual de espaço. Sujeitos de dois contextos diferentes de aprendizagem matemática foram a sua população de pesquisa. Os sujeitos do contexto escolar eram alunos da 7ª série do ensino fundamental e alunos do 1ª série do ensino médio. Do contexto profissional, os sujeitos eram trabalhadores de olarias, serrarias e funilarias. A partir das entrevistas com os sujeitos foram elaboradas situações-problemas envolvendo os conceitos de perímetro, área, capacidade e volume. A categoria central de análise foi as "estratégias de ação" utilizadas pelos sujeitos para a solução dos problemas relacionados com a atividade de trabalho, para uns, e com a atividade de estudo, para outros. Grando constatou que os trabalhadores utilizaram estratégias de ação peculiares a cada problema a ser resolvido. Por sua vez, os alunos, de uma maneira geral, apresentaram dificuldades no estabelecimento de suas estratégias e, conseqüentemente, na solução dos problemas ainda que esta poderia ser conseguida por conceitos normalmente ensinados na escola.

Nas implicações dos resultados da pesquisa para a educação, Grando chama a atenção para a necessidade de proporcionar condições de contextualização da atividade de estudo. Contextualização esta, que se refere à necessidade de relação entre os conhecimentos escolares e soluções de problemas da atividades profissionais.

Quanto a nossa pesquisa, reafirmamos que tivemos algumas preocupações distintas daquelas consideradas pelos pesquisadores nos estudos comentados anteriormente. Não priorizamos um determinado conceito, nem optamos por procedimentos de cálculos realizados no exercício de uma profissão específica como, também, não nos preocupamos em selecionar para a pesquisa sujeitos da comunidade com algumas características especiais. O nosso olhar foi para a comunidade e suas peculiaridades históricas e culturais. Compreendemos que tais peculiaridades se constituem nas relações sociais da atividade humana de produção da existência. Ao produzir os meios que satisfazem suas necessidades, o homem cria uma série de relações que caracteriza a realidade humana. Isso significa que, na produção dos meios para satisfazer suas necessidades, o homem transforma a natureza e a si mesmo. Ao mesmo tempo, o homem vai construindo o mundo cultural e se constitui cultural. De acordo com Vygotski, tudo o que o homem é a mais que o biológico é adquirido pela convivência com os outros homens, não como algo dado, mas como algo que vai se constituindo dentro dele.

Foi no movimento das relações sociais subjacentes à atividade humana que buscamos compreender o processo de formação cultural-matemático. Na comunidade estudada, a atividade humana teve desde as suas origens ligações íntimas com o monopólio do processo extrativo de carvão. A atividade humana é transformada em uma mercadoria, vendida em troca de um salário. Dessa forma, ela está dirigida para um fim que, por sua vez, exige a apropriação das significações que se formam nas relações sociais do processo de execução das ações e operações.

Assim, a cultura matemática que se constitui na cotidianeidade da comunidade não é algo isolado. Ela se acha indissoluvelmente ligada ao papel e ao lugar do homem no mundo. Além disso, a cultura matemática pode apresentar especificidade por estar inserida na identidade cultural da comunidade, cujo perfil foi traçado pela Empresa Mineradora. É nesse contexto que as pessoas também vão se apropriando de significações matemáticas e adquirindo uma forma de pensar matematicamente em suas cotidianidades. São com tais significações e pensamento que o aluno se apresenta em situação de ensino escolar.

Ao se inserir nas relações sociais da atividade de ensino-aprendizagem dos conceitos matemáticos escolares, o aluno manifesta sua identidade cultural que tanto pode contribuir para apropriação dos significados dos conceitos em estudo, quanto causar dificuldades. Daí a razão de não delimitar, neste estudo, um conceito matemático e nem sujeitos da comunidade.

A intenção foi analisar as evidências do ideário matemático que se constitui nas relações sociais da comunidade e suas ligações com a atividade humana. Investigamos os conceitos matemáticos de domínio comunitário, seu processo de formação e apropriação no ambiente informal e as possibilidades de eles se transformarem em elementos didáticos mediadores para o processo ensino-aprendizagem de conceitos matemáticos, na escola formal. Por isso, mesmo não tendo nos envolvido diretamente com o processo de apropriação do conhecimento em situação escolar, foi para ele que nossa atenção prospectiva esteve voltada.

Salientamos que a <u>atividade</u> de pesquisa que realizamos tem seu <u>motivo</u>, seu <u>sentido</u> e seu <u>fim</u> convergindo para o processo de apropriação dos conceitos científicos matemáticos. São deles que os alunos da escola pública precisam se apropriar. Além disso, na realização da pesquisa, pautamo-nos em categorias teóricas da abordagem histórico-cultural, das quais as mais destacadas são: conceito de atividade, conceitos matemáticos cotidianos, conceitos matemáticos científicos, aprendizagem e zona de desenvolvimento proximal.

O contexto das preocupações e do referencial teórico até aqui descritos são fortes argumentos para nossas investidas futuras, contribuindo ainda mais para o entendimento dos diversos fatores que se fazem presentes na educação matemática das crianças e dos jovens que freqüentam a escola.

CAPÍTULO 4

RELAÇÕES DE TRABALHO E OS CONHECIMENTOS MATEMÁTICOS

Trabalhar numa mina de carvão pode parecer, à primeira vista, uma atividade simples por não exigir habilidades manuais e cognitivas muito sofisticadas. Entretanto, não se faz necessário um esforço interpretativo muito grande para compreender a dimensão complexa em que se insere.

Como toda atividade produtiva, a exploração do carvão não era uma atividade isolada e independente. Pelo contrário, ela estava muito bem atrelada às normas e aos padrões de um modo de produção. Assim sendo, tinha ligações profundas não só com o poder econômico, mas também com o poder político e, conseqüentemente, com uma identidade social que privilegia a sociedade dividida em classes.

O poder sócio-econômico-político impõe aos mineiros uma maneira de ser, a sua identidade. Sendo assim, determina as condições para formação de consciência de uma realidade posta e, conseqüentemente, as regras que levaram as pessoas da comunidade a uma forma de pensar e de agir.

Nesse contexto, as condições objetivas para a constituição de uma consciência na comunidade não se formam das relações criadas partir de proposição de cada membro. Pelo contrário, o conteúdo das relações sociais, que vai contribuir para a formação da individualidade de cada pessoa e do coletivo da comunidade, são determinados pelo poder econômico-político.

O poder econômico-político, na comunidade, como já foi mencionado anteriormente, era representado pela Companhia Mineradora que, por sua vez, acompanhava as regras estabelecidas pelo modo de produção capitalista. Mesmo parecendo uma comunidade isolada nos rincões do Estado de Santa Catarina, ela sofre influências e orientações dos modelos econômicos e sociais globalizados. As regras se manifestam nas relações de trabalho. A empresa dava a oportunidade de emprego e, junto com ela, as regras a serem rigorosamente seguidas.

Ao oferecer a atividade de trabalho de extração de carvão, que propiciou a formação da comunidade, a empresa viabiliza a definição de fins, motivos, ações e operações, por parte dos mineiros, demais funcionários e da população em geral. Mesmo aquelas pessoas (comerciantes, funcionários públicos, barbeiro, marceneiro, fotógrafo, padeiro, farmacêutico, os adolescentes, as mulheres) que não eram funcionários da empresa precisaram assimilar os motivos e os fins das atividades extrativas do carvão. O ciclo era completo, ou o controle era completo. Todos tinham um fim bem definido: extrair o carvão. Os motivos que geraram tal atividade eram distintos para os empresários e operários. Para aqueles, o motivo que levou a tal atividade era o lucro; por sua vez, os operários eram motivados pelo salário que garantia no mínimo as condições de sobrevivência: moradia e alimentação.

"Trabalhar na mina" – expressão usada pela população – era a alternativa única para os homens, raras vezes para as mulheres, e a perspectiva garantida para os jovens que residiam na região urbana da comunidade. Estes pareciam querer acelerar a sua adolescência para atingir "maior idade", 18 anos, para poderem se "fichar na companhia" e "baixar à mina". Alguns jovens já iniciavam antes dos 18 anos em funções denominadas "diaristas", desempenhadas na parte externa da mina. O sonho de todos, entretanto, era trabalhar no subsolo, na extração de carvão, pois as vantagens salariais eram maiores.

Esse sonho era o propulsor da intrepidez necessária para "ser mineiro". O trabalho na mina exigia muita coragem e determinação, pelo fato de estarem em constantes riscos de vida, causados por acidentes, dadas as péssimas condições das instalações físicas, acrescidas à alta probabilidade de contraírem doenças pulmonares, como a pneumoconiose, e outras doenças respiratórias. Diariamente, eles tinham a certeza de "baixar à mina", mas nenhuma garantia de retornarem vivos. Assim também, tinham a certeza de ter conseguido "um fichamento para trabalhar na mina", por terem sido aprovados em vários exames médicos a que eram submetidos, ou seja, eram sadios. Porém, tinham a consciência de que, em pouco tempo, esse quadro de sanidade física poderia se reverter, acenando para um futuro pouco promissor em relação à longevidade.

O ato de coragem se manifestava também, em uma determinada época, no momento de enfrentar o diretor da Companhia (chamado pelos mineiros de "encarregado geral") e o engenheiro, para solicitar-lhes emprego. Os pretendentes eram submetidos a um interrogatório e demonstração de capacidade física. O diretor, ao entrevistá-los e observar que o porte físico era frágil, interrogava-os:

> *- Quando um boi da junta fica doente o que você faz?*
> *- Então o mineiro que fica doente, vai pra rua...*
> *- Quando um soldado do exército se machuca, quebra uma perna, o que se faz?*
> *- Se conseguir levantar a minha mesa, eu dou emprego.*[*]

O interrogatório era, para alguns, momento de tensão e tortura; para outros, momento de desfrute, percepção esta compartilhada pelo diretor da empresa.

> *"Eu fazia aquilo muito mais para brincar com eles e deixá-los mais à vontade. No entanto, não era assim que eles entendiam. Por eu ser além de engenheiro, o diretor, muitos mineiros não me consideravam como uma pessoa capaz de brincadeiras. Embora, no fundo, eu tinha a intenção de mostrar o tipo de funcionário que queria".* (Diretor da empresa).

Momentos de tensão ou momentos de desfrute, o certo é que se tratava de um procedimento intencional, subjacente ao qual havia um modelo e um perfil de profissional desejado pela empresa. A garantia de emprego não era determinada somente pelo desempenho do pretendente ao cargo, nos interrogatórios, ou pela aprovação nos exames médicos. A aprovação nessas duas instâncias era condicionada à questão política. No período anterior ao golpe militar de 1964, condição primeira era ser eleitor da U.D.N (União Democrática Nacional); no período do regime militar, o pretendente ao cargo de mineiro deveria ser adepto à ARENA (Aliança Renovadora Nacional). Em alguns casos, o pretendente comprava a vaga diretamente de um mineiro que se aposentava ou pretendia abandonar o emprego, com anuência da Companhia Mineradora. O componente político era muito forte e determinante na formação de uma identidade do trabalhador, principalmente no

---

[*] A mesa estava fixada, com parafuso.

período nas décadas de 1960 e 1970. Observa-se que os proprietários e diretores da empresa eram partidários e exigiam o mesmo de seus empregados da facção política (UDN) que deu suporte ao golpe militar de 64 e, posteriormente, daquela (ARENA) que impôs a repressão.

Portanto, para trabalhar na mina, o primeiro passo era ter uma identidade condizente com aquela estabelecida pela empresa. Como toda identidade, ela trazia consigo, implícita ou explicitamente, valores, concepções, visões e atitudes, que iam sendo incorporados pelos mineiros nas relações de trabalho.

O contexto e as condições exigidas para trabalhar na mineração de carvão criaram oportunidades de aprendizagem tanto de atividades práticas como no desenvolvimento dos aspectos cognitivos.

A atividade de extração de carvão é caracterizada como uma atividade eminentemente prática. Como tal, aparenta estabelecer como critério para um bom desempenho o desprendimento de um esforço físico sobrenatural por parte dos mineiros. A percepção que se tinha era que todas as operações das ações de trabalho se voltavam para esse esforço, em detrimento de idéias que levassem à formação teorética em geral.

A atividade prática não é tão linear como aparenta, nem se apresenta como algo que sempre foi familiar e de conhecimento de cada mineiro. É inegável a evidência da atividade prática e a relevância que tinha tanto para os mineiros como para mineradores. Ela é a manifestação concreta de que o fim da atividade está sendo alcançado, ou seja, o carvão está sendo extraído e, com ele, aparece o lucro almejado pelos mineradores e o salário para a sobrevivência da família do mineiro. Entretanto, essa manifestação externa oculta a relação de reciprocidade entre a ação física do trabalhador e a sua cognição. É muito difícil distinguir o que o mineiro faz do que ele sabe. Existe um vínculo muito estreito entre o conhecimento e a forma de pensar com as operações da sua atividade de trabalho.

Leontiev (1967:257) explica que *"ação motora revela sua dependência da cognição, esta por sua vez, revela sua dependência da ação"*. A relação entre atividade motora e cognição viabiliza a aprendizagem para "ser mineiro". Nessa aprendizagem, estão aspectos cognitivos que dizem respeito a especificidade do pensamento matemático, principalmente, no que se refere ao pensamento quantitativo. Como todo processo de aprendizagem, "aprender a ser mineiro" envolve mediações e interações.

No cumprimento das tarefas que lhe competia diariamente, o trabalhador das minas de carvão nunca estava só, frente ao mundo cotidiano e subjetivo que o rodeava. Suas relações com o mundo cotidiano eram mediadas por outros homens. No caso do mineiro, ao estar na frente de trabalho, o mineiro parceiro estava ali ao seu lado, ensinando, aprendendo e executando, em condições de trabalho similares, as tarefas de sua competência na atividade. Para todos os mineiros as ações e as operações, ou são as mesmas, ou se aproximam. Outros estão envolvidos na mesma atividade e as operações são diferentes das realizadas por aqueles, mas se completam para atingir os fins da atividade extrativa. Compõem esses pares, ausentes/presentes, os feitores, os furadores, os manobristas, o apontador, o madeireiro e o foguista, cujas tarefas são diferenciadas, mas estão conectadas com aquelas dos mineiros.

O conjunto de operações e ações desenvolvidas por diferentes trabalhadores em diferentes funções estão, pois, sempre conectadas. Existe um elo entre os diversos procedimentos das distintas tarefas que são realizadas para que a atividade extrativa se torne um todo composto de unidades indissociáveis. Este elo é a mediação. Como tal, de acordo com Leontiev (1967:259), tem substrato objetivo impulsionador que se desenvolve justamente ali no trabalho, que é a linguagem e a observação.

O intercâmbio por meio da linguagem e da observação dos procedimentos adotados pelos seus pares é o que garante a aprendizagem e, conseqüentemente, a realização das tarefas que competem a cada um trabalhador dentro do sistema produtivo, naquela comunidade.

Ao iniciar numa determinada função, um funcionário da empresa carbonífera passava por um processo de aprendizagem, ou seja, ele tinha de "aprender" a realizar suas tarefas. Além disso, precisava desenvolver as habilidades necessárias para executar suas operações de trabalho e solucionar problemas que por ventura surgissem. A aprendizagem não era adquirida, individualmente, por tentativas, ensaios e erros, mas por ensinamentos de uma outra pessoa que ostentava o conhecimento.

A oportunidade que se apresentava constitui uma zona de desenvolvimento proximal. No início, o trabalhador iniciante só consegue executar suas tarefas com a ajuda daquele que já está há mais tempo no trabalho. Em cada galeria, havia sempre dois trabalhadores: o mineiro e o ajudante de mineiro. O principiante nunca começava no trabalho como mineiro e sim como ajudante. O mineiro era o responsável pela guarda dos instrumentos de trabalho, pela ordem do local, pela extração de uma quantidade determinada de carros de carvão, pela distribuição de tarefas na frente do trabalho, e informava ao apontador e ao feitor o número de carros que extraíam diariamente. O salário do mineiro era maior do que o recebido pelo ajudante.

A mais forte relação entre mineiro e ajudante era de ensino e aprendizagem dos diversos procedimentos do processo extrativo do carvão. O ajudante era submetido aos ensinamentos e às ordens do mineiro. Ao não se identificar com a maneira de ser do mineiro, o ajudante recorre a outras pessoas. Quando isso ocorre, a seqüência de procedimentos inerentes às tarefas a serem executadas são aprendidas por meio de informações verbais dos feitores, ou por observação direta do trabalho de outros mineiros.

Aos poucos, vai se apropriando de todos os procedimentos, ao ponto de não necessitar mais das orientações oriundas de colegas mais experientes. A realização rotineira das operações leva à memorização e à repetição que, segundo Vygotski (1995), são processos fundamentais para aprendizagem.

> *"No começo, quando eu comecei trabalhar na mina, foi um tanto difícil. Eu não sabia nada do que eu precisava fazer. Ouvia os mineiros velhos falar, mas não me ligava muito. Quando me fichei na mina, procurei primeiro um velho, e ele me deu algumas dicas. Mas, chegando lá em baixo da mina, é que a gente vê como é as coisas mesmo. Foi o parceiro que eu ia trabalhar que me ajudou, que me ensinou. Não dá pra gente ficar tentando sozinho, pois qualquer descuido é perigo de vida. Quando a gente pega um mineiro egoísta, que não gosta de ensina, se passa muito trabalho".* (mineiro/Jr)

A aprendizagem dos procedimentos das tarefas cotidianas são formas primitivas e rudimentares do processo de aprender, pois estão ligadas ao processo de formação de seqüência de operações, obtidas pela observação e repetição. É impulsionada não por uma atividade exclusivamente mental, valendo-se tanto da componente visual-imaginativo e lógico-verbal, mas caracterizada por atos práticos de retorno a uma exigência prévia.

4.1. O PRINCÍPIO DA ORDENAÇÃO NAS RELAÇÕES DE TRABALHO DOS MINEIROS

A aprendizagem da seqüência de operações ou procedimentos, pertinentes às tarefas de cada mineiro, propicia a formação de elementos cognitivos similares ao que na abordagem histórico-cultural é denominado de "Princípio de Ordenação".

Vygotski (1995:207), define princípio de ordenação como sendo as condições cognitivas que permitem ao sujeito ordenar e perceber a quantidade de elementos de uma certa estrutura. Tal princípio está intimamente ligado às três etapas do desenvolvimento das operações aritméticas que Vygotski chama de "aritmética direta", "aritmética mediada" e "cálculo". A "aritmética direta" se refere às formas peculiares e rudimentares que os sujeitos recorrem para resolver situações de ordenação. Considera "aritmética mediada" os raciocínios que as pessoas fazem pela análise de elementos visuais, isto é, com auxílio da mediação instrumental. O cálculo está apoiado em operações e mediações exclusivamente mentais.

Para Vygotski (1993), o desenvolvimento do princípio de ordenação e o desenvolvimento das operações aritméticas possibilitam aos sujeitos humanos transitarem cognitivamente por interfaces da complexidade de formação de conceitos, principalmente por aquelas que ele denomina de *conceitos potenciais* e *pseudoconceitos.* O princípio de ordenação se caracteriza como conceito potencial por se pautar em funções elementares da abstração e por sua atribuição prática a um determinado objetivo. Caracteriza-se como pseudoconceito por se assemelhar aos conceitos verdadeiros, necessitando de um esforço muito grande para a diferenciação entre ambos.

O princípio de ordenação é manifestado pelos mineiros quando:

a) Identificavam a hierarquia administrativa e a estrutura da empresa.

Existiam várias categorias profissionais na estrutura da empresa: ajudante de mineiro, mineiro, manobrista, diarista, ferreiro, motorista, madeireiro, feitores, funcionários dos escritórios, chefe de oficina, chefe de escritório, engenheiros, diretores e proprietários. Além de identificarem a hierarquia, distinguiam o "status" de cada uma dessas categorias profissionais, determinado pela distinção dos vencimentos e, também, a função de cada um dentro do processo produtivo.

b) Repetiam diariamente um série de tarefas e atribuições que eram de sua competência.

No local de trabalho ou, como dizem as pessoas daquela comunidade, "lá na mina", as tarefas iniciavam com a identificação e posse da chapa que continha seu número. Cada mineiro era identificado não pelo nome, mas por um número. De posse da chapa, ele iria se apropriar dos seus instrumentos de trabalho: gasômetro, pá, picareta e outros. Só depois disso, iria "descer à mina" onde, a certa altura, no local da "manobra", ficaria à espera de um carro. Daí se dirigia à frente de trabalho.

c) Localizavam e distinguiam a estrutura físico-geográfica da mina.

Esta era composta de várias frentes de trabalho ou galerias. Havia a "mina ou galeria-mestra", com aproximadamente 5 metros de largura. À medida que a mestra ia avançando subterraneamente, surgiam ramificações de galerias laterais a partir dela. As ramificações das galerias laterais, geralmente perpendiculares à mestra, eram chamadas de langóis e pilares. Cada uma delas media 10 metros de largura e comprimento variável, chegando até 100 metros. Havia uma sucessão alternada de langóis e pilares. Inicialmente era extraído o carvão de dois langóis; o pilar entre eles era deixado para servir de suporte e evitar o desmoronamento do teto. Com a extração do carvão dos dois langóis, retornava-se para a extração do pilar entre eles. A extração de carvão nos pilares era uma das tarefas que apresentavam alto risco de vida.

Ao par da galeria mestra, existia uma outra: "a mestra paralela". A ligação entre elas era feita por uma seqüência de galerias paralelas entre si, algumas vezes inclinadas em relação àquelas, outras vezes perpendiculares. Ou, como dizem os mineiros, "eram esquadro". As duas posições dependiam das condições do terreno. Cada uma das galerias que servia de canal de ligação entre as duas mestras era chamada de "cruzeiro ou mestrinha". A distância entre elas não era uniforme como entre os langóis e pilares. Além da exploração do carvão neles contido, os cruzeiros serviam de canal para a circulação do ar pelas galerias. O ar era oriundo de um compressor situado nas proximidades externas da mina e conduzido por tubulações até o seu interior.

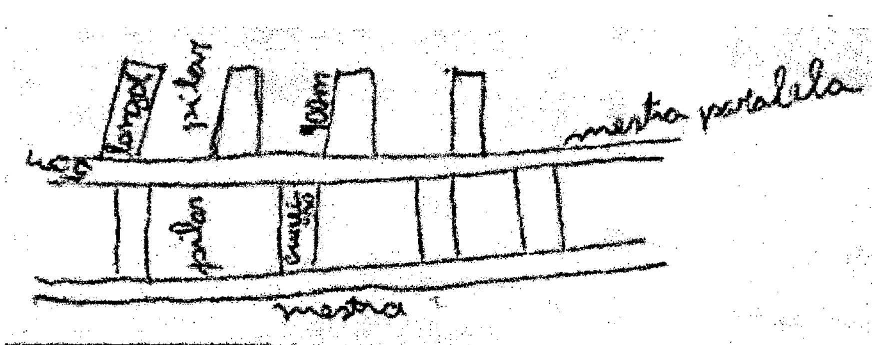
Os espaços entre os cruzeiros eram denominados de "pilastras". O carvão ali existente só era extraído quando da inviabilidade de prolongar as mestras e, conseqüentemente, os langóis, os pilares e os cruzeiros. O processo extrativo, nesses locais, seguia o sentido contrário daquele adotado nas demais galerias, ou seja, da entrada da mina até o final. Nas pilastras, se iniciava na última até chegar à primeira. Era a parte de maior grau de periculosidade.

O traçado e o planejamento das galerias eram feitos pelos engenheiros e pelo topógrafo. A localização, as medidas, as distâncias, a direção e o sentido do conjunto de galerias deveriam ser rigorosamente calculados e traçados, por isso eram usados instrumentos topográficos de alta precisão. A preocupação centrava-se na extração da maior quantidade de carvão de uma determinada área, sem a ocorrência de desmoronamento que colocasse em risco a vida dos mineiros. A menor falha seria fatal. Por isso, existiam os cuidados para manter o paralelismo entre os langóis e pilares, entre as mestras e entre os cruzeiros. Da mesma forma, condição indispensável era o perpendicularismo entre as mestras e os langóis/pilares, assim também a inclinação dos cruzeiros em relação às mestras. A regra era que a inclinação deveria formar um ângulo obtuso com uma das mestras e um ângulo agudo com a outra. Na linguagem de um mineiro:

> *"Um langol e um pilar era sempre reto um do outro, nunca podia se encontrá. A mesma coisa era duas mestras. Os cruzeiros também não podia se encontrá e também não podia ficá quadradinho com as mestras. Com uma mestra tinha que ficá mais aberta e com a outra mais fechada. Si não fosse tudo assim, caía tudo".* (D)

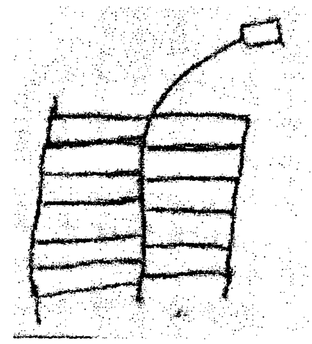
Há uma relação entre a fala do mineiro, que expressa o conceito cotidiano geométrico, formado nas mediações e interações de trabalho, com os conceitos geométricos eruditos. Por exemplo, a expressão "um langol e um pilar era sempre reto" corresponde, na linguagem geométrica, a que eles são paralelos entre si. Assim também, na expressão do mineiro, "o cruzeiro não podia ficar quadradinho com a mestra", a palavra "quadradinho" explicita verbalmente um conceito geométrico cotidiano, correspondente ao conceito de ângulo reto. Da mesma forma, a expressão, "com uma mestra tinha que ficar mais aberta e com outra mais fechada", manifesta conceitos cotidianos de ângulo, que se aproximam com o que em geometria é chamado de ângulo obtuso e agudo.

O mineiro D havia freqüentado a escola "até 4ª série primária". Nossas buscas nos programas de ensino e nos exames escolares do período em que ele freqüentou a escola, detectaram a inexistência de temas referentes ao conceito acima explicitado. Essas noções só foram adquiridas pela necessidade cotidiana de procedimentos para atingir os fins de sua atividade de trabalho. Entretanto, não podemos negar que a escola proporcionou o desenvolvimento de habilidades psicomotoras e cognitivas para que ele conseguisse, usando suas palavras, "desenhar o mapa da mina", abaixo.



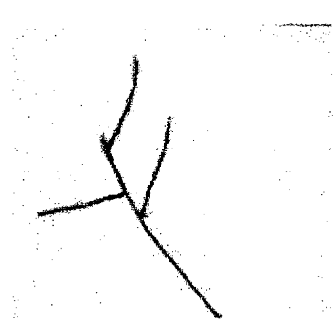
Um outro elemento a acrescentar, que provavelmente tenha dado uma contribuição para traduzir tão bem a estrutura da mina em mapa, é o fato de D ser atualmente motorista de uma universidade. As viagens constantes a centros maiores, em que é exigida a identificação de ruas e locais nos mapas, talvez tenham proporcionado o desenvolvimento da capacidade de desenhar o mapa da mina.

Outro mineiro, J, com o mesmo nível de escolaridade, que atualmente é agricultor, também desenha o mapa da mina sem, no entanto, detalhar medidas e nomenclaturas. O seu modelo é bastante simplificado, traduzindo em segmentos lineares a idéia de como são abertas as galerias a partir de uma mina mestra. Verbalmente, traduz o que representa cada traço do desenho. Relata acontecimentos marcantes ocorridos quando trabalhou em galeria, mestra, langóis, e mestrinhas.



As demonstrações de traduzir o espaço físico da exploração do carvão em mapas foram espontâneas, por parte dos dois mineiros, não havendo, de nossa parte, qualquer tipo de estimulação. Como já aludimos anteriormente, em momento algum da convivência na comunidade forçamos situações para obter sinais do objeto que pretendíamos estudar. "Desenhar a mina" foi uma necessidade de apoio visual para explicar a disposição das minas e a seqüência a ser rigorosamente seguida na exploração do carvão nelas contido.

Em outra oportunidade, ao conversarmos com um mineiro que havia estudado só a primeira série do ensino fundamental, sentimo-nos à vontade para solicitar-lhe que desenhasse como eram as galerias no subsolo. O desenho do mineiro, Z, apresenta bem menos detalhes e representa apenas uma situação momentânea do aspecto geográfico da exploração do carvão. No seu desenho, abaixo, ele identifica e nomeia cada uma das partes: "tem a mestra, uma mestrinha, um langol e um pilar".



O fato dos dois mineiros anteriores terem maior nível de escolaridade e se manifestarem espontaneamente, possivelmente contribuiu para que seus mapas fossem mais completos e se aproximassem de uma representação cartográfica da estrutura de uma mina de carvão.

A distinção da estrutura físico-geográfica da mina propiciou a formação de conceitos cotidianos ligados à geometria, que podem ser ascendidos à categoria de sistema conceitual que envolve os conceitos de ângulo, paralelismo e perpendicularismo.

O estudo desses conceitos, em situações de ensino-aprendizagem escolar, aponta para uma primeira pesquisa futura. A pergunta básica para tal estudo estaria relacionada com a contribuição dos elementos cotidianos, como mediadores, para o processo de apropriação dos conceitos geométricos científicos correlatos.

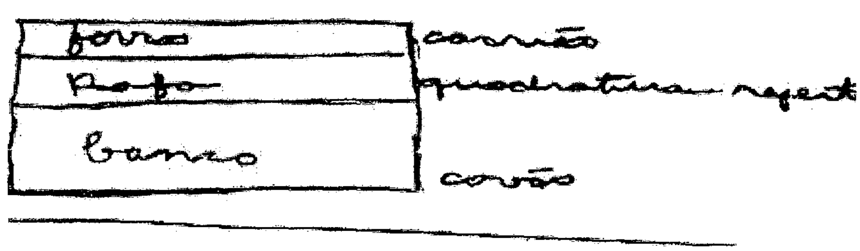
d) Reconheciam as camadas do solo entre as quais estava o carvão.

O carvão, a ser extraído de uma mina, não estava de forma expressivamente destacável no solo. De acordo com o engenheiro, que também foi diretor da Empresa Carbonífera, o carvão existente em solo catarinense, com o valor industrial, está distribuído em cinco camadas: camada ponte alta, camada barro branco, camada irapuá, camada bonito e pré-bonito. A primeira camada, que se encontra mais próxima da superfície do solo, e a última camada, pré-bonito, não são exploradas por não terem valor energético. A terceira camada, irapuá, raras vezes é mineirada. A quarta, camada bonito, possui um potencial energético razoável e possui a maior espessura (varia de 2,70m a 4m), porém não é muito explorada na região de Lauro Müller.

O poder de coqueficação e teor energético foram as qualidades determinantes para priorizar a exploração da camada barro branco e até receber incentivo governamental, desde a 2ª Guerra Mundial. A espessura dessa camada não ultrapassa a 80cm e vem permeada com argila, caulim, xisto e outros.

É com a camada barro branco que o mineiro se defrontava diariamente. Estar na frente de trabalho significava estar envolvido com essa camada. O prolongamento e a profundidade das galerias eram determinados pelo seu relevo. Além das ações amplas da atividade extrativa, já mencionada anteriormente, o mineiro convivia com outras peculiares ao fim de cada atividade diária. Uma delas era deixar a galeria num estado tal, que a camada barro branco ficasse visível na parede de fundo da galeria. As partes que a compõem, após um período de trabalho diário, deveriam estar nitidamente expostas e identificáveis pelos mineiros. A identificação de todas as partes era, para eles, um ato de conhecimento com implicações práticas, por estar ali o produto essencial do seu trabalho: o carvão.

Com um simples olhar para a camada barro branco, o mineiro nomeava as suas partes como se tivesse fazendo a leitura de um livro: o **forro**, camada fina de carvão; a **quadração** ou **rafa**, formada por rejeitos (pedra, argila, xisto); o **banco**, a camada mais espessa de carvão. A atividade mental de leitura identificativa das partes é também exprimível e se transforma em atividade semiótica. O conhecimento é de uma extensão tal, que os mineiros, em suas conversas saudosistas, transferem desinibidamente para um desenho, abaixo, o qual passa a ser um mediador de diálogos e um mediador pessoal.



No momento em que dois mineiros, J. e N., conversavam sobre as camadas, N. faz o desenho, dialoga com seu interlocutor e consigo mesmo. A explicação que dá a J., em seguida, é repetida para si, dando a impressão de querer demonstrar o domínio seguro de um conhecimento indispensável a seu trabalho.

Numa frente de trabalho, nem sempre a camada barro branco é tão regular como aparenta. Há locais em que a seqüência é interrompida, ou seja, ela desaparece. A interrupção é feita por um outro tipo de solo rochoso, também facilmente identificável pelos mineiros. O obstáculo, sem valor para o processo produtivo é identificado como "dique". A identificação de um dique, por parte dos mineiros, também é uma ação importante, por revelar uma tomada de decisão: o fim da galeria ou a continuidade após a superação do obstáculo.

> *"De repente o carvão se acaba. Se a gente vê que é um dique então a gente sabe que depois dali o carvão continua. É só estorá o dique".* (C)

É com desenvoltura que os mineiros falam dos aspectos geológicos que envolviam o seu cotidiano de trabalho. Há uma articulação entre a lógica da dinâmica discursiva e a interpretação nas marcas do papel. O verbal e o visual imaginativo são componentes interativos para manifestar o conhecimento adquirido nas relações de trabalho e, alguns dos mineiros, no processo de escolarização formal.

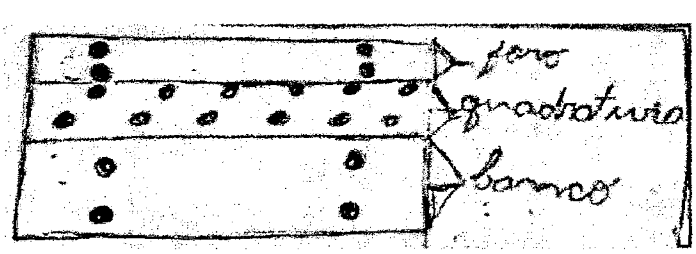
e) Estabeleciam critérios na disposição de furos para a explosão da frente de trabalho.

A ordenação era determinada e explicitada nas relações de trabalho pelos mineiros-furadores. A jazida de carvão, a ser extraída pelos mineiros, se apresentava de forma compacta, intermediada por camadas de outras rochas ou rejeitos.

Nos primórdios da atividade de exploração de carvão na região, a operação de explosão da jazida e a separação das camadas de rejeitos eram feitas manualmente pelos mineiros com o uso de picaretas. Com o passar do tempo, foi criado um novo procedimento, que perdurou até o encerramento da atividade extrativa. No novo procedimento há uma série de precauções e critérios a serem rigorosamente observados, pois se tratava de arranjos de explosivos. O forro, a rafa, o banco eram furados, seguindo critérios técnicos, para receberem a bomba - os mineiro denominavam de “dinamite” – fabricada por um operário em local externo da mina.

O furador distinguia a quantidade e a disposição dos furos em cada parte da frente de trabalho. No forro e no banco, eram necessários dois pares de furos localizados próximos às extremidades laterais. Na rafa, eram feitas duas seqüências de furos, de modo tal que um furo da seqüência superior, relacionado com um correspondente na seqüência inferior, ou vice-versa, ficasse em diagonal.

Os furadores também conseguem interpretar suas operações de trabalho com desenvoltura, por meio de marcas em papel. O desenho abaixo foi traçado por um mineiro-furador.



O instrumento de trabalho do furador era uma furadeira na qual é adaptada uma broca que determina a profundidade de cada furo em 1,20m. A medida passa a ser referência para os furadores, na determinação de outras medidas. Dito de outra maneira, a broca passa a ser uma espécie de medida-padrão para os furadores.

> *"A gente via tanto aquela broca e sabia que tinha um metro e vinte, que cada vez que precisava medir alguma coisa e não tinha um metro por perto, a gente imaginava a broca e dizia quanto media. Se fosse maior que a broca, a gente dizia: daqui até aqui dá uma broca, duas brocas,... A gente sabia que dava, então, um metro e vinte, dois metro e quarenta, três metro e sessenta,... Também sabia mais ou menos quanto era mais pequeno que a broca, sessenta centímetros, trinta centímetros, quinze centímetros".* (furador)

O contato diário do furador com a broca transforma este instrumento de trabalho em unidade de referência, que é internalizada e se constitui em um componente visual-imaginativo. Em determinadas circunstâncias, recorre a esse instrumento do pensamento para estimar medidas de comprimento. Nas estimativas, o furador não recorria à broca como instrumento físico, mas à imagem mental do seu comprimento.

Outro aspecto matemático desenvolvido por alguns furadores, era o cálculo aproximado do volume de carvão. O furador sabia que a largura da galeria media aproximadamente 5 metros, a profundidade do furo que determinaria o comprimento do banco ou do forro era 1,20 metro, e a espessura de cada uma das camadas era aproximada por recorrências a estimativas visuais. O produto dessas três medidas seria o volume de carvão esperado.

> *"De cara, a gente sabia mais ou menos quanto ia dá de carvão naquela furada. Se a mina tinha 5 metros de largura, a furada 1m e20cm, que é da broca, e se a grossura do banco é 80cm e do forro é 30cm, então era só multiplicá pro banco e pro forro, depois somá tudo".* (mineiro/furador)

A fala do mineiro/furador, com ênfase aos aspectos aritméticos (adição e multiplicação), explicita outros conceitos matemáticos como o de medida linear, volume e geometria espacial. Quando menciona as medidas das dimensões do banco e do forro, o mineiro/furador está se referindo ao que na matemática escolar é chamado de arestas. Isto significa dizer que o referido trabalhador, mesmo não usando a linguagem matemática, considerava o banco e o forro como sendo prismas de base retangular.

No seu procedimento algorítmico para aproximar o volume de carvão naquele tipo de furada, anotado em um espaço em branco de uma folha de jornal, transforma as medidas em centímetros. Com isso, evita os cálculos com números decimais, atitude esta muito comum das pessoas da comunidade, como veremos mais adiante. O registro no papel do procedimento adotado é similar ao abaixo:

120 largura	*120*	*4.800.000*
x 500 fundura	*x 500*	*+ 1.800.000*
60000	*60000*	*6.600.000 = 6, 6* m^3
x 80 grossura	*x 30*	
4800000 banco	*1800000 forro*	

A transformação de 6.600.000cm^3 em 6,6m^3 foi feita mentalmente e comunicada de forma escrita, após o sinal de igualdade da soma, e verbalmente. Em sua palavras: *"aproximadamente seis metro cúbico e mais um pouco, sessenta centímetro cúbico. É, os metros não é tão grande."*

O "aproximadamente" que aparece na fala anterior, significa as deduções mentais feitas ao observar as medidas iniciais. Nessa observação, ele centra a atenção na parte inteira dos números, isto é, na quantidade de metros sem considerar os centímetros. Por exemplo, nas dimensões do banco, ele observa apenas o 1(um) do 1,20m de largura, 5 dos 5m de profundidade e nenhum dos 80cm de espessura por ser menor que um metro. Ao multiplicar as medidas inteiras,1x 5=5 que deduz que 6.600.000cm^3 eqüivale a 6,6m^3.

É interessante destacar que a transformação de centímetros cúbicos para metro cúbico do mineiro/furador não segue os procedimentos ensinados na escola, ou seja, a mudança da vírgula de três em três algarismos, contados da direita para esquerda. Processo este que pode se caracterizar muito mais como um "macete" do que a compreensão da relação de equivalência entre a unidade de medida e seus submúltiplos. Mesmo dizendo ser uma aproximação, o procedimento do mineiro/furador fundamenta-se na relação de equivalência entre a unidade e a subunidade. O desenvolvimento de formas de raciocínio como a estimativa e a dedução, realizada pelo trabalhador em foco, é um aspecto a ser considerado como fundamental no ensino de matemática na escola. A dedução no plano mental que $6.600.000cm^3$ corresponde a $6,6m^3$, representa uma agilidade de raciocínio, próprio do pensamento abstrato e a manifestação de transitar pelas relações do conceito matemático de volume. Como diz Vygotski (1996:235) *"deduzir significa operar com conceitos."*

Se a transformação de medidas não segue os procedimentos geralmente ensinados na escola, o mesmo não acontece com os algoritmos da adição e da multiplicação, como podemos perceber aqueles adotados anteriormente para o cálculo do volume e carvão. Enquanto fazia o cálculo, comentava:

> *Eu gosto de fazê as conta de mais, de menos e de multplicá colocando um número embaixo do outro, como aprendi no meu tempo de escola. Eu só tenho até a terceira séri. Eu não gosto dessa matemática moderna que hoje tão insinando na escola. Eles começam insinar as conta colocando os número um do lado do outro. Uma veis eu fui lá reclamá numa reunião que eles tavam insinando isso pra minha filha, fui desarmado quando mi disseram prá olhá a tabuada que os números tão um do lado do outro.*(Mineiro/furador)

O procedimento contestado pelo mineiro/furador, traduzido para o cálculo aproximado do volume de carvão em uma furada é do tipo:

Volume total = volume do banco + volume do forro

$=5m \times 1{,}20m \times 0{,}80m + 5m \times 1{,}20m \times 0{,}30m$ (*)

$=4{,}80m^3 + 1{,}80m^3$

$=6{,}60m^3$

É importante notar que a situação - aproximar o volume de carvão - extraída do contexto de trabalho do mineiro/furador, apresentou uma certa originalidade, em se tratando de problemas matemáticos. Como tal, poderia transformar-se em instrumento de análise e mediação nas aulas de matemática, principalmente no estudo do conceito de volume.

O último procedimento, aquele contestado pelo mineiro/furador, é próprio para desdobramentos analíticos a partir de (*) que poderiam ser evidenciados, em situações de ensino-aprendizagem, para se chegar à síntese e à generalizações algébricas. Ilustremos:

(*) $5m \times 1{,}20m \times 0{,}80m + 5m \times 1{,}20m \times 0{,}30m$

$6m^2 \times 0{,}80\ m + 6m^2 \times 0{,}30m$ Aplicando a distributividade

$6m^2 \times (0{,}80m + 0{,}30m)$

$6m^2 \times 1{,}10m$

$6{,}60m^3$

A lei da distributividade já poderia ser aplicada em (*)

$5m \times 1{,}20m \times (0{,}80m + 0{,}30m) =$

$6m^2 \times 1{,}10m = 6{,}60m^3$

A generalização para o cálculo do volume do carvão, em cada furação, é:

V = 6 x (h1 + h2), onde h1 e h2 são, respectivamente, a medida da espessura do banco e o forro.

A generalização acima só é válida para aquele modelo de galeria, comum na região de Guatá, que mantém constante os 5 metros de largura e os furos 1,20m de profundidade. A situação é propícia para outras generalizações. Assim, quando em uma determinada mina, além das medidas constantes da largura das galarias (5m) e da profundidade de cada furada (1,20m), também tiver, por exemplo, a espessura do banco 0,70m, chegas-se a:

V = 6 x (0,70 + h2)

V = 4,20 + 6h2, caracterizando uma definição de função afim.

Da mesma forma, se uma galeria tiver uma largura **l**, os furos a profundidade **p** e as espessuras do banco e do forro continuarem com 0,80m e 0.30m, respectivamente, o volume de carvão será dado por:

V = l x p x 0,80m + l x p x 0,30m

Pela distributividade, temos:

V = l x p x (0,80 + 0,30)m

V = 1,10m x l x p

Ainda é possível chegar ao nível de generalização mais ampla quando também é desconhecido as espessuras e_1 e e_2, respectivamente, do banco e do forro. O volume de carvão previsto para cada furada seria dado por:

$V = l \times p \times e_1 + l \times p \times e_2$. Com a aplicação da propriedade distributiva obtemos:

$V = l \times p \times (e_1 + e_2)$

Os níveis de generalizações surgidas da análise de uma situação matemática, não são sugeridas e apresentadas pelos livros didáticos. Outro aspecto a considerar nas sínteses e generalizações apresentadas anteriormente é que elas inter-relacionam, sem tricotomizá-los, conceitos geométricos, algébricos e aritméticos.

Outras hipóteses, outras análises, outras sínteses e outras concepções de matemática poderiam se estender. Isso depende das crenças do professor. Este nosso incipiente ensaio aponta para a possibilidade de futuros estudos que envolvem o movimento dos conceitos cotidianos e científicos relativos ao conceito de volume.

f) Distinguem as operações de trabalho dos sujeitos e a ordem de execução.

Cada mineiro, em sua especialidade, tinha um papel a desempenhar e um conjunto de procedimentos a executar diariamente, na frente de trabalho. O **mineiro** mesmo era responsável pela "limpeza da frente", tirava o carvão e os rejeitos. A frente, estando limpa, era ocupada pelos **furadores** que faziam a furação. Em seguida, o **queimador** colocava os explosivos nos furos e acendia para explosão, os localizados na rafa. Com a explosão, o **madeireiro** fazia o "escoramento", isto é, colocava pilares de madeira, que seguravam as extremidades de uma viga (madeira), a qual servia de suporte para evitar o desmoronamento do teto da galeria.

A etapa seguinte era feita pelo **trilheiro.** Este tinha como ação principal, a preparação das linhas ou trilhos sobre as quais transitava o **carro** transportador do carvão e dos rejeitos. As operações realizadas pelo trilheiro relacionavam-se com a fixação dos trilhos sobre os dormentes (vigas de madeira de forma prismática retangular), colocados horizontalmente no assoalho da galeria.

A complemento desse ciclo do processo extrativo, na frente de trabalho, era a explosão das bombas depositadas nos furos do banco e do forro. Eram acionadas pelo próprio mineiro, após a retirada, "limpeza", dos rejeitos deixados pela explosão da rafa, feita anteriormente pelo foguista. A operação de explodir as bombas, pelos mineiros, era feita durante um pequeno intervalo destinado ao **lanche**.

A identificação da hierarquia administrativa, a repetição diária das tarefas e atribuições, a localização e distinção geográfica da mina, o reconhecimento das camadas do solo, o estabelecimento de critérios na disposição de furos para explosão das minas e, finalmente, a distinção das operações e a ordem de execução, representam, pois, não só operações/ações de trabalho como também habilidades cognitivas relacionadas ao princípio de ordenação. Tais habilidades se constituíram em elementos fundamentais para que os trabalhadores percebessem a estrutura e as conexões das diversas relações da atividade extrativa do carvão.

Ao chegar a esse nível de compreensão e de execução das operações de trabalho, alguns mineiros tiveram que superar uma série de dificuldades pertinentes ao processo de aprendizagem dessas operações. Como diz o mineiro P:

> *"Ás veis a gente se atrapalhava prá aprendê as coisas e até demorava um pouco, mas com o tempo, de tanto fazê aquilo e os outros dizê que a gente tava errado, acabava aprendendo."*

O princípio da ordenação, estando relacionado com as operações aritméticas, exige que o sujeito transite e vá superando as etapas direta e mediada da aritmética até atingir o nível de cálculo. De acordo com Vygotski (1995:209), a passagem de uma etapa para outra é sempre conflitiva. Entretanto, as operações de trabalho podem servir de instrumentos mediadores no processo de aprendizagem escolar de conceitos aritméticos e, como tal, têm seu caráter limitativo, por estarem ligados às situações de contexto. A compreensão, por parte dos alunos, dessas limitações é, segundo Vygotski (1995:210-211), uma etapa necessária para passar da "aritmética mediada ao cálculo".

4.2. EXTRAÇÃO DE CARVÃO E OS CONCEITOS MATEMÁTICOS

Anteriormente, ao destacarmos as relações conhecidas nos meios escolares como princípio de ordenação, já fizemos referências a alguns conceitos e idéias matemáticas de que o trabalhador das minas de carvão se apropriaram, motivados pelo cumprimento de seus afazeres. Mais especificamente, evidenciamos alguns conceitos geométricos, quando nos referíamos à localização e à distinção da estrutura físico-geográfica da mina, e alguns conceitos aritméticos e algébricos, ao elucidarmos as operações envolvidas na ação de furar, na frente de trabalho.

Pretendemos, agora, analisar as impressões matemáticas mais fortes adquiridas pela comunidade, enquanto dependente exclusiva da atividade extrativa do carvão.

O trabalho do mineiro e do ajudante de mineiro envolvia-os numa série de operações práticas que, muitas vezes, na sua execução, exigiam e, ao mesmo tempo, proporcionavam o desenvolvimento de ações mentais e a internalização de conceitos matemáticos. Estes se desenvolviam não como ação ou uma atividade planejada e pré-concebida, mas muito mais como conseqüência das necessidades práticas da atividade de trabalho. Como diz Vygotski (1996:165), a atividade prática do homem é duplamente mediada: pelas ferramentas físicas de trabalho e pelas ferramentas do pensamento que realiza a operação intelectual.

Os mineiros, em sua grande maioria, não tinham a percepção da sua utilização de raciocínios matemáticos e das suas falas matemáticas cotidianas. Isso é justificável, pois foco das atenções eram as operações práticas, o olhar estava voltado para o carvão, matéria-prima fim de toda atividade. Existia um vínculo forte entre o mineiro e o carvão, muito bem traduzido pelo engenheiro e diretor da Empresa Mineradora.

> *"Eu posso lhe assegurar com absoluta certeza que os meus mineiros falavam com o carvão. Uma vez estando no subsolo, a gente diz que eles falavam com o carvão e a madeira. Estando no subsolo, pelo barulho que eles ouviam, pelo chiaço, pelo comportamento auditivo, eles tinham uma impressão, escala pequena ou escala maior, eles sabiam, com uma incidência maior, se a frente de trabalho ia cair ou não".*

Mesmo não sendo perceptíveis e nem de interesse primeiro, para o mineiro, o envolvimento com o carvão favoreceu o desenvolvimento de conceitos cotidianos de medida de capacidade, massa, distância, média aritmética, proporcionalidade, razão, relação e função linear e afim, entre outros. Todos esses conceitos estão ligados a um sistema conceitual amplo relacionado que é a contagem.

A preocupação maior do mineiro era com a quantidade de carvão que iria extrair, pois ela determinaria o seu salário, a garantia de emprego e o volume de produção da empresa. Os fatores que constituíam os motivos e os fins da atividade, são estimuladores para a formação de pensamentos quantitativos.

No que se refere às medidas, não eram de interesse da empresa mineradora medida de capacidade e volume de carvão. O essencial era a massa, tendo como unidade básica a tonelada. O importante era a quantidade de toneladas de carvão extraído diária, mensal e anualmente. Para os mineiros, essa medida existia e significava a linguagem dos patrões. A tonelada era uma medida não palpável e distante, que estava muito mais na cabeça das pessoas do que ali no carvão. A unidade-padrão dos mineiros, para medir a quantidade de carvão, é o **carro**. Poucos mineiros diziam "tirei tantas toneladas de carvão". É muito comum escutar deles a expressão do tipo "eu tirava tantos carros de carvão por dia".

Embora, para a mineradora, a unidade oficial fosse a tonelada, no entanto exigia dos mineiros metas diárias estabelecidas em quantidade de carros. A exigência, talvez, fosse a mais forte justificativa para que os mineiros tenham adotado a carro como unidade-padrão de medida. Alguns deles adotam como submúltiplos da unidade-carro, a pá. Um carro media aproximadamente 0,728m^3 (1,30m de comprimento x 0,80m de largura x 0,70m de altura). Eles não calculavam o volume de carvão contido em cada carro, mas a capacidade do carro, tendo por base a pá.

> *"Para encher um carro dava em média 90 pá. Às vezes um pouquinho mais, outras vezes um pouquinho menos. Eu até contava pra fazê uma média. Isso quando as pedras era pequena e se enchia tudo à pazada. Porque tinha que as pedras eram grandes, então a gente colocava essas pedras no carro com a mão, só depois completava o carro com pazada".* (mineiro N.)

A capacidade do carro, como salienta o mineiro, era de aproximadamente 90 pás. Alguns mineiros mais atentos a detalhes e totalidades que minimizassem o trabalho e maximizassem a produção, desenvolviam cálculos mentais que relacionavam entre si as unidades carro e pá. Esses cálculos revelam situações peculiares da aplicação dos conceitos matemáticos de transformação multiplicativa, proporcionalidade e função linear.

> *"Eu ficava de vez em quando pensando quantas pazadas a gente dava por dia. Se um carro cabia em média 90 pá, então dependia dos carros que tirava por dia. Um carro,90; dois é 180; três dá 270; quatro, 360; e assim vai indo. Num dia a gente dava uma" **porção**" de pazada. Dá até pra sabê quantas pazadas um mineiro deu nos anos que ele foi mineiro. É só pensá um pouco e*

dá pra fazê. Só que aí vai precisar de lápis, porque não vai dá pra guarda tudo na cabeça. He! Vai dá uma ***missidade****".* (mineiro N.)

A fala do mineiro N, é eminentemente matemática. Ela traz importantes aspectos inferenciais para o processo de aprendizagem da matemática escolar. Um deles é a complexidade dos conceitos em termos estruturais. Um conceito nunca está isolado ou solto como deixam transparecer os manuais didáticos. O desenvolvimento de um conceito implica o desenvolvimento de outros ou de todo o sistema no qual ele se insere. É fácil perceber na fala do mineiro a articulação entre conceitos: média, multiplicação, porção, "missidade", os mais evidentes.

O referido mineiro, ao dizer que, em média, num carro cabem 90 pás, ele não está afirmando que a capacidade em todos os carros enchidos é de 90 pás. Ele está querendo dizer que, em determinadas circunstâncias, são depositadas uma quantidade de pás de carvão um pouco menor que 90 e, em outras circunstâncias, uma quantidade superior a 90. No final de um turno de trabalho, o mineiro colocou, em cada carro, em torno de 90 pás.

Os cálculos são feitos mentalmente, envolvendo adições e subtrações, mais especificamente por compensações. Por exemplo, se um carro foi enchido com 92 pás e o outro, com 88 pás, o mineiro vai tirando unidades de 92 e acrescendo ao 88, até as duas quantidades se igualarem. No exemplo, ao tirar 2 unidades do 92, restará 90, acrescentando as 2 unidades ao 88, também ficará 90. Noventa é a média.

Vê-se, pois, que o mineiro, determina o que, em matemática, é chamado de média aritmética, determinada por procedimentos algoritmos que envolvem a adição e a divisão.

$$MA = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n}{n}$$

A expressão "uma porção de pazada", na fala do mineiro, é reveladora de um conceito quantitativo cotidiano muito presente até os dias atuais, na comunidade. A palavra "porção", nos dicionários, é definida como sendo a parte de uma quantidade não muito expressiva. Na comunidade, "porção" significa uma quantidade grande de unidades, porém em condições de ser determinada ou contada.

Outro conceito cotidiano, revelado na fala do mineiro N. que também faz parte do vocabulário das pessoas da comunidade, é o de "missidade". Este significa uma quantidade incontável de unidades devido à sua extensão. Há uma proximidade com o conceito de infinitamente grande, trazido pelos manuais didáticos.

Sobre o conceito de infinito, há três versões na comunidade. Uma delas é a traduzida na palavra "missidade", principalmente pelas pessoas com pouca escolaridade. A segunda é a idéia de algo muito difícil de contar e está associada ao número de estrelas e de grãos de areia. Esta idéia circula mais entre os alunos e as pessoas de média idade que, provavelmente, tenham estudado os rudimentos da teoria dos conjuntos. Era muito comum encontrar nos livros de matemática, editados nos anos 70 e 80, essa idéia de conjunto infinito. A terceira versão de infinito é de quantidade de números naturais. Ou seja, "existem infinitos números".

A mais forte impressão matemática, na fala do mineiro N, é quando ele estabelece a relação entre o número de carros e a quantidade de pás. O uso que fizemos do adjetivo "forte" chama a atenção para a trama conceitual do raciocínio do mineiro. O conceito de multiplicação, o conceito de múltiplo (especificamente os múltiplos de 90), o conceito de proporcionalidade (para cada carro, 90 pás) estão bem explícitos. É importante notar que os conceitos estão intimamente ligados entre si e funcionam como uma espécie de conceitos-unidades ou, como diz Vygotski, um sistema conceitual, cujo núcleo, no caso dessa situação, é a contagem.

Outros conceitos matemáticos estão implícitos neste sistema. A explicitação deles e o processo de elevação ao nível de conceitos científicos só ocorrerão em situação de ensino. Função linear é um exemplo de conceito a ser explicitado da relação pá/carro. De acordo com os manuais didáticos, o referido conceito só vai ser mencionado na 8ª série do ensino fundamental. Não vemos motivos para prolongar por tanto tempo o direito de os alunos se apropriarem desse conceito, pois ele tem ligações profundas com o conceito de multiplicação de números naturais , inteiros e racionais, que são estudados desde as séries iniciais.

A representação específica da relação feita pelo mineiro pode ser traduzida, em situação de ensino - aprendizagem escolar, pela tabela a seguir, que também propicia a generalização algébrica, traduzida pela função $P = 90C$, onde P é quantidade de pá e C a quantidade de carro.

C	P
0	0=90x0
1	90=90x 1
2	180=90x 2
3	270=90x 3
4	360=90x 4
5	450=90x 5
6	540=90x 6
.	.
.	.
.	.
C	P=90XC

Relação Carro/pá

O mineiro N não traduziu seu conhecimento adquirido nas relações práticas de trabalho de uma forma tão sistemática e generalizadora. Enfatizamos que essa forma mais complexa, por envolver o desenvolvimento de características do pensamento e da linguagem algébrica, se dá num processo educativo rico em comunicação humana: aluno-professor, aluno-aluno, aluno-livros de matemática, aluno-problemas cotidianos. A situação matemática da fala do mineiro é propícia para ser analisada por professor e aluno, por ser rica em significado e permitir o desenvolvimento de idéias do pensamento algébrico, como: estabelecimento de relações entre grandezas variáveis, distinção de grandezas variáveis e constantes, percepção de regularidades, organização de dados, distinção das variáveis envolvidas no problema, pensar analiticamente e estabelecer leis gerais de tabelas.

A situação matemática anterior, apresentada pelo mineiro N, levanta mais uma hipótese para ser estudada em pesquisa futura, de como ela pode se transformar em situação didática, mediadora do processo de apropriação do conceito de função linear.

O envolvimento dos mineiros com o processo extrativo de carvão e as condições que lhes oferecem, oportunizam o desenvolvimento da habilidade de estabelecer relações de contagem simultâneas. Além da relação carro/pá, os mineiros com algum grau de escolaridade que, "sabiam fazer conta", estabeleciam relações do tipo carro/dia, carro/hora e pá/minuto.

A produção da empresa dependia da produção dos mineiros. Por isso, metas e critérios – variáveis com o tempo devido à criação de novas tecnologias – são adotados para serem atingidos e observados pelos mineiros. Por exemplo, houve época em que o mineiro J extraía em média 24 carros por dia. O turno diário do mineiro tinha a duração de 6 horas. Os dados, surgidos nas relações de trabalho, favorecem as contagens duplas, do tipo carro/dia, como mostra a tabela abaixo, cuja generalização também define uma função linear: $C=24d$, C, representa a quantidade de carros e d, a quantidade de dias

Dia	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	...
Carro	24	48	72	96	120	144	...

A relação carro/hora era outra forma de contagem simultânea feita pelos mineiros que também explicita a função linear. O mineiro J extraía em média 4 carros por hora, o que pode ser generalizado para um modelo funcional, adotando procedimento similar ao anterior.

Hora	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	...
Carro	4	8	12	16	20	24	...

A generalização da dupla contagem pode ser traduzida pela relação matemática entre as duas grandezas por C=4h, (C, quantidade de carros e h, quantidade de horas).

Pela comparação das duas tabelas é possível estabelecer outras relações matemáticas importantes. Há possibilidades, por exemplo, de verificar que um (1) dia corresponde as 6 horas de trabalho dos mineiros que, no caso de J, extraía 24 carros. Nessa relação entra em cena a transformação da unidade de tempo - dia - em seu submúltiplo – hora. Tal transformação só é possível devido a natureza comum de ambas, isto é, tempo.

Situação similar é a contagem simultânea da quantidade de pás e minuto e a relação entre as mesmas. Na produção diária, o mineiro J deduzia que movimentava 6 pazadas por minuto (1h extraía 4 carros; cada carro 90 pazadas; dá um total de 360 p/h ou 6 p/m). Novamente a relação pode ser generalizada na forma funcional.

Minuto	*1*	*2*	*3*	*4*	...
Pá	6	12	18	24	...

Dos dados, obtém-se P = 6M, em que M é a quantidade de minutos e P a quantidade de pás.

É importante observar as limitações de ordem conceitual com implicações sociais nas generalizações que definiram as funções anteriores. Por exemplo, não há razão para calcular a quantidade de pazadas que um determinado mineiro movimentará em 8 horas de um dia de trabalho, pois a legislação trabalhista determina o máximo de 6 horas diárias para o trabalho nas minas de carvão.

Além do aspecto legal, há de se considerar também os aspectos humanos do mineiro devido às condições precárias do ambiente de trabalho e do desprendimento elevado de esforço físico. Solicitar, em uma situação escolar, o cálculo do número de pazadas ou de carros que um mineiro movimenta, com valores acima de 6 horas diárias, é no mínimo incutir nos alunos a ganância e a superação dos limites das condições físicas do trabalhador. Assim também, não tem sentido o cálculo de P(-5) na função P = 6M, anteriormente definida, pois M é uma unidade de tempo. Mesmo incorrendo no erro de substituir M por –5 naquela função, obteríamos um valor absurdo, para o contexto do problema, de trinta pazadas negativas.

A análise das limitações fornece argumentos e justificações para o estudo do domínio e da imagem de uma função. Os absurdos a que se chega ao determinar P(M), para M inteiro menor que zero, caso específico de P = 6M pode se tornar uma justificação para que domínio e a imagem da função sejam os racionais positivos. A análise dessas funções definidas a partir de situações contextualizadas, na certa, contribuiria como elemento de análise no processo de determinação do domínio e da imagem das funções definidas teoricamente.

Como se vê, as situações de contagem que os mineiros vivenciavam trazem fortes indícios e idéias do conceito de função linear. Entretanto, os mineiros não têm consciência do conceito, subjacente aos cálculos mentais que fazem. O desconhecimento deles não pode ser atribuído ao nível elementar de escolaridade que eles possuíam, pois os engenheiros, que tinham um alto grau de escolaridade, também não se apercebiam da existência de tais idéias matemáticas. Da mesma forma, não podemos subestimar os raciocínios dos mineiros ao compará-los com conceito científico de função linear, pois o contexto em que eles se apresentam e os fins que os determinam são diferentes. O raciocínio dos mineiros, contagem simultânea de duas grandezas, surge no contexto de uma atividade física. O fim da atividade é a extração do carvão. A história daquele conceito (contagem) dos mineiros é localizada naquela situação de trabalho e naquele tempo específico. O fim das ações mentais dos mineiros não é estudar as múltiplas relações e idéias subjacentes no processo de sistematização do conceito de função, mas uma operação de trabalho que eles estabeleceram espontaneamente, pois não constavam no rol daquelas estabelecidas pela empresa. São essas circunstâncias que credenciam a extraordinariedade da contagem dos mineiros, cuja sistematização, em situação de estudo formal, seria a definição de uma função do primeiro grau.

Por outro lado, o conceito científico de função foi sendo elaborado historicamente, em circunstâncias próprias, por um conjunto de pessoas que tinham como finalidade o estudo da matemática. Mesmo assim, a história do conceito científico de função, como de outros conceitos matemáticos, é reveladora de uma trajetória marcada por controvérsias e por concordâncias. É assim que no processo histórico do conceito de função não vamos encontrar referências, a ele, pelos estudiosos gregos. A importância do referido conceito é visivelmente percebida no Renascimento, ligado ao desenvolvimento da Análise, e daí se espalha para outros ramos da Matemática.

Atualmente, as funções são objetos matemáticos de grande relevância para o desenvolvimento tanto da Matemática Pura quanto da Matemática Aplicada. Contudo, ainda há, entre os matemáticos, discordâncias a respeito da definição de função. De acordo com Bochner (1991:205), existem duas correntes explicativas para a referida definição: uma que enfatiza a noção de "correspondência" e a outra a noção de "relação". Conforme o autor, "*ambos lançam luz sobre o conceito; porém este não é definível , e qualquer suposta definição seria tautológica*". Acrescenta que as definições apresentadas pelos autores de livros de matemática moderna, não passam de descrições e esforço de uma sintaxe adaptada aos jovens estudantes. Porém, de forma alguma, elas podem ser aceitas como definições de função, capazes de explicar a noção com auto-suficiência.

Caraça (1984), usando a noção de correspondência entre duas variáveis e considerando como um instrumento para o estudo das leis, define função, genericamente, da seguinte forma: y = f(x). Acrescenta outros dois modos de definição de função. Um deles chama de "definição analítica", que traduz uma lei matemática de um determinado fenômeno. Assim, as generalizações, que fizemos anteriormente relacionadas com as contagens dos mineiros, representam definições analíticas de funções particulares do 1º Grau. A outra definição, Caraça chama de "definição geométrica", levando em consideração a imagem geométrica da função, num sistema de referência cartesiano. O autor considera o conceito de função como fundamental para unir dois campos da matemática: álgebra e geometria. Também, alerta-nos para a necessidade de diferenciar os dois modos de definir função (analítico e geométrico) da definição geral. Por exemplo, a função P = 6M definida anteriormente, deve ser entendida como sendo a função P(M), cuja definição analítica é P = 6M.

Karlson (sd:380), por sua vez, comunga com a noção de relação, em vez de correspondência, e diz que a igualdade do tipo P = f(M) não seria uma definição de função. A "fórmula" diz apenas que M deve ser tomado como variável independente e P como variável dependente. No caso específico da contagem dos mineiros, significaria que a quantidade de pás é uma função do tempo M dado em minutos. Karlson consideraria que a função só estaria definida pela equação P = 6M, isto é, por aquilo que Caraça denomina de definição analítica.

As controvérsias de Bochner, Caraça e Karlson mostram que, mesmo se tratando de um conceito científico, a função carece de unanimidade, entre os matemáticos, quando se trata de sua definição. Assim, devemos esclarecer que as generalizações feitas, a partir dos cálculos dos mineiros, não expressam a totalidade das idéias do conceito de função nem a essência da definição de função linear.

O estudo das funções em situação escolar, a partir das relações ou das correspondências entre as medidas e contagens realizadas pelos mineiros que mencionamos anteriormente e outras similares que adiante serão tratadas , é outra possibilidade de pesquisa futura.

Um outro conceito a destacar, que tem ligações com esses já levantados, é o de regra de três, bem como um dos conteúdos escolares, dele advindo, que é a resolução de problemas. As generalizações surgidas a partir das tabelas que relacionavam duas grandezas, substituíram os tradicionais dispositivos de colocação de flechas para indicar se as grandezas são direta ou inversamente proporcionais. A relação que os mineiros fazem entre as grandezas fornecem possibilidades de formulação e resolução de muitos problemas articulados entre si, oriundos de um mesmo contexto e com possibilidades de generalizações.

Vale salientar que a contagem aparece como procedimento de base para os mineiros. Os outros conceitos foram trazidos à tona por nós, como proposição para o estudo em situação escolar. Também não se pode caracterizar a contagem, que os mineiros realizam, como denominação oral dos números com dependência de manipulação dos objetos. A contagem deles é uma ferramenta poderosa capaz de articulação de operações mentais simultâneas, envolvendo valores de duas ou mais grandezas. Trata-se de uma apercepção global, sem especificação de um ou outro raciocínio operativo. A especificação e elucidação desses raciocínios e a consciência de suas existências, por parte dos mineiros ou de alunos, será uma das possibilidades de pesquisa em "aulas de matemática".

A relação mineiro–carvão, gerada na atividade de trabalho, é a mediadora para a formação de uma concepção de distância. Para os mineiros, uma mesma distância pode ter comprimentos diferentes. As circunstâncias e as condições de trabalho foram determinantes para essa concepção. O transporte dos carros da frente de trabalho até o local da manobra (ponto onde os carros seriam guinchados para serem conduzidos até a rua por um cabo de aço acionado a motor) foi um fato preponderante para a formação de um conceito cotidiano de **distância**, ao ponto de podermos dizer que é, de certo modo, generalizado na comunidade. A distância entre a frente de trabalho e a manobra é a mesma, quer no percurso de ida, quer no de volta. Entretanto, para os mineiros, o percurso frente de trabalho–manobra é mais longo do que o percurso manobra–frente de trabalho. A variação da extensão de percurso, admitida pelos mineiros, se explica pelo fato de que, no primeiro percurso, eles despendiam um esforço sobrenatural para empurrar o carro cheio de carvão ou de rejeito. A massa de um carro cheio era de uma tonelada. Geralmente, o deslocamento do carro cheio era feito por dois mineiros, em alguns casos, por uma só pessoa, em outros casos, por três mineiros. O percurso de volta, para eles, era mais curto pelo fato de deslocarem o carro vazio, o que dispensava menor esforço físico.

> *"Serviço de trator e de cavalo que a gente fazia, era quando caía o carro cheio fora do trilho, ou empurrá o carro cheio morro acima. Às vezes a gente pedia para os outros companheiros ajudá. Da frente de trabalho do langol até a manobra dava, às vezes, uns 60 metro; isso na volta, com o carro vazio. Quando a gente ia com o carro cheio, conforme o caso ,se fosse plano ou morro dava até um 200, 300 metro. Com o carro cheio é mais longe. Demora mais".* (mineiro J)

As condições em que o mineiro desenvolvia suas operações de trabalho eram extremamente precárias. Um dos grandes obstáculos era a altura das galerias. Havia a "zona alta", em que o mineiro conseguia trabalhar de pé. O desafio era trabalhar na "zona baixa", em que a altura não ultrapassava 1,30 m, impossibilitando que o mineiro andasse e realizasse sua tarefas em pé. Além da baixa altura da galeria, o mineiro teria que conviver com a escassez de ar que circulava nesses locais. Com a falta de energia elétrica, o quadro respiratório dos mineiros se complicava, causando mal-estar, pois o compressor deixava de conduzir o ar para o interior da galeria. Os mineiros mudam de semblante e de tonalidade da voz, quando fazem referências ao trabalho na zona baixa da mina. Às vezes, expressavam tristeza e outras vezes manifestavam rancor.

> *"Tem local da mina que não dá de trabalhar e andar de pé. A gente fica ali 6 horas trabalhando. Para descansar as cadeiras(coluna), a gente colocava um dormente no parapeito do carro e deitava ali. Ou na lapa. Na boca da mina era alto. Agora, tinha lugar que, para colocar carvão ou pedra dentro do carro, tinha que derrubar a dianteira, encher ele e depois levantá e botá na linha. Não podia encher ele porque ia batê no teto. Tinha que tirá o carro fora do trilho. Ali era o fim da linha ,do trilho. A traseira do carro ficava no chão para ele fica um pouco virado. Aí enchia ele e botava na linha de novo. E a falta de ar? Isso tudo demorava um pouco e fica mais longe pra chega na manobra".*
> (mineiro L)

Além do esforço físico, outro fator que também pode ter contribuído para a formação do conceito cotidiano de distância é a relação espaço–tempo. Com o carro cheio e o desprendimento de esforço, se impunha uma velocidade menor ao carro, o que levaria mais tempo. Para os mineiros, mais tempo implica maior distância. Ou seja, o mesmo trajeto se torna mais longo quando percorrido com maior esforço, conseqüentemente, em maior tempo; e tem a distância correta quando percorrida naturalmente.

Esse conceito cotidiano de distância é muito forte, inclusive nos jovens da comunidade. Para ressaltar, transcrevemos uma manifestação verbal de um jovem que estava concluindo o segundo curso do ensino médio.

> *"Da casa de praia de seu Ademir até o mar dá uns 300 metros prá ir. Quando a gente volta, dá uns 350 metros. Quando a gente levava a prancha, dava uns 400 metros, e na volta dava uns 500 metros."*

Para um jovem que havia cursado o ensino médio e, além do contato com a matemática, teve contato com conceitos da cinemática, não seria de esperar tal raciocínio. Entretanto, o trabalho pesado que originou a formação sócio–econômica também cria essa particularidade conceitual que, ao passar do tempo, se tornou mecânico e automatizado, isto é, fossilizado. Em se tratando de comportamento fossilizado, merece um estudo mais aprofundado futuramente. De acordo com Vygostski (1995), tal comportamento cria dificuldades para análise, necessitando de uma intervenção experimental em sua mecanicidade ao ponto de remontar as suas origens.

Operações diferentes, realizadas pelo trabalhador nas minas de carvão, sinalizam para outros raciocínios quantitativos. Os mineiros transportam o carro até a manobra, daí até a "rua", onde havia uma caixa coletora; o transporte era feito por guincho. O "guinchamento" era feito por dois "manobreiros," um no interior da mina e outro na recepção externa, junto à caixa coletora. Em cada "guinchamento" eram colocados 8 carros. Novamente a contagem se apresenta como uma necessidade indispensável para o desempenho de tarefas específicas da atividade extrativa de carvão. O manobreiro deveria contar os carros, com o cuidado de nunca ultrapassar a 8, pois esta era a capacidade máxima do motor e dos cabos. Para o manobreiro, a quantidade oito passa a ser referência em qualquer contagem que surgisse no seu dia a dia. Tal quantidade era facilmente identificável e passava a ser percebida sem necessidade de recorrer à contagem.

A rapidez e exatidão de contagem são adquiridas pela necessidade de estimar a quantidade de carros em funções práticas. Subjacente a essa contagem, há uma característica do pensamento algébrico que é a "regularidade dos padrões". O manobreiro identifica o oito em qualquer coleção, sem contar, independentemente do número de elementos, mas pelo reconhecimento de padrões perceptíveis, que foram adquiridos no constante convívio com aquela quantidade.

> *"De tanto contá de 8 em 8, seis horas por dia sem pará, eu já sei vê oito em qualquer lugar. Só olho e já digo aqui é 8. Tu sabe que a gurizada tem medo da tabuada de 8 e pra mim é a mais fácil que tem. Também, todo dia eu ficava dizendo: primeira guinchada 8, com a segunda ,16, com a terceira, 24 carro guinchado e, assim, por diante. Dá pra aprender demais tabuada de 8".* (mineiro M)

Nota-se que, além da "tabuada" e do conjunto dos múltiplos de oito, o mineiro M, em suas contagens, ao fazer a relação número de carros/guinchada, também está manifestando a idéia de função linear. O modelo matemático para a situação de contagem pode ser generalizado a partir dos dados organizados da tabela abaixo:

G	C
0	0=8x0
1	8=8x 1
2	16=8x 2
3	24=8x 3
4	32=8x 4
.	.
.	.
.	.
G	C=8xG

O modelo funcional linear será, pois, C = 8G, onde C indica a quantidade de carros e G, a quantidade de guinchadas.

Como o fim da atividade é a extração de carvão, o manobreiro centra a atenção na quantidade de carros. A relação com a quantidade de guinchadas é feita muito mais como instrumento particular de quantificar a produção, em carros, de um determinado período de trabalho. Poderíamos dizer que essa operação mental se origina, em vez de ser uma condição prévia, na execução das operações práticas de atividade.

> *" O que importava era a quantidade de carro, de 8 em 8, e não a quantidade de guinchada. Contá as guinchadas não era exigido pelo feitor. A gente é que contava mais ou menos. Às vezes, até olhava e dizia: tem 20 carro, vai dar duas guinchada e sobra 4. Tudo isso surgia porque a gente é que fazia, mas não era obrigado".* (mineiro M)

O número de guinchadas, mesmo aparecendo como um raciocínio secundário do manobreiro, tem um papel decisivo para outros cálculos mentais que envolvem a relação número de carros/quantidade de guinchadas. "20 carros vai dar 2 guinchadas e sobra 4" é a explicitação da idéia do conceito matemático "ser divisível por". Especificamente, a situação apresentada por M, em Matemática, quer dizer que 20 não é "divisível" por 8, mas 8, 16, 24, ... são números divisíveis por 8.

O manobreiro também determinava - muito mais como um dado para si do que uma operação obrigatória - o número de carros transportados ou guinchados num turno de trabalho, em média de 360 a 400 carros.

"No final do período, dava pra gente ter uma média de quanto tempo levava para os carros subirem. Às vezes, se fazia o contrário. Pelo tempo de subida de uma guinchada, dava pra ver, em média, quantos carros dariam pra manobrar naquele turno" (Mineiro O.).

Além do bom desempenho com operações físicas de trabalho, o manobreiro articula muito bem a contagem entre unidades, de espécies diferentes e agrupamentos diferentes. Na contagem das unidades é interessante notar que uma delas, no caso a quantidade de carros, é palpável e visível. A outra, quantidade de guinchada, envolve relações abstratas com dependência da unidade. As guinchadas não estão ali expostas, podendo ser contadas e apontadas com o dedo indicador; elas são contadas mentalmente com base no pensamento proporcional, onde a cada 8 (carros) tem-se uma unidade de guinchada. Esta dinamicidade do seu pensamento de articular idéias matemáticas não é percebida pelo próprio sujeito, o manobreiro. Para ele, como também para qualquer outra pessoa nas mesmas circunstâncias, todas as relações mentais, originárias das atividades práticas, não lhe chamam a atenção, pois o importante é a produção do carvão. Geralmente, as pessoas envolvidas em atividades centrada no esforço físico, não estão preocupadas com o seus pensamentos, mas na atividade em si.

Os mesmos cálculos também eram feitos pelo manobreiro quando, em vez de carro de carvão, tinha de enviar para fora da mina carros de pedra. Neste caso, cada guinchada era composta de 6 carros, pois a massa de um carro de pedra é maior do que a do carvão. A contagem, neste caso, era de 6 em 6, o que levaria à generalização de um modelo funcional $C = 6G$, aos múltiplos de 6 e à relação "ser divisível por 6". Talvez, por se tratar de pedra e não de carvão, os manobreiros, em suas falas, tangenciaram esses raciocínios, não sendo tão enfáticos como na manobra de carro de carvão.

Outra função indispensável no processo extrativo de carvão é a do apontador. A sua tarefa era controlar o cartão-ponto dos mineiros, a freqüência deles ao trabalho e a produção de cada um. Ao final de cada turno teria que fazer um relatório completo sobre a produção para ser enviada ao escritório da Empresa. A jornada diária de trabalho era de 8 horas. O apontador era um dos poucos operários que, trabalhando na mina, teriam que explicitamente fazer cálculos aritméticos. Um deles é a divisão por 2 da quantidade de carros produzidos por uma dupla (mineiro e ajudante) em cada turno, para registrar a produção individual.

Um dos cálculos mais sofisticados era a produção "per capita" diária. Para a empresa mineradora o que interessava era a quantidade de tonelada de carvão produzida pelos mineiros. Da renda obtida pela venda do carvão, é que saíam os valores em dinheiro para o pagamento, não só do mineiro, como também dos demais funcionários e diretores da empresa. Isto significa dizer que a quantidade de carvão extraída pelos mineiros era rateada entre os demais funcionários para se ter uma previsão do custo da mão-de-obra. O apontador, mesmo tendo dois ou três anos de escolaridade, era o responsável por fazer tal previsão, o que exigia uma série de operações matemáticas.

> *"Eu fazia a média. Por exemplo, trabalhava 600 mineiros (6 horas por dia); 100 diaristas debaixo da mina (6 horas por dia), que são 700 empregados naquele turno; depois tem mais os diaristas de cima da mina que trabalhavam 8 horas. Esses 600 mineiros teriam que trabalhar para pagar eles, mais os 100 diaristas que trabalhavam embaixo da mina e aqueles diaristas que trabalhavam na rua, 8 horas por dia. Essas horas eram convertidas em homens. Por exemplo; 8 homens que trabalhavam na rua 8 horas cada, são 64 horas de serviço. Então dividia por 6, porque seria pago por isso. Esse resultado 10,6 (dez vírgula seis), correspondia o aumento do número de homens. Tudo estava na média.*
> *Daí fazia outro cálculo. Se produzia 1.200 toneladas de carvão, dividia por tantos operários. Agora não precisava fazer mineiro nem diarista porque eu já tinha tudo transformado em operário: o mineiro mais o diarista do subsolo (6 horas) e mais a média dos diaristas da rua (8 horas). Dividia as toneladas de carvão do dia pelo número de operário, então tinha a média da produção diária, ou seja, tantas toneladas de carvão por homem/dia".* (EI)

É notória a desenvoltura e clareza da expressão verbal do mineiro-apontador, ao explicar a seqüência das operações matemáticas que fazia. O trabalhador, não passou por um processo de formação específica para desempenhar suas tarefas, entre as quais os cálculos matemáticos. A aprendizagem da seqüência de operações se deu de uma forma autodidata a partir de conhecimentos aritméticos obtidos na escola elementar. Os cálculos, em geral, eram feitos mentalmente, e o resultado final anotado nas planilhas que eram remetidas ao escritório da empresa. Podemos sistematizar os cálculos do apontador da seguinte forma:

Média diária de produção por operário = 1.200 toneladas ÷(600 + 100 + 10,6)

(m) mineiro

(ds) diarista do subsolo

(mdr) média dos diaristas da rua

=1.200 t ÷ 710,6 op = 1,69 t/op

O modelo fracionário poderia ser expressado por:

$$\text{Média diária de produção por operário} = \frac{1.200\ t}{\underset{m}{600} + \underset{ds}{100} + \underset{mdr}{10,6}} = \frac{1.200\ t}{710,6\ op} = 1,69 t/op$$

As representações acima já incluem o cálculo feito preliminarmente pelo apontador, 8 × 8 ÷ 6 (8 diaristas da rua × 8 horas de trabalho ÷ 6 horas), que representa a transformação do trabalho do diarista da rua em equivalência ao do mineiro. Incluído esse cálculo, as expressões ficariam:

Média diária de produção = 1.200 ÷ [600 + 100 + (8 × 8 ÷ 6)]

= 1.200 ÷ [600 + 100 + 10,6]

= 1.200 ÷ 710,6

= 1,69 t/op

O modelo fracionário seria:

$$\text{Média diária de produção} = \frac{1.2000}{600 + 100 + \frac{8 \times 8}{6}}$$

$$= \frac{1.200}{600 + 100 + \frac{64}{6}}$$

$$= \frac{1.200}{600 + 100 + 10,6}$$

$$= \frac{1.200}{710,6}$$

= 1,69 t/op

Parece que os procedimentos acima são os mesmos adotados pelo apontador. Entretanto, a diferença significativa está na sua sistematização escrita que exige, além da habilidade dos cálculos mentais, a habilidade de traduzir simbolicamente obedecendo a critérios rigorosos. Para se chegar ao nível de sistematização, apresentado anteriormente, é necessário um processo de estudo, rico em mediações. É preciso tempo, é preciso que se destaquem idéias, evidências e necessidades.

Por sua vez, o mérito dos cálculos do apontador está na sua habilidade mental de realizar uma série de operações matemáticas articuladas entre si que culminava com a produção *per capita* diária. Habilidades essas, que não encontramos em um número significativo de alunos do ensino médio e universitários.

O processo de apropriação da forma elaborada do conhecimento matemático escolar, como foi apresentado anteriormente e outras que serão desenvolvidas adiante, também tem diferença significativa daquele enfatizado pelos próprios livros didáticos bem conceituados e recomendados pelos órgãos oficiais, como também de suas propostas curriculares. As sugestões, ali contidas, enfatizam que toda situação de ensino-aprendizagem deva ter como ponto de partida uma situação problema. Porém, uma análise desses livros e propostas nos mostrará que os exemplos de problemas ou situações sugeridos, geralmente, são de agrado do proponente e não do contexto de aprendizagem do aluno. Na maioria das vezes, impõem aos alunos um caminho para chegarem a um resultado. O resultado é a culminância do processo. Já o processo de teorização do conhecimento que temos sugerido, parte de uma síntese, no caso anterior de um resultado numérico já conhecido (1,69) como mediador para a análise que subsidiaria a elaboração de novas sínteses. O pressuposto é de que o processo, síntese cultural – análise – nova síntese, contribuiria para que os alunos estabelecessem critérios e procedimentos que levariam à generalização e à abstração, duas características do pensamento teórico. Para esclarecer o que entendemos por pensamento teórico, recorremos a Davydov (1998:148) quando afirma que "*a essência do pensamento teórico é ser uma forma específica de aproximação humana, uma maneira de entender as coisas e eventos analisando as condições de sua origem e desenvolvimento*". O mesmo autor chama a atenção para que o pensamento teórico não seja identificado com o que comumente é chamado de pensamento abstrato com base no raciocínio verbal.

Para Davýdov (1982 e 1998), há uma natureza essencialmente distinta entre a generalização empírica e a generalização teórica. A primeira tem por base os procedimentos indicativos de características semelhantes observáveis em objetos físicos e fenômenos. Posteriormente, essa categorização e classificação do objeto é expressada verbalmente. Assim a noção "círculo" é generalizada, por um aluno, a partir da observação de uma série de objetos redondos como tampas de embalagens cilíndricas, rodas, tortas e outros, apresentados pelo professor. Na apresentação dos objetos, o professor enfatiza a característica comum a eles, isto é, ser redondo e, como forma geométrica recebe o nome de "círculo". A segunda, generalização teórica, permite que o aluno reproduza a essência do objeto não só no plano material, mas principalmente no plano mental. Apropriar-se de um objeto teoricamente, significa o domínio de sua forma ideal encontrada e desenvolvida nas condições que lhe deram origem e desenvolvimento. A figura do "círculo" é definida teoricamente quando obtida pela rotação de uma linha com uma extremidade fixa e a outra livre.

Há uma diferença significativa entre a forma de definir o círculo empiricamente e teoricamente. No primeiro caso, quando é feita pela comparação de vários objetos, o aluno só aprendeu a identificar círculos. Com isso, corre o risco de considerar em vez da superfície, o objeto, como círculo. Assim o cilindro passa a ser considerado como sendo um círculo que é uma figura bidimensional. Confusões desse tipo são abundantemente encontradas nas obras de Zoltan P. Dienes, quando se refere às peças cilíndricas dos blocos lógicos que denomina de círculo "grosso" e círculo "fino". Agora, quando a definição de círculo é feita teoricamente, pela rotação, não requer nenhum conhecimento prévio de objetos redondos. As características do objeto não estão necessariamente expostas no objeto. É preciso descobri-las em um espaço teórico.

Neste sentido, é importante notar que a sistematização feita anteriormente, a partir do problema a ser resolvido pelo apontador, exige uma série de manipulações aritméticas e algébricas indispensáveis para se chegar ao resultado final. No processo de sistematização, aquela situação, surgida de uma operação de trabalho, se transforma em instrumento de análise e de verificação do que é possível e do que não se pode resolver aleatoriamente, para não se chegar a resultados absurdos. As expressões matemáticas passam a ser modelo explicativo de uma situação e dão amplas oportunidades de generalização. Os colchetes, os parênteses, a ordem de resolução de operações são direcionados por um resultado conhecido previamente, isto é, são necessidades lógicas, determinadoras de critérios. Eles não aparecem como os receituários de passos a seguir, trazidos pelos livros textos, do tipo: "Para resolver uma expressão numérica, procede-se da seguinte maneira: 1º eliminam-se os parênteses, 2º os colchetes ."

As regularidades, que são constitutivas do pensamento algébrico, estão presentes na situação matemática sistematizada acima; por isso, possibilitam a generalização de um modelo específico para aquela Empresa.

Produção *per capita* diária = produção de carvão ÷ [nº de mineiro + nº diarista subsolo + (nº diarista rua × 8 ÷ 6)]

O modelo fracionário seria:

$$\text{Produção } \textit{per capita} \text{ diária} = \frac{\text{Produção de carvão (em toneladas)}}{\text{nº de mineiro + nº diarista subsolo} + \dfrac{\text{nº diarista rua} \times \text{8 horas}}{\text{6 horas}}}.$$

Passando de uma linguagem retórica e sincopada para a simbólica:

$$P = p \div [M + D + (8.d \div 6)] \text{ ou } P = \frac{p}{M + D + \dfrac{8.d}{6}} = \frac{p}{M + D + \dfrac{4.d}{3}}.$$

onde:

P = produção "per capita" diária

p = produção diária de carvão, em toneladas

M = número de mineiros

D = número de diaristas do subsolo

d = número de diarista da rua

Além da produção *per capita* de carvão, o apontador também determinava a produção diária de cada mineiro, isto é, daqueles que realmente retiravam o carvão na frente de trabalho. Como já foi dito, cada mineiro era reconhecido por um número contido em fichas. Em cada carro enchido e transportado para fora da mina, o mineiro colocava uma ficha com o seu número. O apontador ia separando as fichas de cada mineiro para, no final do turno de trabalho, proceder a contagem. O total de fichas de cada mineiro era multiplicado por 700 (quantidade de Kg por carro) e dividido por 1.000 Kg (1 tonelada) para se determinar a quantidade de toneladas, contida naquele número de carros. O resultado ainda era dividido por 2, para se saber quantas toneladas de carvão foram extraídas pelo mineiro e pelo seu ajudante.

> *"Por exemplo, chapa dezesseis produziu 8 carros. Eu já sabia quanto dava, no final do dia. Eu já sabia que é 56, 8 x 7, porque cada carro tinha em média 700 quilos.*
> *Dava em média 5 toneladas e 600 quilos. Dividia por 2, então dava 2 e 800 para cada um. Botava lá no ponto e mandava o ponto lá pro escritório central".* (EI)

Tais cálculos podem ser traduzidos por:

$$\text{Produção diária de cada mineiro} = \frac{700\ \text{Kg (cada carro)} \times 8\ (\text{n}^{\text{o}}\ \text{de carro})}{1.000\ \text{Kg (1 tonelada)}} = 5{,}6\ \text{t}$$

$5{,}6\ \text{t} \div 2 = 2{,}8\ \text{t}$ para o mineiro e para o ajudante.

Simplificando ainda mais, a expressão ficaria:

$$\text{Produção diária de cada mineiro} = (700 \times 8 \div 1.000) \div 2$$

Na forma fracionária:

$$\text{Produção diária de cada mineiro} = \frac{\frac{700 \times 8}{1.000}}{2}$$

Generalizando para qualquer quantidade de carros C, teríamos:

$$\text{Produção diária de cada mineiro} = (700C \div 1.000) \div 2, \text{ ou:}$$

$$\text{Produção diária de cada mineiro} = \frac{\frac{700C}{1000}}{2} = \frac{700C}{2000} = \frac{7C}{20} \text{ ou } 0{,}35C$$

Verificando para C = 8, como no exemplo citado pelo apontador, a produção individual do mineiro ou do ajudante será:

$$\frac{7 \times 8}{20} = \frac{56}{20} = 2{,}8 \text{ toneladas, ou } 0{,}35 \times 8 = 2{,}8 \text{ toneladas}$$

Novamente a sistematização define analiticamente uma função linear, isto é, P = 0,35C, onde P é a produção diária e C a quantidade de carro

Vale observar que a empresa estabelecia como 700 Kg a massa de carvão contida num carro, quando era para ser marcada para o mineiro e o seu ajudante. Entretanto, tem mineiros que questionam essa quantidade de massa de carvão e estimam em 1.000 Kg por carro. Se a estimativa desses mineiros é a correta, significa dizer que eles eram lesados em aproximadamente 1/3 da sua produção. O julgamento desses mineiros é feito com base apenas nas suas experiências práticas e intuição. Segundo eles, nunca tiveram oportunidade de calcular de forma precisa, recorrendo ao conceitos científicos ou a instrumentos de medida, a massa de carvão contida em um carro. Isso não ocorrendo, os mineiros e o apontador absorvem os padrões matemáticos segundo a lógica da empresa.

O trabalho do apontador era fortemente vigiado por um fiscal. Este conferia todas as contagens de chapas, verificava se os carros estavam completamente cheios e observava a presença ou não de rejeitos misturados com o carvão. Qualquer anormalidade observada, implicaria diminuição do número de carro para os mineiros infratores. Outra competência do apontador era o controle da entrada e saída de todo material de consumo, utilizado numa determinada mina. Além disso, com a centralização do escritório na sede do município, passou a ser responsável pelos *"pedidos de ordem, pedido de vale, geralmente às quartas-feiras. Uma espécie de adiantamento como se diz hoje".* (EI)

Com as novas atribuições, provavelmente, surgiram novos números e com eles novos cálculos eram realizados pelo apontador. Porém, não foram explicitados e necessitariam de um estudo investigativo mais específico. Não o fizemos, pois não era nossa intenção forçar evidências e sim captá-las da forma mais natural possível.

Todos os raciocínios matemáticos manifestados pelos trabalhadores são significações que eles possuem e são restritos às necessidades imediatas de furar, manobrar, encher os carros, apontar, etc., racionalmente. Dito de outra maneira, essas significações são determinadas pela necessidade de efetuar as operações que constituem o conteúdo do trabalho. Elas são significações objetivas. Para o trabalhador nas minas de carvão, a furação tem significação objetiva de furação; a manobra a de manobra; o apontamento a de apontamento; o transporte de carros, a de transporte de carro; a extração de carvão, a de extração de carvão ... no momento em que cada uma dessas operações são realizadas.

Entretanto, o sentido que o trabalhador dá à atividade extrativa não coincide com a sua significação objetiva. Como já foi dito, o sentido depende do motivo. O sentido da extração do carvão para o mineiro é determinado pelo fator que o leva a extrair o carvão. Este fator é estranho aos procedimentos geradores da produção e à sua significação objetiva.

O fator que estimulou o mineiro a extrair o carvão, isto é, que deu sentido para a sua produção foi o salário. Tudo o que o mineiro fazia no seu período de trabalho voltava-se para o salário. As condições, estabelecidas em diferentes etapas evolutivas do processo de extração do carvão, tinham implicitamente o motivo da empresa: o lucro. Como tal, inculcavam a otimização, em que a grandeza "produção" está relacionada de modo inversamente proporcional a outras, isto é, mais produção e mais lucro só é interessante quando estão relacionados com menos operários, menos custo e menos tempo.

A empresa cria, neste caso, elementos estranhos aos mineiros, mas que os incitam a produzir mais como parâmetro para obter o salário. Dessa forma, segundo Leontiev (1978), as operações de trabalho, nas quais se incluem procedimentos matemáticos, além de terem suas significações objetivas, possuem em seu conjunto o salário como significação subjetiva. Embora, o salário tem implicações objetivas no acesso à materialidade.

O salário, na história da atividade de extração do carvão pela Companhia Barro Branco, é estabelecido por critérios que foram sendo mudados de acordo com: a expansão de frentes de trabalho, as necessidades de consumo do carvão no país, a mudança na legislação trabalhista e, finalmente, as metas traçadas. Nos primórdios da exploração de carvão, em Guatá, as minas não eram subterrâneas, mas do tipo "céu aberto" ou "mina do dia", como eram chamadas pela população. Essa forma de exploração exigia tecnologias rudimentares; basicamente se utilizava a pá, a picareta, a força do mineiro e algumas vezes de animais (cavalos). Todas as operações de trabalho eram efetuadas pelo mineiro, não havendo uma divisão técnica do trabalho.

O salário se constituía numa variável dependente – diretamente proporcional - do número de horas trabalhadas e do valor pago por hora. Como diziam os mineiros, "*a gente ganhava por hora*". Cada hora trabalhada tinha um valor x. Assim sendo, o salário do mineiro esboça também um modelo matemático de função linear da forma S = ah, em que **S** representa o salário, **a**, o valor fixo da hora e **h**, a quantidade de horas trabalhadas. A forma de pagamento exigia um controle rigoroso do mineiro para que suas horas fossem marcadas corretamente pelo feitor. A contagem das horas diárias e a soma das horas mensais eram cálculos mentais que não faziam parte do rol das operações de trabalho, estabelecidas pela empresa, que os mineiros deveriam executar diariamente. Entretanto, cada mineiro, a seu modo, efetivava-as como uma forma de fiscalizar o seu próprio trabalho.

> *"Os feitor eram bom, mas a gente achava um jeito de marcar as horas que trabalhava. Todo dia a gente somava as horas que já tinha trabalhado. No final do mês, a gente conferia. Vamo supor se o valor da hora fosse 3 cruzeiro, então era só fazê de vezes 200 horas trabalhada, que dava 600 cruzeiros".* (Mineiro E)

Especificamente, o salário poderia ser calculado por:

Hora	0	1	2	3	4	5	...
Salário	0	3	6	9	12	15	...

Daí, surge a definição S = 3h, em que S representa o salário e h o número de horas trabalhadas. No caso do mineiro ter trabalhado 200 horas, isto é, o cálculo de S(200), tem-se:

$S = 3 \times 200$

$S = 600$ cruzeiros

Em sala de aula, deveriam ser ressaltadas as condições de existência do domínio da função. Por exemplo, não teria sentido determinar o salário para h pertencente ao conjunto $Z-$

Um outro cálculo a ser feito era quando ocorria o reajuste salarial estabelecido pelo Governo Federal ou pela própria empresa. O cálculo era feito pelos funcionários do escritório. Alguns trabalhadores aceitavam como correto, outros refaziam os cálculos e conferiam entre si.

Isto era muito mais uma questão pessoal do que uma necessidade, pois os cálculos eram feitos por órgãos representativos da categoria, por sinal, muito atuantes em prol dos direitos do Trabalhador. Anteriormente ao ano de 1952, existia a Associação Profissional dos Trabalhadores na Extração do Carvão de Orleans. Em 13/11/52, esta Associação se transforma em Sindicato dos Trabalhadores na Indústria de Extração do Carvão de Orleans. Com a emancipação do município de Lauro Müller, passou a ser chamado de Sindicato dos Trabalhadores na Indústria de Extração do Carvão de Lauro Müller.

O cálculo do aumento salarial, quando feito pelos trabalhadores, era realizado mentalmente.

> *"Era só multiplicá e depois somá com o que a gente ganhava antes. Se eu ganhava 300 cruzeiros e viesse um aumento de 20 por cento, eu multiplicava 3 vezes 2, seis. Esse seis qué dizê 60 cruzeiros. Então eu passava a ganhar 360 cruzeiro."* (mineiro E)

Os cálculos do mineiro E foram aprendidos com outros trabalhadores, com alguém da família, principalmente com o pai. O mineiro só trabalhou na "mina do dia" e conta como um seu amigo, que só sabia assinar o nome e contar, mas não sabia multiplicar, fazia o cálculo do aumento salarial:

> *"O seu Al, um bêbado, mas gente muito boa, não sabia as conta direito. Só sabia assiná o nome porque tinha que votá nas eleições pro PTB do Getúlio. Era PTB rachado. Ele era quase analfabeto, era um pouco atrasado. Conhecia o dinheiro, sabia contá dinheiro. Então ele fazia assim: o salário era trezentos, ele pegava três pedras mais grande, cada uma valia cem. O aumento era de vinte por cento então ele pegava vinte pedrinhas e colocava do lado de uma pedra de cem, depois outras vinte e colocava do lado de outra pedra e outras vinte, do lado da outra de cem. Depois contava tudo; ia dá o trezentos e sessenta. Isso até é vergonhoso, muitos ria dele. Ninguém enganava ele, não".* (Mineiro E)

Os procedimentos mentais adotados pelos dois trabalhadores, embora apresentassem dois componentes diferentes dos diversos que compõem o sistema conceitual de porcentagem, têm algo em comum: ambos são puramente aritméticos.

Observa-se que E faz os cálculos mentais para determinar o valor do aumento salarial, valendo-se do componente multiplicativo e aditivo que compõem o conceito de porcentagem. Parece ridicularizar o procedimento do amigo. Seus cálculos mentais são realizados, sem no entanto, saber as razões matemáticas dos mesmos. Resolve o problema de um modo aparentemente conceitual, porém a interpretação da solução ocorre em um nível preconceitual. Por sua vez, Al não recorre a princípios puramente multiplicativos, mas sim, aditivos como se estivesse processando uma contagem.

Levando em conta as circunstâncias de trabalho e o fato desse mineiro nunca ter freqüentado a escola, os cálculos dos percentuais de aumento salarial, por ele realizado, têm um grande valor pedagógico. Há uma relação muito íntima entre ação mental e a ação física. A recorrência, por parte do mineiro, às pedras de carvão dispostas de forma organizada seguindo um critério, tem uma dupla função. Uma delas é a de elemento mediador que auxilia o sujeito a estabelecer relações no processo de análise e síntese de determinar o valor do novo salário. A segunda função é a de comunicação, isto é, a de signo numérico. Como o mineiro não sabia escrever os numerais indú-arábicos, considerados como universais e utilizados nos algoritmos e sistematizações aritméticas, ele cria com as pedras de carvão uma maneira de expressar seus cálculos.

Há que se considerar, no entanto, que essa forma de cálculo é, conforme Vygotski (1995:63), uma formação histórica surgida de maneira estereotipada, em determinadas circunstâncias, em épocas remotas da humanidade. Surpreendentemente, ela tem se manifestado como *"vestígios históricos em estado pétreo e ao mesmo tempo vivo na conduta do homem contemporâneo"*.

Considerando o atual estágio de desenvolvimento da Matemática, o procedimento de cálculo do mineiro é uma forma rudimentar da aritmética, mas tem o seu mérito por razões de ordem históricas e de ordem pessoal. Segundo Vygotski (1995:81), esse procedimento de cálculo, em uma determinada etapa da história da humanidade, foi de grande importância e serviu de ligação para a passagem da aritmética natural à aritmética cultural. O grande mérito pessoal do mineiro, além do procedimento em si, foi explicitar muito bem um dos componentes ou a idéia central do conceito de porcentagem, ou seja, "de cada cem".

A representação que o mineiro fazia com as pedras se assemelha com o desenho a seguir:

$\boxed{100}$ O O O O O O O O O O O O O O O O O O O O

$\boxed{100}$ O O O O O O O O O O O O O O O O O O O O

$\boxed{100}$ O O O O O O O O O O O O O O O O O O O O

---

100 + 20 + 100 + 20 + 100 + 20 = 300 + 60 = 360

As duas maneiras de calcular o aumento do salário tendem a ser também um instrumento didático, mediador da aprendizagem dos alunos do conceito de porcentagem. Ambas as formas são significativas para a elucidação, no ensino escolar, por se tratarem de idéias parciais de um complexo sistema conceitual. Como diz Kozulin (1994:161), todo processo educativo de um conceito implica diferenciar consideravelmente *"entre aprender a operar com conceitos e tornar-se consciente da estrutura conceitual empregada".* Tornar-se consciente de um conceito, no caso o de porcentagem, significa a capacidade do sujeito da aprendizagem de encontrar e evidenciar as condições de origem e desenvolvimento do mesmo. Sendo assim, não significa apenas fazer uma multiplicação sem demonstrar entendimento do processo que gerou tal síntese, como nos cálculo do mineiro E.

As situações de cálculos percentuais dos dois mineiros também parecem propícias para estabelecer relações da evolução histórica do referido conceito, tanto no nível local, quanto no científico. Uma situação de ensino-aprendizagem em que as interações professor-alunos fossem mediadas pela análise dos cálculos dos mineiros com ênfase nos aspectos lógico-matemático e histórico, na certa traria contribuições para que os alunos se apropriassem do conceito teórico de porcentagem. Está aí mais uma possibilidade de pesquisa em sala de aula.

Novos raciocínios matemáticos, envolvendo salário, vão sendo elaborados pelos trabalhadores à medida que surgem novas tecnologias e novas formas de exploração do carvão. Eles aparecem na relação produção x salário, no momento em que a exploração do carvão passa a ser em galerias subterrâneas. A partir daí, três modalidades de salários surgiram.

A primeira diz respeito a um **salário fixo** mensal, condicionado ao cumprimento de uma **tabela** diária. A tabela significa a quantidade de carros de carvão a ser extraída diariamente pelo mineiro e seu ajudante. Variava conforme a galeria. Normalmente, os mineiros que trabalhavam nas galerias-mestras tinham como tabela 7 carros de carvão, pois também teriam que tirar os rejeitos. A dupla que trabalhava nos langóis, teria que extrair 9 carros de carvão, pois não havia necessidade de extrair os rejeitos. Já a tabela nos pilares era de 10 carros, e também não necessitava de extrair os rejeitos. A diferença dos 9 carros do langol para 10 no pilar está relacionada com a distância até o local de manobra. O carvão dos langóis era extraído à medida que a galeria-mestra ia se aprofundando da entrada e, conseqüentemente, afastando-se da manobra. Depois da extração do carvão de um certo número de langóis, os mineiros voltavam, em sentido oposto, extraindo o carvão dos pilares, o que ia tornando menor a distância até a manobra.

O salário, sendo fixo, não desafia o trabalhador à elaboração de cálculos matemáticos que determinassem o quanto ganharia num determinado mês, pois já era garantido desde que fosse cumprida a tabela, diariamente, no período de seis horas. Caso cumprissem a tabela em menor tempo, os mineiros não precisariam permanecer no local de trabalho até atingir as seis horas. Em contrapartida, eles eram obrigados a cumprir a tabela no período de tempo. Nesse sentido, não havia justificativa que convencesse os feitores a tolerar o descumprimento da tabela. Caso isso sucedesse, o mineiro recebia advertência, no máximo em duas ocorrências; em uma terceira, seria demitido.

> *"Havia muita injustiça, pois o feitor não olhava as condições de trabalho daquele dia. A gente tinha que tirá a tabela na marra".* (Ch)

Diante das circunstâncias, os mineiros planejavam e executavam formas de acidente de trabalho.

> *"Quando a gente via que não dava pra tirá a tabela, fazia força pra pelo menos tirar a metade da tabela que já dava pra um. Então outro provocava um acidente. Assim a gente não ia pra rua".* (Jm)

Para provocar o acidente, verificavam que órgão do corpo o contrato do Seguro-Trabalho estabelecia como o de maior valor para ressarcimento. Muitos mineiros, nesse caso, chegavam ao ponto de amputar um dos dedos da mão, como forma de assegurar o emprego e aumentar o salário.

O salário fixado por tabela gera pouca oportunidade para o desenvolvimento de operações numéricas. A mais evidente é a contagem do número de carros para se chegar ao limite da tabela. A subtração também aparecia em sua idéia aditiva, isto é, o mineiro sabia a quantia de carros que havia extraído até um determinado momento e, a partir dela, contava até o número estabelecido pela tabela. Por exemplo, se a tabela fosse 10, e o mineiro houvesse tirado 4 carros num determinado momento, ele não fazia mentalmente 10 – 4 = 6, mas contava a partir do 4 até chegar no 10: 5, 6, 7, 8, 9, 10. Como contava 6 números, 6 significava a quantidade de carros que ainda faltava.

A segunda modalidade de salário decorrente da exploração de carvão, em galerias subterrâneas, surgiu em 1968 com a implantação do fundo de garantia. Esse novo fato das relações de trabalho causou polêmica e insegurança por parte dos mineiros. Como conseqüência, eles foram divididos em duas categorias. Uma delas é a do mineiro **estabilizado**, constituída por aqueles que, em 1968, possuíam dez ou mais anos de tempo de serviço. Esses não podiam ser demitidos, a não ser em casos extremos por justa causa. A outra categoria era constituída pelos mineiros de **fundo de garantia**; não eram estabilizados e tinham menos de 10 anos de tempo de serviço. Também entravam nessa categoria aqueles que seriam admitidos a partir daquela data.

O salário dos mineiros de fundo de garantia continuou a ser determinado pela tabela. Eles até podiam exceder a tabela, mas não implicaria em aumento salarial. Por sua vez o mineiro estabilizado tinha um critério diferenciado para o seu salário. Tinha um salário fixo, com a possibilidade de ganhar mais a cada carro extraído acima da tabela estabelecida. Para essa categoria não havia qualquer tipo de punição, quando não atingisse a meta. Com a preocupação de evitar abusos nesse sentido, a empresa mineradora propôs o salário fixo pelo cumprimento da tabela, acrescido de uma salário variável, que dependia da quantidade de carro extraídos além da tabela.

> *"Vamos dizer que o salário era de 500 cruzeiros. Tirasse ou não a tabela, aquilo ali estava ganho. Agora, se tirasse carro a mais que a tabela, cada carro valia, vamos dizer, 4 cruzeiros".* (EI)

Os cálculos do salário mensal dos mineiros estabilizados pode ser expressado por um modelo funcional do tipo S = 500 + 4C

C	S
0	500=500+4x0
1	504=500+4x1
2	508=500+4x2
3	512=500+4x3
.	.
.	.
.	.
C	S=500 + 4C

Na função S = 500 + 4C, S representa o salário e C a quantidade de carros de carvão extraída acima da tabela.

A representação matemática do salário do mineiro estabilizado define analiticamente uma **função afim,** que pode ser generalizada para: S= s + vc, onde S é o salário; s, o salário fixo; v, o valor pago a cada carro extraído acima da tabela e c, a quantidade de carros acima da tabela.

Em 1974, praticamente não existiam mais mineiros estabilizados, pois já tinham atingido os 15 anos de tempo de serviço necessários à aposentadoria. A terceira modalidade de salário surgida, com a exploração do carvão em galeria, é similar àquela do mineiro estabilizado, com a diferença de que o mineiro teria que cumprir a tabela. O mineiro tinha um salário fixo com o cumprimento da tabela e mais um salário variável, conforme o número de carros extraídos acima da tabela.

Assim, por exemplo, um mineiro que tinha como tabela 5 carros diários, teria um salário fixo de Cr$ 400,00, se cumprisse diariamente a tabela. Entretanto, a cada carro extraído, diariamente, a mais que 5, o mineiro teria seu salário acrescido de um valor c, por exemplo, Cr$ 3,00. Matematicamente, esta situação poderia ser representada por S= 400+3c, uma função afim, em que S representa o salário e c, a quantidade de carros a mais que a tabela.

Essa forma de salário motivou os mineiros a produzirem mais, pois além da quantia fixa, o salário aumentava proporcionalmente ao número de carros extraídos além da tabela. Um exemplo peculiar é o mineiro N considerado, em sua época, o que conseguia extrair a maior quantidade de carros por dia. Demonstrando um potencial físico ímpar, chegava a tirar 40 carros diários, ou seja, 30 a mais que a tabela. No início, fazia os cálculos para prever seu salário mensal de forma sistemática seguindo o raciocínio da função afim. Com o passar do tempo começou a perceber que estava sendo lesado.

> "*Eu era um trator, um cavalo. Eu tirava em média 40 carros por dia, sozinho. Não gostava de trabalho em dupla. Eu tirava o triplo dos outros. Tinha alguns que só tirava a tabela mesmo, 240 por mês, pois a gente trabalhava nos sábados. Eu tirava praticamente o triplo deles: 40 x 24, 4 x 2 é oito e 4 x 4 é 16. Então, 800 + 160 = 960. Eu pensava que ia ganhar o triplo deles; ganhava sim, mais do que eles, mas não era o triplo não. Era bem menos. Com o tempo, fui entendendo que quem ganhava mesmo era a companhia*".(N)

O raciocínio matemático subsidia o mineiro N para avaliar criticamente a relação produção x salário e produção x lucro. Além disso, é interessante destacar dois aspectos: os cálculos mentais feitos para multiplicar 40 por 24 e também o conceito matemático de triplo. Na multiplicação, ao dizer 4 x 2 é 8, está multiplicando 40 por 20 e, ao dizer 4 x 4 é 16, está multiplicando 40 x 4. Diríamos que o mineiro aplicou a propriedade distributiva da multiplicação em relação à adição. De forma sistemática:

$$\begin{aligned} 40 \times 24 &= 40 \times (20 + 4) \\ &= 40 \times 20 + 40 \times 4 \\ &= 800 + 160 \\ &= 960 \end{aligned}$$

A multiplicação é uma operação muito presente nos cálculos mentais dos trabalhadores nas minas de carvão. Ela aparece, como tivemos a oportunidade de evidenciar, em várias situações de quantificações, exigidas não só pelas questões salariais, como também nas diversas operações de trabalho. A sua forma de resolução mental difere dos procedimentos dos algoritmos, convencionalmente adotados nas escolas. O mineiro, ao multiplicar dois números, começa pelo algarismo de maior ordem para a menor, enquanto os algoritmos efetuam da menor para a maior. Outro aspecto é a capacidade de computar mentalmente a multiplicação de números maiores, por exemplo, centenas com centenas: 400 x 300, eles multiplicam como 4 x 3 e, imediatamente, dão como resultado 120.000.

Com respeito aos raciocínios matemáticos elaborados pelos mineiros, vale salientar que eles surgem da necessidade de incorporar suas operações concernentes à atividade extrativa do carvão. Tais raciocínios se caracterizam muito mais como idéias de senso comum do que idéias mais racionais, providas de conhecimentos científicos. De forma alguma, mesmo pelas características culturais da comunidade, um mineiro que soubesse a definição de função afim, diria: A relação entre a quantidade de carro de carvão que extraía e o meu salário mensal é definida pela função do tipo S = a + bx. Isso não soaria conveniente e se tornaria ridículo, pois foge totalmente da linguagem cotidiana e dos padrões culturais da localidade.

A linguagem cotidiana, no caso dessa comunidade, é muito mais abrangente e convincente do que a linguagem escolar que traduz conceitos científicos. É com muita fluência que as pessoas interagem pela linguagem cotidiana, pois ela permite a comunicação reveladora de significados comuns. É muito mais simples e soa melhor aos ouvidos de quem emite e de quem recebe a mensagem, dizer: o meu salário, este mês, é duzentos e cinqüenta reais porque tirei quinhentos carros de carvão a mais que a tabela. Dizer que esta situação representa, em Matemática, um modelo funcional, trata-se de uma maneira sofisticada de ver um fato do cotidiano, exigindo a capacidade das pessoas de distinguir as duas maneiras de ver a mesma situação.

4.3. NOVAS ATIVIDADES DE TRABALHO, NOVOS CONCEITOS MATEMÁTICOS

Com o fechamento das minas de carvão, em 1991, as perspectivas de trabalho garantido se esgotaram. Exauriu-se a garantia de trabalho, situação que, historicamente, havia gerado na população uma certa comodidade. Surge, assim, a necessidade de buscar novas alternativas para as pessoas que estavam naquele mercado de trabalho. Também as pessoas mais velhas (a grande maioria mineiros aposentados) procuram novas fontes para aumentar a renda familiar. Nas duas situações de busca de novos rendimentos, o parâmetro tem sido o salário anterior. Poucos foram aqueles que ousaram extrapolar tal limite.

O desafio que se apresenta leva as pessoas a optarem por empregos cuja atividade exige mais esforço físico do que intelectual. Procuram empregos, como operários, nas indústrias localizadas em municípios vizinhos; partem para atividades liberais como pedreiros e carpinteiros ou, ainda, optam pela atividade agrícola, principalmente como arrendatários de terras para a plantação de fumo.

A mudança ocorrida gera conflitos de ordem social e cognitiva pelo fato de exigir novas aprendizagens relacionadas às novas operações de trabalho e, conseqüentemente, novos raciocínios matemáticos. Estes envolvem, basicamente, raciocínio aritmético. Embora consistam de conceitos aritméticos naturais, esses raciocínios exigem, por parte das pessoas, novas aprendizagens, pois as mesmas necessitam acrescentar algo novo aquilo que já sabem, e transferir para outras situações. A aprendizagem de uma forma de aritmética para outra, conforme Vygotski (1995:209), é sempre conflitiva para aqueles que necessitam aprender.

Os trabalhadores manifestam, em suas falas, os conflitos que vivem:

> *"Foi difícil, porque a gente teve que parti do zero. Teve que aprendê coisa que nunca tinha feito. Antes, a gente chegava na mina, estava tudo lá, até as ferramenta. Agora, eu tive que adquiri ferramenta por ferramenta e até inventá algumas. A gente quebra a cara porque tá sozinho e tem que pedi ajuda pros desconhecido, ou fica olhando os outro, escondido. Quem sabe não qué ensiná porque vai tê mais um concorrente. É um pouco difícil no começo. Depois de aprendê, se torna fácil"*. (To)

Como vimos anteriormente, enquanto trabalhador nas minas de carvão, o mineiro desenvolveu uma série de raciocínios matemáticos cotidianos perceptíveis e aplicáveis basicamente para aquela atividade. Tempo, espaço, velocidade, cálculos aritméticos financeiros e outros, dificilmente eram generalizados. Agora, no exercício de outra profissão, outros raciocínios são necessários e diferem daqueles que possuíam. De acordo com Rubstein (sd: 396):

> *Quando o homem inicia uma determinada atividade profissional, ao começar a preparar-se para realizá-la, produz antes de tudo, uma seleção das atividades psíquicas (ou das atitudes elementares que já se têm formado) exigidas objetivamente pelo tipo dado de atividade."*

Encontramos algumas manifestações matemáticas nas falas e nas atividades laborais, sendo umas mais e outras menos expressivas como: cubagem de madeira, fabricação de tijolos, demarcação de terrenos para construção e das linhas do campo de futebol, atividades comerciais e atividades agrícolas. Algumas delas evidenciaremos por terem características por nós desconhecidas e não encontradas em literatura e pesquisas similares. Com isso não queremos dizer que tais raciocínios matemáticos são exclusividades das pessoas daquela comunidade. O que queremos dizer é que são procedimentos de cálculos matemáticos peculiares que não foram detectados em outras pesquisas. Eles não representam avanços em termos de conhecimento matemático ou em termos conceituais, mas têm sua originalidade em termos de procedimentos, por se tratarem de procedimentos primitivos e fossilizados.

Na localidade, há uma serraria, onde algumas pessoas que lá trabalham necessitam calcular o volume das toras de madeira. Na linguagem dessas pessoas: "*cubar a madeira ou achar o cúbico*". O cálculo do volume pelos trabalhadores dessa serraria confere com aquele usado nas demais serrarias do município. O volume é calculado pela fórmula que (Freiria e Júnior 1994:22) chamam de sistema Francon, ou seja: $V = [(C_m)^2 h]/4$, onde C_m é o comprimento da circunferência média das toras e h é a altura da tora. Às vezes, a fórmula é alterada, pois usam a medida do diâmetro da parte mais fina da tora. Esta artimanha é contestada por alguns carpinteiros da comunidade e por uma professora de matemática, por trazer vantagens ao proprietário da serraria e, conseqüentemente, prejuízo ao vendedor da árvore.

Uma outra maneira de medição de toras, ou *achar o cúbico,* é empilhá-las e medir o comprimento, a largura e a altura, e em seguida multiplicar. Isso dá um valor aproximado. Não discutiremos os procedimentos do cálculo do volume de madeiras, pois já há estudos nesse sentido, podendo-se indicar, além dos autores citados a pouco, Grando (1988) e Imenes (1986:18).

Há também, na localidade, uma pequena olaria onde os empregados são basicamente os membros da pequena família do proprietário. O convívio neste local de trabalho e a entrevista que fizemos com eles nos proporcionaram evidências de alguns raciocínios matemáticos. A atenção deles, entretanto, estava muito mais em fatos e expectativas ainda relacionados com o trabalho nas minas de carvão. Mesmo sendo o proprietário, a preocupação é manter o mesmo nível de rendimentos que possuía enquanto era mineiro. O motivo da atividade produtiva não é o lucro, como era o caso da empresa mineradora, mas um salário que mantenha a subsistência da família.

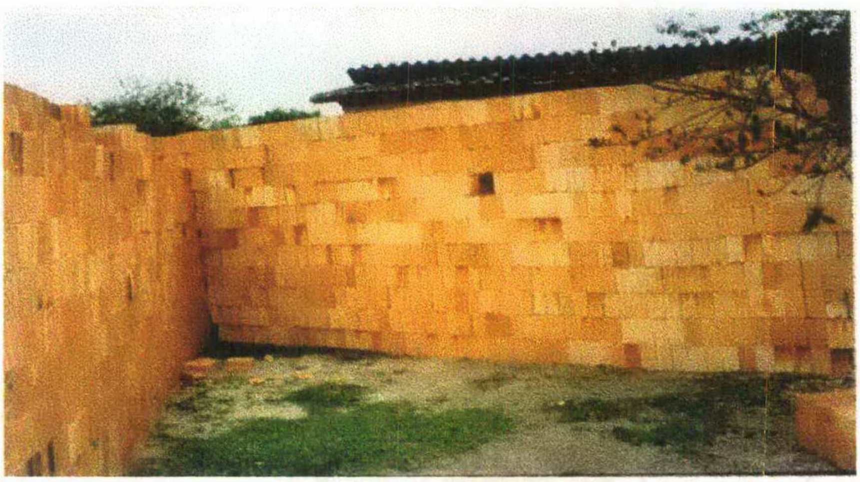
O mais forte indício de raciocínio matemático, voltado ao trabalho na olaria, está relacionado com a medida das dimensões dos tijolos e a contagem dos mesmos em momentos distintos do processo produtivo.

> *"Na olaria, não tem muito o que calculá. Na mina, a gente trabalhava muito com pá e carro. Agora é com a forma. Já tem a forma prontinha. As pessoas que vêm comprá já trázi o tamanho de tijolo que querem e a quantidade. Não precisa a gente nem saber quantos tijolos vai para fazê aquela construção que eles vão fazê. Eles trázi tudo certinho. Tem tijolo de déis, quinze, vinte, vinte e cinco centímetro de comprimento. Tem até aqueles que quéri de vinte e sete, vinte e trinta e treis. Tem tijolo maciço de 4 centímetro de altura, tem de seis furo de sete e de déis centímetro de altura. A forma é a mesma, e a gente vai regulando conforme o tipo que a pessoa precisa."* (mineiro-oleiro)

O mineiro-oleiro se reporta ainda às unidades de medidas utilizadas nas minas de carvão. Os cinco anos na atividade atual oportunizaram experiências e convívios para aprender as medidas-padrões dos tijolos e a quantidade necessária para fazer uma parede de $1m^2$. Ele sabe que o *tijolo de 25* mede 25cm de comprimento, 10cm de largura e 5cm de espessura. Para fazer uma parede, a cada metro quadrado são necessários aproximadamente 80 tijolos, desde que assentados entre si pela maior base. Para o cálculo, ele despreza a medida da largura, pois é a que dá a espessura da parede que, no caso, não interessa. Como ele quer saber quantos tijolos vão em um metro quadrado procede da seguinte maneira:

> *"Como cada tijolo tem 25cm de comprimento, então é necessário quatro tijolo para fazê um metro. E como a altura do tijolo é 5cm, é preciso 20 tijolo pra dá um metro de altura. Então, num metro, vai dá quatro fila de20 tijolo, que é um total de 80 tijolo."* (mineiro-oleiro)

A fotografia, a seguir, dá a idéia do raciocínio manifestado na fala do trabalhador. A aproximação do número de tijolos daquele determinado tipo, por metro quadrado de construção, é imprecisa pelo fato de não considerar a massa que fixa os tijolos entre si. O raciocínio, segundo ele, foi aprendido, recentemente, por cálculo mental e dedução própria. No início de sua atividade como oleiro, fazia a mesma aproximação por contagem direta, nas pilhas de tijolos.



Uma operação de trabalho, na olaria, que envolve algumas idéias matemáticas, é a contagem da quantidade de tijolos, quer para colocar no forno para a secagem, quer para a conferência de pedidos de compra por parte dos clientes. No primeiro caso, a contagem é feita de 1500 em 1500, pois esta é a quantidade que se tem em cada prateleira onde são depositados os tijolos no momento que saem e são colocados no forno. Quando a contagem se refere aos pedidos de compra, ela é feita diretamente nas pilhas que dão a idéia de prismas retangulares. Fazem, inicialmente, a contagem de uma fila de tijolos que determina o comprimento da pilha, em seguida contam a quantidade de tijolos numa fila que determina a largura da pilha e, finalmente, contam os tijolos de uma coluna que determina a altura da pilha. De posse dos resultados, multiplicam, obtendo a quantidade de tijolos. Procedimento análogo é feito com as outras pilhas, até que a somatória atinja a quantidade do pedido ou aponte para a necessidade de fabricar mais, por não se ter o número suficiente.

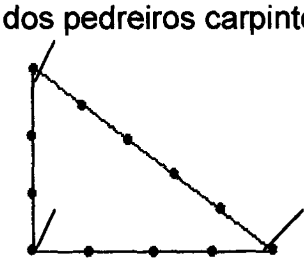
A contagem que o mineiro-oleiro e sua família realizam, traduz um conceito cotidiano de volume. Isto não significa que a unidade-padrão seja a do conceito científico de volume, isto é, o metro cúbico. A unidade-padrão para eles é o tijolo. A tradução da contagem, por eles realizada, para o cálculo do volume das pilhas de tijolos, usando a unidade-padrão (m^3), pode se transformar em situação de análise, na educação escolar, para o estudo de conceitos científicos como: volume, múltiplos de um número, mínimo múltiplo comum e outros.

Para ilustrar, no estudo do múltiplo de um número e o mínimo múltiplo comum, uma situação a ser analisada seria a contagem de tijolos de diferentes espessuras para a formação de pilhas de mesma altura. Por exemplo, investigar questões relacionadas com a quantidade de tijolos necessárias para obter-se duas pilhas de mesma altura, respectivamente com tijolos de 4cm e 7cm, de 4cm e 10cm, de 7cm e 10cm. Assim também, a formação de três pilhas de mesma altura com os tijolos de 4cm, 7cm e 10cm, respectivamente. Questões como medidas comuns das alturas das pilhas e menor altura possível, entre outras, poderão nortear o estudo. Com isso, não queremos dizer que as idéias matemáticas relacionadas com múltiplos de um número e mínimo múltiplo comum serão obtidas pela contemplação da pilha dos tijolos, ou estão associadas às medidas da altura do tijolo ou, ainda, pela manipulação dos tijolos, caracterizando uma concepção *"empírico ativista"* (Fiorentini, 1995:9) do conhecimento matemático. Reiteramos que, para nós, o conhecimento não está nos tijolos, nem no professor, ou ainda adormecido no aluno, mas resulta da ação humana no contexto das relações sociais.

Outras profissões que manifestaram alguma idéia matemática são aquelas relacionadas com a construção de casas: pedreiro e carpinteiro. Na localidade, essas profissões não existem separadamente, pois o pedreiro também é carpinteiro e vice-versa. Além dos cálculos convencionais de proporcionalidade entre a quantidade de cimento/areia/água da massa de concreto, das medidas da madeira e do terreno, da compra de materiais e do pagamento da mão-de-obra, destacaremos dois que se diferenciam daqueles já evidenciados.

Um deles é o procedimento adotado para o traçado do terreno, mais especificamente o da planta baixa de uma casa a ser construída. Para demarcar as linhas da construção, eles utilizam barbante. Alguns pedreiros/carpinteiros já possuem o barbante com 12 nós eqüidistantes um do outro e as extremidades unidas. Fixam inicialmente uma estaca num canto extremo do terreno, onde pretendem que duas paredes da construção se encontrem perpendicularmente – equivalente ao vértice do ângulo reto de um retângulo. Em seguida fixam a segunda estaca a 3 nós da anterior seguindo a direção por onde deverá passar uma das paredes. Contornam essas duas estacas com o barbante e, com uma terceira vão esticando-o, até que os espaços entre os nós fiquem distribuídos entre elas, respectivamente, em 3, 4 e 5. No momento em que isso acontecer, a terceira estaca será fixada, porque é a garantia de que se formou um ângulo reto e um triângulo retângulo. Na linguagem deles: *"esquadro."*

O procedimento nada mais é que o uso do teorema de Pitágoras em sua forma fossilizada com recorrência às ternas 3, 4 e 5. O desenho a seguir pode explicitar melhor o procedimento dos pedreiros carpinteiros.



Outros pedreiros/carpinteiros usam o mesmo princípio, só que recorrem às ternas pitagóricas 60, 80 e 100. A partir de uma estaca fixada em um canto extremo do terreno, medem 60cm, onde fixam outra estaca; em seguida, aproximam um ângulo de 90^0 medindo 80cm para fixarem a terceira estaca. Medem a distância que ficou entre a primeira e a terceira estaca, para verificar se mede um metro ou 100cm. Ao atingir essa medida, está garantido que o ângulo é de 90^0 e o traçado está no esquadro. O que, em ambos os casos, eles fazem é verificar se o triângulo formado pelas estacas é retângulo: $\mathbf{3^2 + 4^2 = 5^2}$ ou $60^2 + 80^2 = 100^2$

Dois aspectos há que se considerar no uso desse raciocínio matemático. Um deles é a repetição do mesmo procedimento por um trabalhador, sempre com as mesmas medidas, cada vez que vai implementar a atividade de construção que tem o padrão retangular. Dito de outra forma, ele consegue transferir o conhecimento prático para a mesma atividade realizada em outro local, isto é, repete os mesmos procedimentos ou operações de trabalho e a respectiva operação intelectual.

Um outro aspecto diz respeito à questão da generalização que o pedreiro/carpinteiro não realiza, nem tão pouco atinge os níveis mais complexos de abstração a respeito das relações matemáticas demonstradas anteriormente. Por exemplo, em vez de recorrer à terna 60cm, 80cm e 100cm, usaria 6m, 8m e 10m, o que já demarcaria o terreno para uma casa de $48m^2$, tão comum na comunidade. Também à terna 3m, 4m e 5m, em vez de espaços entre nós do barbante, para determinar traçados de cômodos da casa.

A generalização não ocorrendo, significa que o trabalhador apenas repete um procedimento, adquirido por uma transmissão cultural local em detrimento da aplicação de um conhecimento científico. Isso nos leva a acreditar que, para se chegar a tal nível de generalização, faz-se necessário um processo educativo nos modelos da educação formal que prime por interações e mediações.

Outro procedimento matemático, adotado na construção de casas, é o cálculo do caimento do telhado. Neste caso, o que chama a atenção é o uso da palavra *por cento,* que poucas vezes percebemos ser expressada.

> "*Tem caimento de quinze por cento, vinte por cento, catorze por cento, déis por cento. Por exemplo, uma casa de seis metro de frente. Então tem que ter treis metro de cada lado do telhado. Ali naquele treis metro, vai ser a altura mais alta da vista da casa. Então o pontalete que vai de pé bem ali nos treis metro. Cem por cento qué dizê que o pontalete teria o mesmo comprimento da largura da casa. Não tem caimento nenhum. Se eu quero um caimento de quinzi por cento, então de cada metro do pontalete eu tiro 15cm de cada metro. Como tem sies metro, então vai dá seis veis quinzi centímetro; noventacentímetro é a altura do pontalete. Aí, então, vai dá o caimento. Então é simples, é só multiplicá o por cento pela largura da casa".* (mineiro/carpinteiro/pedreiro)

O que chama a atenção nesses cálculos é a desenvoltura com que os carpinteiros/pedreiros os realizam. Na maioria das vezes, são feitos mentalmente e em casos esporádicos, recorrem à calculadora. O percentual é determinado pelo tipo de telha. O exemplo acima foi explicitado por ser o padrão de casa mais comum na região. Entretanto, eles determinam o caimento para qualquer padrão de casa. O caimento tem relação direta com o conceito de ângulo e relações trigonométricas no triângulo retângulo; porém, esses conceitos não vêm à tona nos cálculos cotidianos daqueles profissionais. A aprendizagem dos cálculos cotidianos relacionados à construção só ocorreu por uma necessidade profissional num momento de transição. Só aconteceu porque houve uma mudança de fins, ação, procedimentos, motivos e sentido, isto é, uma mudança da atividade de trabalho.

Ainda relacionados com a construção, vale destacar alguns episódios que revelam aspectos pedagógicos de conceitos cotidianos. Os pedreiros/carpinteiros centram a atenção nas medidas lineares; as medidas de área e volume não têm uma importância de primeira ordem. Eles sabem que uma casa de 6m de largura por 8m de comprimento possui $48m^2$, mas o que é importante é o 6 por 8. Assim também é a medida dos cômodos da casa. Por exemplo, não interessa para eles se a cozinha vai ter $6m^2$, mas as dimensões laterais 3m por 2m.

Ao serem interrogados sobre a área das superfícies dos cômodos de uma casa eles respondem prontamente quando as medidas são números inteiros. Quando uma das dimensões é um número inteiro e a outra um número decimal, também conseguem, mas de uma forma mais comedida. Se as dimensões são números decimais, é perceptível o embaraço.

> *"Se uma sala mede treis por dois, então vai tê seis metro quadrado. Se a sala for de dois e meio por treis, ela dá sete metro quadrado e meio. Se ela mede treis metro e meio por dois e meio, então...... aí vou pra calculadora".* (mineiro/pedreiro/carpinteiro).

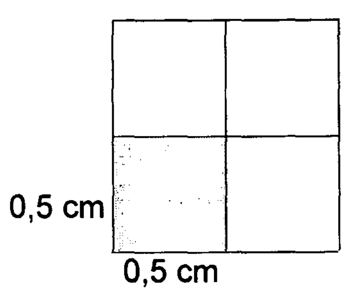
A fala explicita as limitações das generalizações de procedimentos de cálculos, do trabalhador, em relação à multiplicação de números decimais presente no cálculo de área. O mineiro/pedreiro/carpinteiro multiplica com muita facilidade, mentalmente ou "no lápis", quando um dos fatores é decimal e o outro um número natural. A multiplicação de decimal por decimal não é feita pelos mesmos procedimentos, mas por recorrência à máquina calculadora. Esse procedimento, entretanto, também manifesta a consciência do trabalhador de que é possível multiplicar decimal por decimal, tanto é que chega ao produto da operação. Recorrer à calculadora é algo comum, para as pessoas que dominam os algoritmos convencionais da multiplicação de números decimais, como forma de ganhar tempo. Também é um procedimento de cálculo já instituído pela humanidade, historicamente, recorrendo à tecnologia por ela desenvolvida. É esta a opção de procedimento que o mineiro/pedreiro/carpinteiro se apropriou e, conseqüentemente, utiliza para encontrar o produto de dois números decimais.

Situação bastante embaraçosa ocorreu quando tomamos a liberdade de perguntar qual seria a medida da sala, se suas dimensões fossem 0,5m por 0,5m. Imediatamente responde: *"Dá um metro quadrado".*

Quando perguntamos: E se fosse 1m por 1m? Também prontamente responde, ao mesmo tempo que percebe seu equívoco no caso anterior e busca uma explicação:

> *"Dá um metro quadrado. Mas pára aí.... Como é que meio por meio vai dá um metro quadrado também? Tá certo, tá certo: meio mais meio dá um metro."*

O conflito se manifesta. Para multiplicar meio por meio, muda a operação matemática, recorre à adição. A explicação não convence a si mesmo. Hesita, mas fica pensando por alguns momentos até que recorre ao visual-imaginativo. Solicita um lápis e uma folha de papel para o filho, e faz um desenho similar à figura abaixo:



Depois de desenhar, observa por alguns instantes e diz:

Aaaa! Eu vi que tu tava com uma cara de que eu tava errado. Tu tem razão. Agora, do desenho, eu sei: não dá nem meio metro quadrado, dá vinte e cinco centavos do metro quadrado. Que coisa engraçada! Eu nunca tinha notado isso, e nenhum pedreiro aqui sabe, não. Agora eu quero uma coisa que tu mi ensina: como é que faz a conta de vezes quando os dois números é de centavos?

Bastou uma pergunta e uma expressão facial para que se constituísse uma zona de desenvolvimento proximal, mesmo não sendo nossa intenção estabelecer uma relação de ensino-aprendizagem. Isso vem corroborar com Vygotski (1995) que o papel de mediadores, na formação de conceitos, é desempenhado por sistemas semióticos que podem ser tão simples como um gesto, ou tão complexos como um texto literário. O ex-mineiro, atualmente pedreiro/carpinteiro, sentiu que havia possibilidade de ser ajudado. Inicialmente, procura subsídios em seus conhecimentos, recorre à componente visual-imaginativo, chega a um conhecimento que nunca lhe havia interessado. Com a oportunidade que se apresenta, procura ajuda para a generalização da multiplicação de números decimais. Ao atendermos a sua solicitação, informamo-lhe tão somente o procedimento convencional da multiplicação de números decimais. Isso já foi o suficiente para ele dizer e mostrar às pessoas que havia aprendido conosco *"a multiplicação de centavos"*, não precisando mais usar a calculadora, pois *"dá prá fazê no lápis e até de cabeça."*

Essa ZDP só se constituiu porque, naquele momento, tínhamos um motivo comum - a discussão sobre conhecimentos da construção. O sentido era o mesmo, e buscávamos a mesma significação. Estávamos ali refletindo o conhecimento teórico e não construindo a casa. Só assim, o referido trabalhador substituí a forma visual-imaginativa pela forma lógico-verbal de calcular a área de superfícies retangulares das construções, cujas dimensões eram constituídas de números decimais. Substituição esta percebida, por nós, em outras oportunidades.

Situações similares a essa é que deveríamos criar na escola, no ensino de conceitos matemáticos. Entretanto, não podemos ser ingênuos ao ponto de acreditar que estaríamos garantindo a aprendizagem e o desenvolvimento dos alunos. A situação que se apresentou é bastante peculiar, pois envolvia apenas duas pessoas que tinham interesses comuns, e não estavam pressionadas por um sistema de ensino complexo que tem notas a atribuir, programas a cumprir e estatísticas a serem observadas. Por isso, não podemos fazer inferências radicais para a sala de aula, onde há um grande número de alunos, cujas expectativas maiores se centram na garantia da aprovação.

Os raciocínios matemáticos também se manifestam nas falas de mineiros, hoje motoristas. Para eles, a distância não é mais medida em metro, como era a referência maior de quando trabalhavam nas minas de carvão. Agora tiveram que absorver o quilômetro como medida padrão. Para os mineiros/caminhoneiro, o quilômetro tem um significado diferente daquele do sistema métrico decimal, isto é, de um múltiplo do metro. Para eles, o quilômetro significa o quanto já percorreram e o que ainda falta da trajetória de suas viagens. Eles até sabem que um quilômetro corresponde a mil metros, mas em suas viagens tal relação não é considerada. O quilômetro é lido nas placas indicativas às margens das rodovias, é indicado nas informações de distâncias entre lugares, está ligado ao tempo que vão levar para fazer uma viagem, está relacionado com a quantidade de combustível a ser consumido pelo veículo e, às vezes, com o próprio salário. Além de estar envolto com o contexto de trabalho, a noção de quilômetro tem fortes ligações com as emoções e sentimentos dos motoristas. Nas viagens, as leituras relacionadas com quilômetro, e as contagens que fazem, a partir de pontos de referências, visam determinar o afastamento ou a aproximação das famílias e amigos. A unidade de quilômetro está vinculada a uma atividade de trabalho, mas tem sua marca maior nessas emoções e sentimentos.

> *"Eu vou sempre contando. Quando vou pra São Paulo, eu pico na minha cabeça o caminho. Até Florianópolis dá duzentos quilômetro; até Curitiba dá quinhentos; até São Paulo, oitocentos. Quando eu chegava em Florianópolis, parece que aquilo zerava. Quando chegava em Joinville, eu pensava: tou a cento e oitenta quilômetro de Florianópolis, mas já rodei trezentos e oitenta quilômetro: os duzentos de antes e mais os cento e oitenta. Aí já contava quanto faltava prá chegá em Curitiba: cento e vinte quilômetro. A mesma coisa fazia em Curitiba até chegá em São Paulo. Isto dava uma tristeza, porque estava cada veiz mais longe de casa e dos amigos. Na volta, fazia a mesma coisa, só que era o contrário e dava mais alegria."* (Mineiro/caminhoneiro)

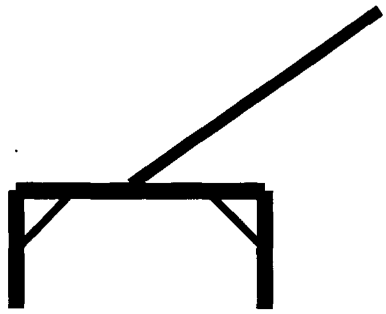
As emoções e sentimentos manifestadas pelo caminhoneiro qualificam ainda mais o contexto das operações matemáticas realizadas mentalmente por ele. Essas operações representam muito mais um procedimento de contagem do que adição e subtração de unidades de medidas, quilômetro, como aparentam ser. Também não se caracterizam como operações necessárias da atividade de trabalho, mas muito mais uma fala consigo mesmo, como forma de deslocamento de atenção da distância e do tempo que o afastam do seu mundo de relações familiares.

A nova situação de trabalho que se apresenta ao mineiro/caminhoneiro, com suas múltiplas relações práticas e mentais, não rompe o conceito cotidiano de distância. Mesmo que o hodômetro do caminhão indique valores iguais ele ainda considera que o percurso de volta de uma mesma viagem é menor que o percurso de ida, como ocorria no deslocamento do carro de carvão embaixo da mina.

Das poucas oportunidades profissionais que se apresentaram aos mineiros, com o fechamento das minas, a que mais proporcionou o desenvolvimento do pensamento quantitativo foi a atividade agrícola, relacionada com a plantação de fumo. É uma atividade que geralmente envolve todos os membros da família durante praticamente o ano inteiro. Na colheita, recorrem a outras pessoas para auxiliá-los. Está subordinada às indústrias fumageiras que determinam praticamente todas as regras e ficam com lucro garantido. Por sua vez, os agricultores contam muito mais com a "sorte" das condições climáticas favoráveis do que com os esforços dos seus trabalhos. Na região, raras vezes os plantadores conseguiram pelo menos uma renda que se aproximasse de três salários mínimos mensais por família. Houve anos em que as famílias trabalharam o ano inteiro e ainda ficaram com dívidas financeiras com a empresa.

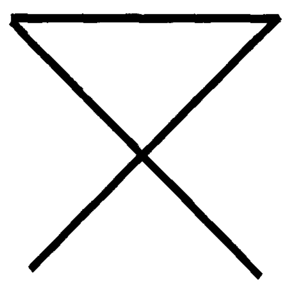
Não evidenciaremos aqui uma série de operações matemáticas relacionadas com o orçamento e financiamento de uma plantação. Isto são cálculos rotineiros, feitos principalmente pelas próprias empresas com a ajuda de máquinas eletrônicas. Estaremos, sim, trazendo alguns indícios relacionados às operações matemáticas mentais, próprias dos plantadores.

Na preparação do solo, para a plantação de fumo, há necessidade de alinhamentos e espaçamentos adequados entre as mudas, tanto no sentido vertical como no sentido horizontal. Os plantadores não recorrem a instrumentos de medidas, como a fita métrica, ou a instrumentos da engenharia de agrimensura. Assim como, no trabalho da mina, tinham a pá e o carro, recorrem a instrumentos rudimentares e primitivos criados por eles. Na plantação das mudas, inicialmente, traçam linhas retas no solo, cuja extensão é definida pelas dimensões do terreno disponível. A distância entre uma linha e outra é determinada por um instrumento de madeira, denominado de *marcador de carreiras,* representado no desenho seguinte.

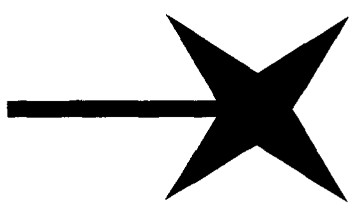


Para a demarcação das covas onde serão plantadas as mudas, encontramos dois tipos de instrumentos:

a) Marcador em X, figura seguinte, que determina os locais das covas pelas marcas deixadas pelas extremidades inferiores dos dois sarrafos, a cada rotação de 180°.

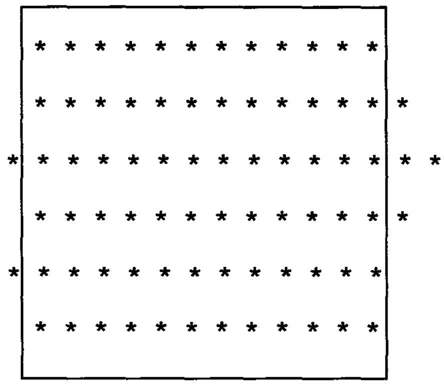


b) Marcador estrelado, conforme o desenho abaixo, que, ao ser movimentado pelo trabalhador sobre as linhas, vai deixando marcas, nas quais serão depositadas as mudas.



A mais forte impressão matemática que percebemos nos plantadores de fumo é a contagem. Determinar a quantidade de mudas plantadas para saber se está dentro do que foi planejado é uma operação de trabalho que envolve rudimentos da aritmética. Nos procedimentos de contagem adotados e nos cálculos mentais que realizam, se manifestam expressões numéricas muitos sofisticadas.

Numa situação que presenciamos, a família previa o plantio de 90.000 mudas. A preocupação é contar da forma mais rápida possível. Para isso, são adotados dois procedimentos. Um deles é contar a quantidade de linhas, "carreiros", de uma plantação e, em seguida, contar a quantidade de mudas de uma linha que é comum às demais. Os resultados das duas contagens (linhas e mudas em cada uma) eram multiplicados e, posteriormente, adicionados com resultados da contagem das mudas excedentes de algumas linhas. A situação pode ser ilustrada na figura seguinte:



As pessoas, no caso desta figura, contam as 6 linhas e o número de mudas da menor linha, no caso 12. Multiplicam 6 x 12 = 72, e somam com as mudas a mais das outra filas: 72 + 2 + 4 = 78.

Problemas desse tipo são próprios para, em situação escolar, serem analisados a fim de que os alunos percebam, por exemplo, a necessidade do uso dos parênteses numa expressão matemática. Também, como uma justificação para a mudança dos sinais dos valores que estão entre parênteses, precedidos do sinal indicativo da operação subtração. Neste caso, o princípio é o mesmo adotado pelos plantadores de fumo, só que, em vez de se multiplicar o 6 (linhas) por 12 (número de mudas da menor linha), multiplica-se 6 por 15 (quantidade de mudas da maior linha). Do produto encontrado, teriam que subtrair as mudas dos dois extremos das linhas menores que faltaram para completar 15. Ou seja:

$$6 \times 15 \underbrace{-2-1-1}_{\text{faltas do lado esquerdo}} \underbrace{-3-1-4}_{\text{faltas do lado direito}}$$

Teríamos, então:

90 – 2 – 1 – 1 – 3 – 1 – 4 = 78 (*)

A expressão acima poderia ser traduzida por 6 x 15, menos a soma do número de mudas que faltam em cada linha para completar 15. Nesse caso, se faz necessário o uso de parênteses para a obtenção de 78 como resultado. A expressão seria:

6 x 15 – (2 +1 + 1 + 3 +1 + 4) (**)

Resolvendo a multiplicação e as adições entre parênteses, teríamos:

90 – 12 =78

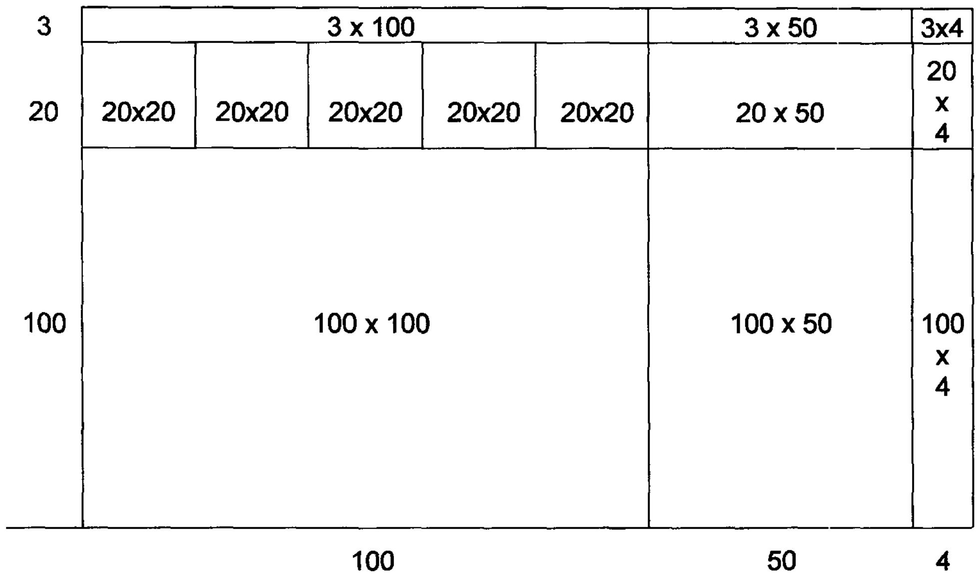
Observando as duas expressões anteriores (*) e (**), pode-se inferir que:

- 2 - 1 – 1 – 3 – 1 – 4 = - (2 + 1 + 1 + 3 + 1 + 4)

Não queremos dizer que seja essa a maneira ideal de justificar a mudança dos sinais dos números entre parênteses quando precedidos do sinal de menos. Ela representa uma particularidade; por isso, não se pode considerar como um forte argumento para um aspecto tão complexo que envolve, inclusive, o conceito de subtração de números inteiros relativos. No entanto, ela se constitui numa justificação importante para aquela situação de contagem.

Outro procedimento de contagem próprio dos agricultores ocorre quando numa plantação existem mais de cem linhas e mais de cem mudas em cada linha. Nesta situação, eles agrupam de 100 em 100 as linhas e as mudas. Depois vão agrupando as demais linhas e mudas na maior quantidade possível de múltiplos de dez. As mudas são contadas somente em uma linha. Em cada agrupamento, multiplicam o número de linhas pelo número de mudas. E, finalmente, somam todos os produtos obtidos.

Por exemplo, em uma plantação, foram traçadas 123 linhas e plantadas 154 mudas em cada uma. A família agricultora agrupava inicialmente 100 linhas e contava 100 mudas de uma linha extrema, demarcando um quadro de 100 x 100. Posteriormente, contava 20 linhas com 20 mudas em cada uma, formando um quadro de 20 x 20, pois era a maior quantidade de linhas que poderia formar com múltiplos de dez. Formava 5 quadros desses, paralelos ao quadro de 100 x 100. Já que ao par (prolongamento vertical) desses quadros restavam mais 3 linhas com 100 mudas cada uma, formavam um quadro de 3 x 100. Em seguida, começava a contagem das mudas no prolongamento (horizontal) do quadro inicial. Contavam 50 mudas, multiplicavam por 100, e formavam o quadro de 100 x 50. Ao par desse havia um quadro de 20 x 50, acrescido de 3 linhas com 50 mudas em cada uma, isto é, um quadro de 3 x 50. Em seguida, contavam as quatro mudas restantes no prolongamento do quadro de 100 x 50, formando um quadro de 100 x 4. Ao par desse, havia 20 linhas com 4 mudas, 20 x 4, e mais ainda 3 linhas com 4 mudas, 3 x 4. Esquematicamente, representamos a plantação e a contagem feita pelos agricultores na figura seguinte:



O que a família fez pode ser traduzido para a soma de resultados de expressões obtidas em quadros:

Primeira expressão: 100 x 100 + 5 x 20 x 20 + 3 x 100

A ordem de resolução foi: 10000 + 5 x 400 + 300

10000 + 2000 + 300 = 12300

Segunda expressão: 100 x 50 + 20 x 50 + 3 x 50

Ordem de resolução: 5000 + 1000 + 150 = 6150

Terceira expressão: 4 x 100 + 4 x 20 + 4 x 3

Ordem de resolução: 400 + 80 + 12 = 492

Finalmente, os três resultados são somados: 12300 + 6150 + 492, o que é feito em voz alta.

"12000 + 6000 dá 18000, mais 450 do 300 com 150 dá 18450, com 450 do 492 dá 18900 e mais 42 que falta dá 18942." (Agricultor)

Além desses cálculos, nos chamou a atenção o envolvimento, em pé de igualdade, do mineiro-agricultor, da mulher e do filho não só na contagem, mas em todas as operações de trabalho. A razão do envolvimento são os motivos comuns que os impulsionam para a atividade de plantação de fumo: a subsistência. Os trabalhadores justificam o seu procedimento de contagem por quadros para evitar o risco *"de não se atrapalhá nas conta."* Quanto aos critérios para o tamanho dos quadros 100 x 100, 50 x 50, etc., justificam com significações apropriadas do seu contexto sócio-econômico-cultural.

Quando a gente vai recebê pagamento a gente conta pela nota de cem, se tivé. Senão, pela nota de cinqüenta, de déis, pra depois as miúdas. Quando eu vou pagá uma conta no mercado também. Todo mundo faz assim quando mexe com dinheiro. Começa sempre com as mais grande.
Quando eu era guri e eu ia jogá uma partida de biloquê , e eu era bom, eu sempre fazia a jogada de cem; pouca veis eu fazia a jogada de cinquenta, ou de déis. A não ser quando era combinado antes. Não gostava de jogá com aqueles que só era bom na jogada de cinco e déis. Eu sempre ganhava.
Na escola, quando a gente recebia o boletim, de cara já ia contá quanto cem tinha tirado.
Na mina, eu primeiro enchia o carro com as pedra mais grande depois com as mais pequena." (mineiro-agricultor)

As razões de sua forma de contar estão fortemente atreladas aos motivos de cada uma das atividades cotidianas por ele explicitadas: o dinheiro (salário) como motivo da sua atividade profissional; vencer o jogo, isto é, fazer a maior pontuação, o motivo com o jogo do bilboquê e conseguir a maior nota, o motivo de estudar.

De uma forma escolarizada, diríamos que os plantadores de fumo, ao fazerem a contagem anterior, resolveram a expressão numérica:

$(100 \times 100 + 5 \times 20 \times 20 + 3 \times 100)+(100 \times 50 + 20 \times 50 + 3 \times 50)+(100 \times 4 + 20 \times 4 + 3 \times 4)$.

A situação tem vários desdobramentos e podem surgir expressões do tipo:

$100^2 + 5 \times 20^2 + 3 \times 100 + 50 \times (100 + 20 + 3) + 4 \times (100 + 20 + 3)$

$100^2 + 5 \times 20^2 + 3 \times 100 + (100 + 20 + 3) \times (50 + 4)$

A expressão mais simples seria 154 x 123, isto é, o número de linhas pelo número de mudas em cada uma.

Ainda relacionado aos agricultores e às suas contagens, vale ressaltar a presença da distributividade em duas situações: em contagem de unidades discretas e cálculos mentais/orais, envolvendo multiplicação. Como contagem discreta, a propriedade distributiva da multiplicação em relação à adição é freqüentemente usada em plantação de dupla cultura, geralmente fumo e milho. Isso ocorre quando, numa linha são plantadas duas espécies distintas de plantas, uma após a outra, como mostra o desenho abaixo:

Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y * * * * *
Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y * * * * *
Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y * * * * *
Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y * * * * *
Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y * * * * *
Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y * * * * *

Os agricultores contam a quantidade de plantas de cada espécie em uma linha e, posteriormente, contam a quantidade de linhas. Em seguida, multiplicam as duas quantidades. No desenho, eles procederiam da seguinte maneira: "Há 11 mudas de fumo e mais 5 de milho em cada linha. Quer dizer que há 16 mudas em cada linha. Como há 6 linhas, 6 x 16 são 96 mudas."

Outros contariam assim: "Há 6 linhas. Em cada uma, há 11 mudas de fumo; então 6 x 11 são 66 mudas. Como há 5 mudas de milho em cada uma das linhas, então, 6 x 5 são 30 mudas. Adicionando 66 + 30, têm-se 96 mudas plantadas das duas espécies."

As duas formas de contagem podem ser traduzidas, respectivamente, nos dois membros da igualdade abaixo, caracterizando assim o emprego da propriedade distributiva da multiplicação em relação à adição.

$$6 \times (11 + 5) = 6 \times 11 + 6 \times 5$$
$$6 \times 16 = 66 + 30$$
$$96 = 96$$

Quando o número de linhas é muito grande, os agricultores, como já mencionamos anteriormente, fazem a contagem por agrupamento. Nessa forma de contagem, os agricultores utilizam, além da distributividade, o princípio da fatoração por agrupamento. Ilustraremos este princípio recorrendo à figura:

Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y	* * * * *
Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y	* * * * *
Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y	* * * * *
Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y	* * * * *
Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y	* * * * *
Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y	* * * * *

A contagem por agrupamento ou fatoração por agrupamento se explicita à medida que os mineiros-agricultores agrupam a plantação em linhas e por mudas de espécies diferentes. Na figura anterior, eles contam inicialmente os dois quadros inferiores, isto é, 4 linhas de 11 mudas de fumo (4 x 11) e mais 4 linhas de 5 mudas de milho (4 x 5). A sentença matemática dessa contagem é:

4 x 11 + 4 x 5 = 4 x (11 + 5) (*)

A seguir, contam os dois quadros superiores, ou seja, 2 linhas de mudas de fumo (2 x 11) e mais 2 linhas de mudas de milho (2 x 5). A sentença matemática é:

2 x 11 + 2 x 5 = 2 x (11 + 5) (**)

A quantidade de mudas plantadas seria obtida com a soma de (*) e (**):

4 x 11 + 4 x 5 + 2 x 11 + 2 x 5 ou 4 x (11 + 5) + 2 x (11 + 5) = 6 x (11 + 5).

A análise dos cálculos dos mineiros-agricultores e da própria figura que representa a plantação, podem constituir-se como mediadores, num processo de ensino-aprendizagem escolar, para uma sistematização, envolvendo o conceito de transitividade e de fatoração. O ponto de partida seria a simplificação e a sistematização dos cálculos dos trabalhadores.

É muito comum, na comunidade, as pessoas se defrontarem com situações que envolvem o raciocínio multiplicativo. Entretanto, muitas delas não recorrem aos algoritmos usuais, como já mencionamos anteriormente, mas à distributividade. Por exemplo, para resolverem até multiplicações simples, como 8 x 7, elas fazem mentalmente:

$8 \times 5 = 40$ e $8 \times 2 = 16$, $40 + 16 = 56$. Observa-se que o 7 elas transformam em 5 e 2, por serem fatos da multiplicação por oito que dominam muito bem. É aí que a distributividade aparece:

$8 \times 7 = 8 \times (5 + 2) = 8 \times 5 + 8 \times 2$.

Assim também procedem para resolver multiplicações do tipo 83 x 14:

$80 \times 10 + 80 \times 4 = 800 + 320 = 1120$

Em seguida fazem $1120 + 3 \times 10 + 3 \times 4 = 1120 + 30 + 12 = 1162$

É com desenvoltura que os mineiros-agicultores recorrem à propriedade distributiva tanto para a contagem das plantações como para encontrar o produto de uma multiplicação. A desenvoltura mental foi adquirida pela necessidade surgida pelas operações de trabalho e pela recorrência a conhecimentos escolares. Ao contarem as plantações, os mineiros-agricultores não recorrem a formas primitivas de contagem (contagem um a um e anotações com objetos físicos); em vez disso, transitam pela observação da situação a ser contada e pelos cálculos mentais, entre os quais por aquele que envolve a idéia da propriedade distributiva. Contudo, a desenvoltura não representa a apropriação, por parte desses sujeitos, do conceito da propriedade distributiva, pois revela somente a especificidade aritmética do referido conceito. Os referidos sujeitos apenas fazem cálculos mentais para buscar o resultado numérico por uma via mais sofisticada de contagem. Não têm consciência de que aqueles cálculos mentais estão vinculados ao conceito matemático de propriedade distributiva da multiplicação, bem como não reconheceriam a sua definição algébrica generalizadora. No entanto, os cálculos realizados pelos mineiros-agricultores, mesmo não representando a plenitude das idéias subjacentes ao conceito matemático de propriedade distributiva, são reveladores de uma desenvoltura intelectual muito mais significativa do que aquela adquirida pelos alunos nas séries iniciais do ensino fundamental.

Na escola, o contato sistemático dos alunos com a propriedade distributiva da multiplicação em relação à adição se dá, normalmente, nas 4ª, 5ª e 6ª séries do ensino fundamental, como um adorno da operação multiplicação de números naturais, inteiros relativos e racionais. Também é caracterizada como a propriedade nova que não aparece nas operações de adição e subtração estudadas anteriormente. Pelo fato de sua sistematização, $a \times (b + c) = a \times b + a \times c$, envolver parênteses, há alunos que a confundem com a propriedade associativa: (a x b) x c = a x (b x c). É isto que fica, para os alunos, da propriedade distributiva, quando seu estudo é realizado somente com a percepção aritmética.

Nos anos 70, quando os programas de ensino davam ênfase à Matemática Moderna, à propriedade distributiva foi acrescentada uma lista de propriedades da multiplicação que, juntamente com uma lista de propriedades da adição, definiriam estruturas de anel e de corpo. As características enfatizadas na escola representam muito mais os aspectos simbólicos da propriedade, a nomenclatura e a sua utilidade nos procedimentos computacionais de cálculos escritos, envolvendo a multiplicação.

Por sua vez, os cálculos de contagem de suas plantações e as multiplicações, realizados pelos mineiros-agricultores, representam as idéias centrais do conceito matemático de distributividade. Em ambos os casos, porém, os sujeitos (alunos e mineiros-agricultores) não se apropriaram da multiplicidade de idéias e relações que envolvem o referido conceito.

A apropriação parcial das idéias do conceito de transitividade, por parte dos alunos, pode não ter implicações que dificultem a aprendizagem da aritmética, porém as mesmas conseqüências não são esperadas quando se trata de conceitos algébricos. Neste sentido, Demana e Leitzel (1994:75) chamam a atenção da necessidade dos alunos entenderem a propriedade distributiva em álgebra, pois "*precisam ser capazes de representar expressões tanto na forma fatorada como na forma expandida a fim de simplificá-las.*" Qualquer concepção de educação algébrica que tenha um professor, sempre colocará os alunos diante de situações que envolvem simplificações de expressões, em que a propriedade distributiva se torna um elemento mediador para a compreensão. É comum, no estudo da álgebra, os alunos se defrontarem com expressões similares a **s + 5s,** para serem simplificadas. A situação coloca o aluno diante da propriedade distributiva para escrever a expressão na forma fatorada e agrupar os termos, ou seja:

$s + 5s = (1 + 5).s = 6.s$

Parece que a forma como os mineiros-agricultores fazem a contagem das suas plantações e os cálculos mentais, utilizados para resolver a multiplicação de dois fatores, apresentam-se como elementos didáticos mediadores para serem analisados no processo de apropriação do conceito da propriedade distributiva, em situação escolar.

Ainda com relação às expressões numéricas, ou seja, aos cálculos mentais realizados pelos mineiros-agricultores, vale destacar que são formas muito elaboradas e sofisticadas de contagem. Eles não contam de um em um, mas recorrem às operações, principalmente à adição e à multiplicação. Isto significa um salto no desenvolvimento cognitivo, pois as operações se transformam em instrumentos de contagem, contrapondo-se aos procedimentos matemáticos escolares em que as expressões numéricas se centram na resolução de operações. Dito de outra forma, os agricultores resolvem um conjunto de operações matemáticas para contar um determinado número de unidades de que precisam . Essa contagem traduzida para a linguagem matemática escolar se transforma, muitas vezes, em sofisticadas expressões aritméticas. Por sua vez, as expressões numéricas ensinadas na escola têm como idéia fundamental a resolução de operações, seguindo uma "ordem lógica".

Existem na comunidade outros profissionais, mas não conseguimos fazer nenhuma leitura de suas falas e operações de trabalho, que evidenciassem aspectos significativos, específicos para a formação de um raciocínio matemático e coletivo.

De um modo geral, agora não mais relacionada com uma profissão específica, existe entre as pessoas da comunidade uma fuga em relação ao conceito de fração. O número fracionário não aparece nas manifestações matemáticas das pessoas. Quando ele surge é transformado em unidade e esta, por sua vez, se transforma em múltiplo. As pessoas não dizem: "Eu ganho a **metade** do salário do fulano". Dizem: "Fulano ganha o **dobro** do meu salário."Da mesma forma não falam: Bebi **um terço** da cerveja contida na garrafa". Eles falam: "A cerveja que tinha na garrafa era o **triplo** do que ainda tem."

Nas raras vezes, que alguma palavra do vocabulário fracionário é pronunciada, traduz idéias de conceitos cotidianos muito distantes do conceito matemático. São comuns manifestações verbais do tipo:

*"O fulano, meu filho, é muito relaxado. Chega da escola ou da rua, deixa as suas coisas jogadas no **meio** da casa".*

" Fulano mora no meio do mato."

" O carro estragou bem no meio da estrada."

A palavra "meio", nas falas acima, não tem o mesmo significado dado em matemática para a fração ½. Ela é uma expressão cultural cotidiana que usa uma mesma palavra contida num sistema conceitual matemático, mas não quer dizer que a pessoa que a usa tenha o domínio do conceito de fração.

Como podemos perceber, nas várias situações evidenciadas no presente capítulo, é muito forte a presença do raciocínio multiplicativo na comunidade. Sempre que possível, transformam as outras operações e conceitos em multiplicação. Com a multiplicação e a adição, resolvem os mais diversos problemas cotidianos que envolvem conceitos matemáticos. Para isso, muitas vezes recorrem a cálculos mentais sofisticados que, traduzidos para a sua sistematização matemática, se transformam em complexas expressões numéricas.

É importante ressaltar também as similaridades e diferenças no que se refere aos conceitos matemáticos mais desenvolvidos pelas pessoas, quando envolvidas na atividade extrativa e, posteriormente, em outra atividade de trabalho. O conceito cotidiano de distância é o mesmo para um trabalhador na mina de carvão que, depois, passou a ser motorista de caminhão de longas viagens. No desenvolvimento histórico-cultural, os sujeitos vinculam esse conceito a impressões emotivas e representações concretas. Por isso, no acervo cultural da comunidade consta que um mesmo trajeto pode ter distâncias diferentes, dependendo das circunstâncias em que os sujeitos tenham que percorrê-lo.

Assim também ao mudarem de profissão, criam instrumentos físicos de medidas e não usam diretamente as medidas padrões oficiais. Enquanto mineiros, usavam o carro e pá, respectivamente, como unidade e submúltiplo da mesma, em vez de tonelada que era a oficial. Como agricultores, criam outros instrumentos rudimentares para determinar a medida dos espaços entre as plantas a serem cultivadas, em vez de usar a fita métrica e trena. Da mesma forma, usam barbante com nó para formação de triângulos retângulos na demarcação das linhas do campo de futebol e das construções de casas.

A contagem é o conceito mais abrangente enquanto mineiro e, também, enquanto oleiro e agricultor. Como conceito matemático predominante na comunidade, a contagem foi sendo elaborada no processo histórico local, adquirindo um alto grau de complexidade ao ponto, de muitas vezes, ser confundida com outros conceitos matemáticos com os quais compõe o sistema conceitual. Esse *status* foi atingindo pelas necessidades de execução das ações e operações da atividade de trabalho, tendo como sujeitos os trabalhadores, principalmente aqueles com escolaridade. O nível de complexidade, da contagem, foi atingindo pela reelaboração dos conhecimentos escolares dos trabalhadores ao articularem-nos com seus conhecimentos práticos. Como podemos perceber no decorrer do presente capítulo, os trabalhadores não criaram um novo sistema de numeração ou uma nova base de contagem. A contagem é feita de acordo com os princípios lógico-matemáticos do sistema de numeração decimal que foram apropriados, pelos trabalhadores, quando freqüentaram a escola. Entretanto, a reelaboração conceitual atingiu um ponto em que se dilui a distinção entre seqüenciação numérica e as operações aritméticas. Isso vem confirmar a afirmação de Vygotski (1995) de que a apropriação do conceito de número natural não pode ser caracterizada apenas pela escrita dos signos numéricos e pela recitação da seqüência numérica, por parte dos alunos, mas também pelo domínio das operações aritméticas.

Mesmo com essa complexidade, há uma diferença entre o raciocínio da contagem enquanto mineiro e, depois, como oleiro e agricultor. No primeiro caso, quando era relacionada com a produção de carvão, o mineiro fazia geralmente a contagem simultânea de duas unidades ou duas grandezas. A relação entre as duplas unidades envolvia o pensamento proporcional, ensejando a possibilidade da generalização algébrica, tendo como sistematização matemática a definição "analítica" de função do 1° grau. Por sua vez, a contagem, como **operação** da atividade de trabalho na olaria e na agricultura, não se caracteriza pelo contar ou enumerar uma a uma as unidades de referências. Por exemplo, o trabalhador da olaria não conta tijolo por tijolo até atingir a quantidade solicitada por um comprador. Este procedimento também não é adotado pelos agricultores quando necessitam contar as plantas. Pelo contrário, os trabalhadores da olaria e os agricultores recorrem a resoluções mentais de operações aritméticas, principalmente a multiplicação e a adição. São nessas circunstâncias que a sistematização matemática se transforma em expressões numéricas.

Ao par da contagem existem outros conceitos matemáticos, também ligados às atividades de trabalho, mas que não chegam a ser um conhecimento predominante na comunidade, ficando restrito a algumas pessoas que os utilizam especificamente em suas profissões.

Portanto, na comunidade, a Matemática é utilizada pelos sujeitos em razão das necessidades decorrentes do contexto de trabalho. Tem um significado e cumpre uma função muito clara: possibilita a relação com o contexto, à medida que este é transformado, simbolizado sob a forma de números e suas operações.

CAPÍTULO 5

A MATEMÁTICA E SEUS SIGNIFICADOS

No capítulo anterior, pontuamos os conceitos e raciocínios matemáticos com maior fluência na comunidade pesquisada, os quais foram desenvolvidos em função da atividade de trabalho. No presente capítulo, analisaremos os indicadores do processo de construção de uma identidade cultural-matemática pelos sujeitos da comunidade. Para tal, procuraremos resgatar outras dimensões da cultura local colocando, ao mesmo tempo, a produção do imaginário referente à Educação Matemática como centro das relações sociais.

Para as pessoas da comunidade, os números e os símbolos são ricos de sentido. Além disso, sempre que manifestados oralmente, o sentido desses elementos matemáticos é distinto daqueles considerados pelos matemáticos e pelos professores nas escolas. As pessoas têm seus próprios significados, como também seus temores pela matemática.

No primeiro caso, os significados vão sendo apropriados pelas pessoas no ambiente comunitário informal. Têm como principal fonte de origem as necessidades cotidianas de sobrevivência e as relações de trabalho como principal foco impulsionador. Desta forma, os conceitos matemáticos cotidianos surgem em situações de contexto. Por isso têm algumas especificidades e características próprias daquele ambiente cultural, fugindo dos padrões e rigores da matemática erudita que a escola ensina a seus alunos.

As situações de contexto, que propiciam a formação dos conceitos matemáticos cotidianos das pessoas da comunidade, geram relações cognitivas entre esse contexto e o sujeito humano que faz parte dele. Assim, os sentidos e os significados que dão aos seus conceitos matemáticos estão relacionados a sua utilidade e aplicabilidade. Desta forma, a matemática contribui com as pessoas em suas buscas de alternativas, na explicação de determinadas circunstâncias, na organização de tarefas e na tomada de decisões

Já os temores que as pessoas manifestam pela matemática, são adquiridos culturalmente, tendo na escola sua principal fonte de disseminação. O temor não é pela matemática cotidiana. Esta é instigante por fazer parte das atividades das pessoas. Quantidades e cálculos referentes a carros de carvão, salário, áreas de construções, orçamentos, produção agrícola e outros, são temas estimulantes à dialogicidade entre as pessoas nos mais diferentes ambientes em que se encontram. Na dialogicidade, provocadas por tais temas, não há de um lado um emissor de mensagem e, de outro lado, receptores. Existem sim emissores e receptores que dialogam sobre algo que está nas suas relações sociais. As palavras não são carregadas de mistérios, mas de algo familiar, como se constituíssem uma atmosfera que habitualmente eles vivem e respiram.

O temor é pela matemática que é ensinada na escola. Ela causa um bloqueio muito forte em muitas pessoas. Um fato peculiar é que a ansiedade matemática é quase generalizada nas mulheres e de uma forma tão marcante que, para elas, abrange até os rudimentos da aritmética. A explicação para a ansiedade matemática feminina é de ordem cultural e histórica.

Nas raízes de formação da comunidade, que coincide com o auge do processo extrativo do carvão e com a formação das características culturais e sociais da localidade, a mulher é relegada exclusivamente à atividade doméstica. A rotina é tão marcante, para elas, ao ponto de praticamente existir uma invariabilidade no cardápio diário das famílias.

Lavar, limpar e cozinhar (as mesmas receitas) são ações muito simples para desafiar a formação do raciocínio e aguçar a criatividade. O dinheiro, fator limitante do pensamento quantitativo naquela comunidade, dificilmente era visto pelas mulheres ou elas o possuíam. Até para suprirem as menores faltas dos afazeres do lar teriam que solicitar dinheiro ao marido. Incluem-se, também, fatores de ordem psicológica e sociocultural como determinantes da condição de submissão da mulher. De acordo com Gonçalves (1989:142), os mineiros de Guatá detinham o poder sobre a família, eram machistas e maltratavam as suas mulheres. Constantemente elas diziam estar com algum problema de saúde, não que este existisse, mas muito mais como uma forma de encobrir suas tristezas.

Essa especificidade da cultura local, que contribui para a ansiedade matemática, tão marcante nas mulheres, não nasce e não é característica particular da comunidade de Guatá. Ela é histórica e presente nas mais diversas civilizações desde os tempos mais remotos. Está ligada ao estigma construído historicamente de que a mulher é inferior ao homem no seu potencial físico e intelectual. É daí, conforme Damazio e Frota (1998:40), que se constrói a idéia de que "matemática é coisa para homem". Com isso, negou-se o direito da mulher entrar em contato com as idéias e descobertas matemáticas por muitos séculos.

Ao acentuarmos os temores das mulheres pela matemática escolar, não queremos dizer que naquela comunidade isso ocorra somente com elas. Existe, sim, uma total indiferença à matemática. Também a grande maioria dos homens (adultos, jovens e crianças) é afetada por uma letargia à matemática escolar. O estado letárgico pela matemática é causado pela dificuldade de apreensão dos conteúdos escolares e sua inaplicabilidade no cotidiano informal. A parcela de contribuições da educação formal para a formação do estado letárgico pode ser comprovada com o desempenho dos alunos em matemática, desde o primeiro ano de criação de escola na comunidade.

Embora a escola tenha sido criada em 1942, só conseguimos dados referentes à relação entre números de alunos e o desempenho em matemática, a partir de 1949. De lá até o ano de 1998, a matemática se destaca como a disciplina que mais reprovou em todas as séries e em todos os anos. O ponto crítico negativo está na primeira série do ensino fundamental, entre os anos de 1949 a 1968. Neste período, a reprovação em matemática oscila de 34% a 63%. Nos anos em que o índice de reprovação é inferior a 50%, há um outro fator agravante: a evasão escolar. Nesses anos, na 1ª série, a soma do índice de alunos reprovados com o de alunos evadidos, em cada ano, foi sempre superior a 50% do total de alunos matriculados. Estes dados denotam apreensão e fornecem indicativos para acreditarmos no papel contraproducente que o ensino da matemática proporcionou às pessoas, justamente no período de formação da comunidade. O índice deixa uma marca que pode ser traduzida pelas palavras de Freire (1989:24): "*As crianças populares brasileiras não se evadem da escola, não deixam porque querem. As crianças populares brasileiras são expulsas da escola*".

Dos dados descritos, decorrem pelo menos duas inferências para a formação cultural da comunidade. Uma, de ordem psicológica e a outra, de ordem social. A reprovação deixa cicatrizes fortes que intervêm no modo de ser das pessoas. Medo, angústia, revolta, choro, sensação de injustiça e de incapacidade, culpa e até desprezo é o que todo aluno sente quando é reprovado. No período em estudo, há um outro agravante psicológico mais forte ainda: ao ser reprovado na escola, o aluno era submetido a castigos e, geralmente, surrado pelos pais. Tal marca é significativa no sentido negativo, quando se trata de aproximadamente a metade do número de crianças que iniciavam sua formação escolar. Que imagem as crianças reprovadas faziam da escola e da matemática?

Aliada à inferência psicológica, está a de ordem social. Com a reprovação, muitos crianças relutavam em voltar à escola e acabavam não retornando no ano seguinte.

> *"Quando fui no primeiro ano, acabei rodando. Sofri tanto que nunca mais quis vortá. Agora tô ai sem sabê lê, escrevê e fazê conta direito. Naquele tempo era assim".* (Mulher de 60 anos)

Para outros, o castigo que recebiam dos pais, pela reprovação, era a proibição de retornar à escola.

> *"Como eu rodei no primeiro ano da cartilha, meu pai me deu uma sova daquelas e me tirou da escola".* (Senhor de 57 anos)

Os reflexos dos altos índices de reprovação em matemática, naquele período, ainda são visíveis atualmente, ao ponto de ser fácil enumerar as pessoas da faixa etária de 42 a 56 anos que tenham concluído o ensino fundamental e médio.

No mesmo período, a 4ª série primária, para a quase totalidade dos alunos, tinha significado de terminalidade. Pouquíssimos alunos continuariam seus estudos, na sede do município, cursando o 5° ano complementar (preparação para o exame de admissão ao ginásio) e o ginásio. Esclarece-se que a maioria desses alunos que continuariam os estudos, eram garotas e raros eram os rapazes. A explicação para tal fato era que o estudo seria a única forma de uma mulher conseguir sua independência financeira no futuro. Os rapazes não sentiam grandes necessidades do estudo porque tinham como aspiração trabalhar na Empresa Mineradora. Isso era quase garantido, desde que seus pais se manifestassem, politicamente, pela U.D.N (Partido da União Democrática Nacional).

As poucas pessoas que conseguiam chegar ao ginásio (hoje 5ª à 8ª séries do ensino fundamental), continuavam enfrentando um processo seletivo muito grande, principalmente em relação à matemática. O processo seletivo pelo qual passaram podem ser traduzido em números: na 1ª série, a reprovação era, em média, de 50%; na 2ª série, oscilava de 6% à 50%; na 3ª série, oscilava de 5% à 58% e na 4ª série, de 0% à 24%. Acrescenta-se aos índices a seleção do exame de admissão ao ginásio. Tamanha seleção, à primeira vista, seria suficiente para que os alunos chegassem ao ginásio com requisitos e bagagem suficiente para a formação de uma autonomia intelectual capaz de subsidiar a aprendizagem dos novos conceitos matemáticos sem grandes dificuldades. No entanto, o que se apresentava era uma situação mais tensa e temerosa do que a vivida no então curso primário. Para passar em matemática, não bastava apenas "prestar atenção nas aulas, resolver os exercícios e fazer os deveres de casa". A cada prova, a cada exame final, havia a necessidade do estudante e, muitas vezes, da família, recorrer a crenças religiosas. Em dias de prova, de exames parciais e exames finais, a Igreja Católica recebia grande número de estudantes para orações, promessas e acendimento de velas. Passar em matemática só era possível com a ajuda de Deus mediada pelos santos.

Com o advento da lei 5.692/71 e a implantação, nas escolas públicas catarinenses, do sistema de avaliação por avanços progressivos, as estatísticas apontam o decréscimo no índice de reprovação em matemática na escola da comunidade. O declínio estatístico não representa um sintoma de resultados positivos conseguidos por mudanças pedagógicas. Neste sentido, pouco ou nada mudou. A maior mudança ocorreu no método de alfabetização na 1ª série da escola básica, que deixa de ser o silábico para a adoção do eclético.

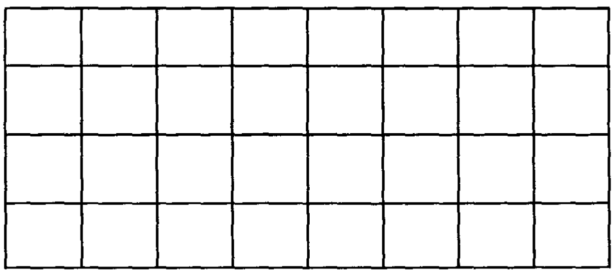
Para alguns professores, o novo sistema de avaliação tirou-lhes dos ombros a responsabilidade de reprovação de seus alunos. Aprendendo ou não, os alunos iriam para a série seguinte. Para a maioria dos professores, isso tornou-se um dilema. Passaram a perguntar: como vamos fazer o aluno estudar? Entendiam que a única forma de fazer o aluno se interessar pela matemática e pelo estudo em geral era a ameaça de reprovação. Com a adoção dos conceitos **Necessita de atenção, Regular**, **Satisfatório**, **Bom** e **Ótimo,** determinados pela Secretaria Estadual de Educação para avaliarem o aluno, os professores passaram a estabelecer correspondências ou equivalências com as antigas notas. É assim que o conceito Necessita de Atenção passou a eqüivaler às notas inferiores a 5; Regular eqüivalia a 5; Satisfatório, 6 e 7; Bom, 8 e 9; e Ótimo, 10. Como não era permitida a reprovação, a escola buscava um meio de camuflá-la. Nesse sentido, o aluno com dois ou três conceitos Necessita de Atenção nos três primeiros bimestres, é eliminado da escola (ou às vezes excluído do livro de chamada) no início do quarto bimestre. Essa foi a forma de fazer com que tais alunos voltassem a repetir uma mesma série sem caracterizar reprovação. Daí a razão de diminuir, nas estatísticas oficiais, o índice de reprovação em matemática.

Com o fim do avanço progressivo, nos anos 80, o número de reprovação em matemática não se avulta, mas permanece em patamares idênticos aqueles atingidos durante o período do sistema de avanço progressivo. A volta do debate sobre a educação, nesse período, contribuiu para que os professores de matemática se tornassem mais maleáveis no momento decisório de aprovação/reprovação do aluno. Contudo, esse fator não exerceu influência suficiente para desfazer nas pessoas a imagem deixada nos anos, 40, 50, e 60, de que a matemática é a disciplina que mais reprova na escola da comunidade. Se por um lado, os professores de matemática se tornaram maleáveis, os professores das outras disciplinas se tornaram mais sensíveis ainda à questão da reprovação e passaram a diminuir o seu nível de exigência. Diminui-se o índice de reprovação, mas a matemática continua a que mais reprova.

Com isso as pessoas constróem uma identidade matemática voltada aos seus rudimentos e cobram da escola que todos os conteúdos que ela ensina sejam aqueles aplicáveis em situações cotidianas.

A nossa presença constante em vários ambientes da comunidade e o olhar voltado para as situações e possíveis falas de relações matemáticas, propiciaram-nos o contato com cenas de descompasso entre a matemática escolar e a matemática cotidiana. As cenas mostram como as pessoas vão, aos poucos, incorporando a inutilidade do conhecimento matemático transmitido pela escola. Ilustraremos a seguir algumas delas.

Na escola, ponto de honra é fazer com que as crianças do ensino fundamental (1ª a 4ª série) decorem as tabuadas de multiplicação dos números naturais. Os alunos até conseguem memorizá-las. Uns não esquecem e outros, em pouco tempo, acabam esquecendo. Utilizar a tabuada em situações cotidianas não é uma habilidade que os alunos adquirem. A cena a seguir mostra o descompasso entre a escola e o cotidiano extra-escolar, já nas séries iniciais. O pai, mineiro/pedreiro, solicita ao filho (4ª série) para contar os espaços de uma janela onde serão colocados os vidros, a fim de solicitar ao proprietário da casa a compra dos mesmos. O desenho a seguir retrata a situação a ser contada.



A criança conta os espaços um a um, no sentido horizontal, da esquerda para a direita, debaixo para cima, conforme está no desenho abaixo.

25	26	27	28	29	30	31	32
17	18	19	20	21	22	23	24
9	10	11	12	13	14	15	16
1	2	3	4	5	6	7	8

O procedimento é reprovado pelo pai, gesticulando a cabeça, como se quisesse dizer: 8x4=32. Para o pai, bastaria uma rápida corrida com os olhos, horizontalmente, para observar que há oito espaços em cada fila. A quantidade quatro, de filas, é tão familiar que é identificável imediatamente sem necessidade de contar. Procedimento análogo era esperado do filho, o que não ocorreu.

Situação similar é presenciada no clube de mães, em que um grupo de senhoras iria confeccionar suportes para vasos de folhagem. Dispunham de dois pedaços de corda de 2,40m e 4m de comprimento. Discutiam a possibilidade de cortá-los em quantidade par, em pedaços de mesmo comprimento, de maior tamanho possível e sem sobras. Com a fita métrica, tentavam fazer aproximações. Uma senhora vai até a porta e chama uma menina, sua neta, estudante da 5ª série, e solicita que ela auxilie no cálculo da medida exata para cortar as cordas. A menina não atende ao pedido, alegando ser *"uma conta muito complicada que não me lembro mais"*. Uma outra senhora responde: *"não lembra agora e nunca vai lembrar. Hoje em dia pouco se aprende na escola. Se duvidar não sabe nem a tabuada".*

Parece ser natural que uma aluna de 5ª série devesse ter condições de perceber que uma das saídas para a solução do problema daquelas senhoras seria encontrar o M.D.C (Máximo Divisor Comum) entre 2,40m e 4m, ou entre 240cm e 400cm. Entretanto, são raras as crianças que conseguem fazer essa identificação e chegar à resolução de problemas similares.

O ensino do M.D.C, na escola, apresenta algumas peculiaridades. Esse conteúdo aparece na programação da 5ª série do ensino fundamental, sendo questionado pelos professores, *"pois não é pré-requisito para conteúdo nenhum nesta série. Ele só vai ser preciso na 7ª série, nas expressões algébricas. Até lá os alunos já esqueceram, então é mais fácil deixar para explicar lá"* (professor de matemática). O ensino e a aprendizagem de M.D.C ficam restritos aos dois algoritmos: decomposição dos números em fatores primos e divisão sucessiva. O livro didático adotado na escola não sugere nenhuma situação problema a ser resolvida. Por sua vez, o livro "Matemática", de autoria de Imenes & Lellis (1998), que recebeu três estrelas na avaliação do MEC, critério indicativo de melhor livro, não aborda tal conceito.

A indiferença para com o conceito de MDC nos meios escolares contrasta com alguma necessidades práticas, como aquela que se apresentou no clube de mães. O tema está aberto para investigações futuras que possam apontar sugestões da necessidade ou não do seu estudo na escola.

Uma terceira cena, presenciada na comunidade, tem como protagonista um aluno em fase de conclusão do ensino fundamental (8ª série), considerado excelente pelos professores. A situação que se apresentava envolvia a medida de um sarrafo para diagonalizar uma porta de madeira de uma garagem, cujas superfícies maiores eram quadradas, de 2m de comprimento. Criou-se uma discussão entre pai e filho para ver quem aproximaria melhor a medida do sarrafo sem a utilização de qualquer tipo de instrumento físico de medida. Ora, como o filho tinha estudado na 7ª e 8ª séries números irracionais, cálculo do número de diagonal dos polígonos e o teorema de Pitágoras, esperávamos que ele recorresse a um desses conhecimentos e instantaneamente respondesse que a medida seria $2.\sqrt{2}$ m, aproximadamente 2,8m. O que observamos foi um estado de inércia do filho, enquanto o pai olhava fixamente o espaço da porta onde seria pregado o sarrafo, comparava com o comprimento da porta e dizia: *"vai dar menos de 3 metros e bem mais de dois metros e meio"*.

Essas cenas, normalmente, culminam com o comentário, por parte dos pais:

> *"Eu não sei o que vocês vão fazer na escola. Acho que vão estudar pra ser burro pior do que eu".*(L)

> *"Essa matemática modema que vocês aprendem hoje na escola, não sei pra que serve".* (T)

> *"Esses professores de matemática são iguais aos engenheiros da mina, só tem pose e ganham muito, mas não sabem nada. Parece que compram o diploma. Os engenheiros vinham aprender as coisas com a gente lá embaixo da mina".* (J)

> *"As coisas que a gente precisa sabê, vai perguntá pros filhos que estão estudando, eles não sabem também. Já teve coisa que até os professores não souberam também. Daí a gente fica uma missidade de tempo pra descobri".*(B)

Tais questionamentos não ficam sem respostas. Eles não são rebatidos instantaneamente; entretanto, entre alunos e professores, circula uma resposta que não é criação deles, mas que vem passando de geração em geração escolar: *"Os pais dizem isso porque não sabem o que estão dizendo. Eles são ignorantes"*.

Os episódios acima revelam a necessidade de aprendizagem matemática em que entram em cena sujeitos de duas gerações: o pai (na 1ª e 3ª cenas) e a senhora (na cena do Clube de Mães), representando a geração mais velha; e o filho (na 1ª e 3ª cenas) e a menina (cena do Clube de Mães), representando a geração mais nova. Toda aprendizagem está relacionada dialeticamente com uma atividade de ensino. O sujeito só aprende quando se relaciona com alguém ou com alguma situação que gera uma necessidade de aprender. Da mesma forma, o sujeito se caracteriza como alguém que ensina quando estabelece um diálogo com o outro, mediado pelo objeto de conhecimento.

As situações, que se apresentaram nos episódios, constituem-se em uma zona de desenvolvimento proximal em que se reverte a ordem do processo de aprendizagem normalmente esperado. Ao invés de a geração escolarizada, portanto virtualmente detentora de conceitos matemáticos científicos, "ensinar" a geração mais velhas, detentora de conceitos matemáticos cotidianos, nada ocorre. Isso significa que não há a efetiva apropriação dos conceitos, como seria esperado, pela geração "escolarizada". As gerações mais velhas buscam a interlocução para a aprendizagem com as gerações mais novas. Entretanto, o diálogo proposto sobre o conhecimento matemático em foco (multiplicação, m.d.c. e a medida da diagonal do quadrado) não se estabeleceu quando os sujeitos da aprendizagem o propuseram. O que aconteceu foi uma relação de acusação entre as gerações. A aprendizagem que as gerações antigas buscavam não aconteceu quando procuraram interlocução com parceiros sociais das gerações seguintes. O que era para ser um processo de aprendizagem, se transformou em uma pergunta, cuja resposta foi encontrada nas interlocuções com os parceiros de seu próprio grupo, ou seja, pessoas das gerações mais velhas.

Nas cenas percebemos não só o descompasso entre a matemática escolar e a matemática do cotidiano, manifestado no conflito entre gerações. Também estão em jogo os motivos e, conseqüentemente, os sentidos que alunos e pais dão àquelas atividades. Os pais vivenciam as situações motivados pela necessidade social de trabalhar e complementar a renda familiar. Para alguns deles, é uma atividade prazerosa por se tratar de lazer ou ser uma profissão escolhida por opção própria. É motivo de orgulho e de consciência do desempenho do papel de cidadão. É satisfação por saberem executá-la espontaneamente. Às vezes, desanimador e ao mesmo tempo instigante, pelos desafios das novas ações e operações que surgem na execução das atividades. Diante desses desafios, eles recorrem às pessoas com conhecimento cientifico, ou seja, escolarizado e, às vezes, se frustram. Pressupõem que são tais pessoas que devem fornecer-lhes os meios de conhecer e de indicar procedimentos facilitadores para o enfrentamento do desconhecido. A exigência é, pois, de uma explicação simples para as suas atividades práticas individuais e sociais.

Por sua vez, os motivos que levam os filhos/alunos a se envolverem em tais atividades contrastam com aqueles dos pais. Como se trata de atividades braçais, eles só as executam porque lhes são impostas. Para os jovens, atividades desse tipo não são condizentes com um estudante, mas com pessoas analfabetas ou com pouca escolaridade. Por isso, estarem envolvidos nelas é deprimente.

O distanciamento entre a matemática escolar e a matemática cotidiana, bem como a incompatibilidade de motivos entre pais e estudantes, nas atividades de trabalho, não diferem daquilo que acontece na escola. Normalmente, os motivos e os fins de aprendizagem dos conceitos matemáticos também são divergentes para professores e alunos. Aí reside um dos problemas a ser enfrentado e pesquisado em Educação Matemática. A convergência de motivos, de ambos, para o mesmo fim pedagógico, passa também por um processo educativo. O desafio é grande, pois faz parte da cultura da comunidade, e talvez do povo brasileiro, considerar o motivo impulsionador para estudar a matemática a aprovação de uma determinada série para a seguinte.

Existe, pois, uma relação de acusação, uma busca de culpados pela incompatibilidade de motivos e pouca contribuição da matemática escolar nas situações cotidianas. A acusação não acontece somente entre pais e professores, mas também entre os professores e o curso de formação. Os professores da escola acusam o curso de formação por não responder a duas questões básicas. Uma delas está diretamente relacionada à aplicação dos conteúdos matemáticos estudados nas diversas disciplinas do currículo. Basicamente perguntam: onde vamos aplicar isso? O questionamento maior é para as disciplina de Análise Matemática, Topologia e Álgebra.

A outra questão está relacionada ao que Lorenzato (1995) denomina de “os porquês da matemática”. Em outras palavras, o professor em formação busca no curso a gênese dos conceitos matemáticos que levou o homem a chegar às definições. Assim, por exemplo, ele quer aprender a definição de potenciação como sendo $a^n = a \times a \times ... \times a$, mas também quer saber que idéia ou que raciocínio levou a esse nível de sistematização. O mesmo ocorre com muitas outras definições e operações como fração, subtração e multiplicação de números inteiros relativos, só para citar algumas. O professor não quer respostas as suas interrogações por meio de definições ou de demonstração via coletânea de propriedades, axiomas, postulados e teoremas. Isto os livros e as enciclopédias apresentam. Qualquer livro didático, por mais mal compilado que seja, apresenta isto. O professor quer a decodificação, de forma acessível e compreensível, da lógica que levou à definição. Ainda mais, ele quer - assim como os seus alunos também exigem - um "jeitinho" especial de aprender matemática sem despender muito esforço. Não encontrando o que procura no curso de formação, o professor recorre, no seu cotidiano escolar, à abordagem exclusivamente intelectual, implantada na escola desde a sua criação.

Há um entrelaçamento muito forte entre as expectativas e as ações do trabalho escolar com aquelas de outras atividades de trabalho existentes na comunidade. No trabalho escolar, o professor cai na rotina de dependência e da repetição de um modelo pedagógico que historicamente não contribuiu para responder as expectativas dos alunos. A rotina também é o refúgio e, ao mesmo tempo, a expectativa da grande maioria das pessoas da comunidade. Elas vivem na ilusão do retorno à atividade extrativa do carvão e da dependência ao grupo econômico que garantiu os salários e a própria existência da comunidade.

É esse contexto que propicia a rotina de possibilidades e frustrações de as pessoas relacionarem-se com a matemática, quer na vertente erudita, quer na vertente prática. Contudo, conseguimos perceber que há momentos de procura de um processo de recriação e entendimento da matemática. Nesse processo de busca, há implicitamente a percepção da existência de uma divisão do trabalho intelectual: os que estudam para recriar e ensinar a matemática – matemáticos e professores - e aqueles que devem aprender o necessário para subsistir profissionalmente – alunos e pais. Nessa divisão há expectativas (motivos) de uns em relação aos outros. Os segundos, pais e alunos, alimentam a esperança de que os primeiros, professores e matemáticos, sejam dotados de espíritos lúcidos e generosos para se debruçarem sobre seus assuntos e lhes propiciarem, de maneira simples e compreensível, o acesso aqueles conhecimentos. O professor de matemática, em seu curso de formação, esperou essa mesma competência de seus professores.

Assim como as pessoas esperam o retorno do processo extrativo de carvão, como a forma de garantir a identidade e o encantamento pela vida, também esperam que as pessoas que estudam e ensinam a matemática lhes devolvam o significado que dão a ela, ou seja, a sua aplicabilidade. A matemática não lhes encanta quando está ausente e é de difícil acesso. Nessas circunstâncias, eles atribuem a alguns poucos privilegiados a capacidade de se apropriarem dos conhecimentos científicos. *"Para aprender matemática mesmo é só pra quem é inteligente e competente".* (Conversa de dois senhores em um bar)

Ao mesmo tempo em que a comunidade se frustra pela não aplicabilidade da matemática escolar, ela deifica as pessoas que têm a posse de tal conhecimento e se afasta delas por se sentir inferior e incapaz de estabelecer um diálogo. Entre as pessoas deificadas estão os pouquíssimos alunos do colégio, vistos como portadores de pendores para a matemática, os professores de matemática e, no passado, os engenheiros de mina, ainda que, em muitas situações, se reconheçam as suas limitações.

A deificação dessas pessoas traz um comportamento negativo para o ensino de matemática na escola: o afastamento de pais e alunos do professor. Raros são aqueles que se aproximam do professor para solicitar-lhe esclarecimentos e conversar sobre dúvidas em relação à matemática. Mesmo na escola, os professores de outras disciplinas e técnicos de apoio pedagógico e administrativo sentem-se inibidos ao dialogar com os professores de matemática, tanto sobre o conhecimento específico como seu processo de apropriação.

O professor de matemática, nas relações informais, é considerado uma ilha. Sendo assim, o conhecimento matemático, que poderia ser transmitido informalmente também está ilhado num ambiente de clima estável. Não há tempestade nem ventos que façam movimentar esse conhecimento para chegar ao continente de seres cognoscíveis. Em contrapartida, há ventos que levam até ao professor rumores generalizantes da comunidade, do que pensam e dizem a seu respeito. *"O professor é um crânio. O professor sabe demais, por isso não chega até o aluno.* (Conversa de duas senhoras)

Essas opiniões soam muito bem aos ouvidos do professor, e satisfazem o seu ego. Ao mesmo tempo, revelam características do perfil do professor de matemática traçadas desde a criação do ginásio (5^a à 8^a séries), e consolidadas na criação do 2° grau (ensino médio). O depoimento a seguir, de uma orientadora educacional, similar às opiniões e comentários de outras pessoas, revela esse perfil.

> *"Com raras excessões, os professores que passaram pelo colégio e eram considerados como conhecedores da matemática, tiveram e têm a mesma forma de agir com os pais e os alunos. Nós sempre vimos esses professores com os mesmos olhos. Os bonzinhos e abertos ao diálogo é porque não dominam o conteúdo".* (E)

O perfil de professor de matemática que se constrói na comunidade, ao longo dos anos, avaliza opções por uma prática pedagógica reprodutora, acomedida de uma certa ingenuidade. O princípio norteador do processo ensino-aprendizagem da matemática é:

> *"Eu aprendi assim com meus professores; meus professores aprenderam assim com os professores deles. Então, por que mudar?"* (Professor de matemática)

Esse contexto é propício para produzir uma brisa na comunidade com aroma de pouca matemática escolar. Isso faz com que, na comunidade, circulem somente alguns resquícios da matemática "das pessoas inteligentes", que é ensinada na escola. Na manifestação dos resquícios, há evidências da relação que existe entre eles e a forma de como foram ensinados para aqueles que freqüentaram a escola. A aplicação do conceito de multiplicação e divisão de números naturais na resolução de problemas matemáticos, nas falas a seguir, é uma indicação muito forte da relação conteúdo x forma.

> *"Se eu sei o preço ou o valor de uma coisa e preciso descobrir de várias, então a conta que devo fazer é de vezes. Agora, se o problema dá o valor de várias coisas e quer saber o valor de uma, então a conta é de dividir".* (Conversa entre S e A)

A relação conteúdo x forma no ato de ensinar matemática na escola, da qual, com o tempo, ficam alguns resquícios que se transformam em elementos da cultura na comunidade, tem muita similaridade com os procedimentos (operações) das ações que compõem a atividade de trabalho. Diariamente, enquanto trabalhador nas minas de carvão, o mineiro executava uma série de operações que culminavam com metas e fins. O conjunto de operações, procedimentos, que realizava diariamente, obedecia à mesma seqüência. Ao chegar no local de trabalho, inicialmente iria bater o cartão, depois pegar as ferramentas, "baixar" à mina, pegar o carro, separar a pedra do carvão limpo, encher o carro com pedras, empurrá-lo até a manobra, começar tudo outra vez e repetir o mesmo procedimento até esgotar as pedras e o carvão.

Procedimentos análogos são adotados em outras atividades como, por exemplo, na plantação de fumo. Inicialmente ara-se a terra, depois a fertilização, alinhamento, determinação das covas, plantação das mudas, etc.

Na escola, os procedimentos metodológicos para ensinar matemática seguem os mesmos princípios. O privilégio está nos procedimentos de resolução de exercícios referentes a um determinado conteúdo matemático e não nas idéias que caracterizam um conceito matemático. Saber um conteúdo matemático significa muito mais do que fazer para se chegar a um resultado. Os resquícios culturais da matemática escolar evidenciam basicamente um processo de repetição de procedimentos do que a compreensão da lógica interna subjacente ao conceito.

Esta marca registrada de procedimentos não está só nos problemas que envolvem a multiplicação e a divisão de números naturais, aludidos anteriormente, mas basicamente em todos os conceitos/ conteúdos que fazem parte do currículo de matemática. Com efeito, na adição de frações o que fica evidente é a seqüência de procedimento: primeiro achar o M.M.C (Mínimo Múltiplo Comum) dos denominadores, em seguida dividir o M.M.C pelos denominadores e multiplicar pelos respectivos numeradores, etc. A equação do 1° grau está relacionada com: passar quem tem x para o 1° membro, passar quem não tem x para o 2° membro, mudar o sinal dos termos ao passá-los de um membro para outro, efetuar a soma algébrica em cada membro, dividir o resultado obtido no 2° membro pelo resultado do 1° membro (coeficiente numérico). Da mesma forma, a regra de três está relacionada com a colocação de flechas; a equação do 2° grau, com o uso de uma fórmula, só para citar alguns exemplos.

Como o contato com esses conteúdos não é rotineiro, aos poucos são esquecidos; daí a razão por chamarmos de resquícios aquilo a que algumas pessoas conseguem fazer referência em suas falas. Os resquícios matemáticos das falas corriqueiras são expressados, na maioria das vezes em que os ouvimos, pelos sujeitos com poucos anos de escolaridade. As pessoas que concluíram o ensino fundamental ou ensino médio esquivam-se e são indiferentes à matemática.

Os resquícios matemáticos, como um processo de repetição de procedimento, foram apropriados na escola por meio de uma peculiaridade, que segundo Vygotski (1996:310), é especialmente humana no ato de aprender: a imitação. Essa imitação, à primeira vista, dá a impressão de ser uma operação executada de modo automático, mecânico e como hábito carente de sentido. Entretanto, uma análise mais apurada nos leva a crer que se trata de uma operação e de um hábito conscientes.

Como diz Vygotski (1993:242), a possibilidade de aprendizagem só existe onde há a imitação. Levado ao exemplo citado anteriormente (conversa entre S e A), entendemos que as pessoas só adotam aqueles procedimentos na resolução de problemas, envolvendo a multiplicação e divisão de números naturais, por influência de um ensino que deu ênfase a tais procedimentos. Em outras palavras, as pessoas, enquanto alunas, tiveram que imitar, de forma oral e escrita, aquele procedimento adotado pelo professor. Sendo assim, a resolução de problemas por meio de tais procedimentos é razoável e com sentido. O fato é que o ensino dessas operações (multiplicação e divisão) teve como base o alto grau de imitação, que proporcionou subsídios para que algumas pessoas generalizassem essas operações para situações-problemas cotidianas de compra e venda. A possibilidade de generalização é a manifestação do desenvolvimento de uma capacidade intelectual. O desenvolvimento só foi possível, conforme Vygotski (1993:241), graças à colaboração entre pares, mediante a imitação que *"é fonte de todas as propriedades, especialmente humanas, da consciência".*

Como ato consciente, a imitação não pode ser simplesmente um conjunto de repetições mecânicas e à revelia de idéias subjacentes a um conceito. A imitação, em situação escolar, é uma forma de diálogo mediador entre professor e aluno, tendo como conteúdo principal as características essenciais de um determinado conceito ou sistema conceitual. O fundamental é o novo que se está aprendendo, e a possibilidade de cada aluno ascender intelectualmente a um grau superior, com a colaboração do professor.

Neste sentido, a imitação é uma operação que possibilita o aluno a fazer sozinho o que antes não conseguia. Em resumo, a imitação torna-se um elemento necessário para a caracterização de uma zona de desenvolvimento proximal. Sendo assim, não pode ficar restrita a uma minoria dos alunos e contribuir para que, no futuro, uma determinada aprendizagem se torne resquício cultural, como ocorreu na comunidade em estudo.

Uma outra constatação é que as expectativas, as frustrações e as dependências vinculadas ao contexto social geram, na comunidade, um clima propício para a formação de duas concepções de conhecimento matemático. Para uma pequena parcela das pessoas que vivem na comunidade, o conhecimento matemático é aquele que é ensinado na escola. Consta de um rol de conteúdos determinados por órgãos governamentais, reproduzidos pelos livros e pelos programas de ensino. Esses conteúdos são *"escritos no quadro-de-giz e explicados pelo professor. O aluno, presta atenção durante a explicação, copia no caderno, memoriza-os e devolve-os para o professor nos dias de prova".* (Síntese de depoimentos similares.)

Concebem, pois, o processo de formação de conhecimento matemático como a-histórico e está diretamente ligado a um especialista, funcionário do governo. A apropriação desse conhecimento é uma possibilidade de ascensão social e aplicação na vida diária, geralmente frustrada.

Para a grande maioria das pessoas, a concepção predominante e culturalmente estabelecida na comunidade é que o conhecimento matemático está intimamente ligado à sua aplicabilidade nos afazeres do exercício profissional. Conhecimento são as experiências adquiridas na execução das atividades de trabalho. Só é matemática aquilo que se mede e calcula para a realização de ações inerentes ao trabalho ou a situações que se apresentem diariamente.

Aprender essa matemática exige a necessidade de algo prático, ou seja, de uma atividade física. A necessidade leva quem não sabe a procurar o conhecimento não em livros ou com professores, mas em pessoas que sabem colocá-lo em prática. São delas que vem a explicação necessária à outra que a procura. Nesse processo, quem aprende e quem ensina têm o mesmo motivo, o mesmo sentido, e executam as mesmas operações para atingir o mesmo fim: aplicar o conhecimento.

Vários fatores, além dos já mencionados, contribuíram para a formação dessa concepção utilitária de matemática. O mais forte está nas origens da formação da comunidade. Como já referimos, ela surge pré-concebida, ou seja, planejada para a extração do carvão. Trabalhar numa mina não exigia nenhum nível de escolaridade. O importante era a resistência física do trabalhador e a sua sujeição às condições de trabalho subumanas que tal atividade exigia.

> *"As pessoas não tinham interesse em aprender a ler, escrever e fazer contas, porque, pra arrancar carvão, não precisava dessas coisas. Para contar os carros de carvão e de pedra que necessitavam tirar diariamente, eles aprendiam no próprio serviço. O salário não precisava contar, porque eles já sabiam quanto iam ganhar e, mesmo assim, o pessoal do escritório é que calculava".* (R)

À primeira vista, para os mineiros, os conhecimentos mínimos exigidos eram os rudimentos da contagem. Isso não era problemático, pois muitos deles sabiam ler, contar e resolver as "contas mais simples". Aqueles considerados analfabetos geralmente iriam formar duplas com aqueles que sabiam os rudimentos da aritmética de que precisavam. Nos raros casos em que dois mineiros analfabetos formavam uma dupla, as habilidades matemáticas eram adquiridas no local do trabalho pela repetição cotidiana das tarefas.

As circunstâncias favoreciam exclusivamente formas primitivas e fossilizadas de contagem, ou seja, a contagem um a um. Pelas falas de mineiros-aposentados, podemos detectar quatro formas de notação ou registro das quantidades de carro de carvão, extraídas num determinado período de trabalho. Três delas dão ênfase à biunivocidade. Eram freqüentemente usadas pelos mineiros sem escolarização, que recorriam à separação de pedras de carvão para cada carro enchido. Outra maneira era marcar com riscos na parede da galeria cada carro de carvão extraído. Outros, ainda, relacionavam cada carro enchido com os dedos das mãos.

Por sua vez, os mineiros que haviam freqüentado a escola faziam essa contagem, mentalmente. Embora mineiros analfabetos e mineiros escolarizados recorressem a formas diferenciadas de contagem, mesmo assim seus procedimentos tinham algo em comum, isto é, se referiam a elementos físicos e não a elementos abstratos do conceito de número natural. As poucas pessoas que não trabalhavam nas minas de carvão, mas em outras funções no escritório e no armazém, mesmo tendo alguns anos de escolaridade (nenhum ultrapassava a 4ª série do ensino fundamental), necessitavam nada mais além do conhecimento das quatro operações fundamentais com números naturais e contagem de dinheiro.

Um outro fator que contribuiu para formação da concepção utilitária, foi a frustração das pessoas de irem à escola e não se apropriarem de um conhecimento matemático capaz de tornar evidente o elo existente entre os conceitos matemáticos científicos e os conceitos cotidianos. A frustração também é uma demonstração de um certo discernimento que as pessoas fazem entre as duas formas de conhecimento matemático, sem contudo, antagonizá-las. Ao mesmo tempo que uma pessoa, com poucos anos de escolaridade, manifesta sua concepção de matemática utilitária, também admite a matemática escolar, ao ponto de tê-la estudado e exigir, no caso dos pais, que seus filhos a estudem. Entretanto, reafirmamos o que foi dito anteriormente: a expectativa é de que todo o conhecimento escolar se materialize no trabalho.

As pessoas com interesse num estágio superior de escolaridade e até de educação matemática, vão buscá-los em centros urbanos maiores e acabam não retornando mais àquela comunidade. Criou-se uma rotina de pensamento. É com esse clima que as pessoas convivem diariamente, o que facilita a consensualidade de idéias. Não há, pois, quem atue decisivamente nas zonas de possibilidades para a superação das concepções.

Entretanto, é importante notar que essa consensualidade foi construída historicamente e, como tal, não pode ser considerada como algo estável e imutável. Pelo contrário, significa um momento em movimento da identidade cultural-matemática da comunidade. Como todo momento histórico-cultural, de acordo com Itterly (1998:45), há possibilidades de formação de dois tipos de zonas de desenvolvimento proximal: as culturais e as individuais. Para o autor, as zonas de desenvolvimento cultural se formam com base nas expectativas e valores culturalmente de um grupo social. As zonas de desenvolvimento individual se constituem pelo interesse e capacidade de as pessoas em relação com seus pares incorporarem e de compreenderem novos conhecimentos.

Com a predominância da concepção utilitária de matemática, eximem-se as possibilidades de concebê-la como forma de pensamento, como conhecimento elaborado historicamente percorrendo caminhos tortuosos, até chegar ao vigente alto nível de formalização.

A possibilidade de mudança existe, mas é remota ,face aos elementos que são muito mais limitadores do que ampliadores de possibilidades do novo. Daí a necessidade de resgatar na comunidade as evidências propícias para a constituição de zonas de desenvolvimento. E isso, conforme Vygotski, só é possível num processo de ensino. Em se tratando de processo educativo, ele é longo e lento, por ser social. Ainda mais que a comunidade está carregada de valores e sentimentos, adquiridos histórica e culturalmente, que, em vez de impulsionarem a população humana para a autonomia, produziram um estado de indolência frente às perspectivas futuras.

Como já referido anteriormente, qualquer raciocínio desenvolvido na comunidade relacionado com a matemática, nunca está solto ou isolado. Ele está sempre ligado a outros raciocínios matemáticos, a sentimentos depreciativos em relação à matemática (temor, ojeriza, menosprezo) e às questões socioculturais mais amplas. Mas, há algo que parece delimitar, de maneira até certo ponto agressiva, todas essas relações: o fator econômico. Diríamos que o pensamento matemático tem um campo de existência delimitado pela renda familiar. Geralmente, é constituída pelo salário fixo do homem - raramente o da mulher - proveniente da aposentadoria como mineiro. É muito forte a dependência salarial deixada nas pessoas pelo processo extrativo de carvão. É ela a marca registrada da comunidade. Parece que as pessoas não estão envolvidas pela atmosfera físico-química e por múltiplas relações sociais, mas sim revestidas por algo muito espesso e resistente à ruptura, que é a renda familiar. As pessoas pensam e agem dentro dos limites salariais; fora disso, há um mundo estranho que dificilmente será conquistado. Com a aposentadoria e mais recentemente com o fim da atividade extrativa, é que as pessoas tomam consciência desses limites. São essas circunstâncias que as levam para iniciativas próprias de orçamento familiar. Agora não tem mais a "ordem", o "vale", enfim o adiantamento salarial, nem os funcionários da empresa para alertarem dos seus limites financeiros. Isso causou-lhes impacto, o que gerou excessivas preocupações de nunca ultrapassarem os limites das condições financeiras.

Implícito em tais precauções, há um conceito matemático cotidiano: intervalo. A compra de produtos para o consumo familiar, as despesas com saúde, alimentação e educação são pensadas nesse intervalo. A renda familiar é o ponto extremo máximo do intervalo, enquanto o ponto extremo mínimo sabe-se de antemão que é o zero, isto é, o não ter nenhuma renda. O orçamente familiar é feito dentro desse intervalo. É ele o campo numérico que determina as possibilidades de realizações e de perspectivas da população. Assim, por exemplo, uma senhora ao ir ao mercado comprar os alimentos, não está preocupada se eles são ricos em carboidratos, vitaminas, ferro, etc. A preocupação dela é não ultrapassar aquele extremo máximo. Os limites determinados pela renda familiar são tão marcantes que se manifestam rotineiramente nas falas das pessoas, influenciam e contribuem para o malogro das aspirações das crianças e jovens, como também produzem efeitos negativos à aprendizagem da matemática.

A escola, onde os alunos dizem que vão "aprender para vencer na vida", contraditoriamente é o local onde eles vão entendendo que a condicionante quantitativa de renda familiar é determinante para a não concretização de ideais. Todas as vezes que mantivemos contato com alunos, ouvimos em suas falas comprovações a respeito da impossibilidade financeira.

> *" Eu queria fazer uma faculdade, acho de engenharia química, mas como, se lá em casa é duzentos e trinta? Eu tô sabendo que é a faculdade mais cara que tem. A mais barata é de duzentos e noventa reais pra ser professor"* (Aluno do 4° ano do curso de magistério, já formado técnico em contabilidade)

> *"Se eu tivesse condições financeiras, eu faria enfermagem, mas não dá, porque lá em casa é duzentos e trinta reais".* (Aluno D da 8ª série.)

Poderíamos acrescentar muitas outras manifestações, mas não se faz necessário, pois o teor é o mesmo. Muda a opção profissional (médico, agrônomo, etc) e o valor da renda familiar (varia de R$ 130,00 a R$ 280,00).

Na escola, os limites impostos pelo poder aquisitivo também se tornam evidentes como um dos fatores para dificultar a aprendizagem da matemática.

> *"A gente, na 4ª e na 5ª série, achava complicada a matemática, porque tinha que escrever aqueles números grandes. Era tudo assim: 4 bilhões, 8 milhões. A gente não entendia direito porque, lá em casa, só se fala até duzentos e quarenta. É o que a gente ganha".* (Aluna W da 8ª série.)

> *"Na 8ª série, até que é legal estudar matemática. Não é assim tão bom, mas pelo menos não tem aquele número grande como tinha na 5ª série. Prá que aquilo? Se a gente tivesse aqueles número em dinheiro ainda valia a pena estudá. Agora, na 8ª série, os números são até pequenos, como raiz de dois, raiz de três. Só tem uma coisa que não entendo: se é um número pequeno, como podem ter infinitas casas depois da vírgula? Depois da vírgula é menor que um. Como que um número pequeno pode ser infinito? Tudo é feito pra ninguém entender mesmo. É pra gente ser mesmo além de pobre, burro".* (Aluno G de 8ª série.)

> *"Não sei pra que aquela bobiça que ensinaram pra gente, acho que foi na 6ª série, de juro e capital. Lá em casa, o duzentos e vinte e três é que diz o que meu pai e minha mãe têm que fazer. Eles não fazem nem mais nem menos do que aquilo. Então, por que eu tenho de aprender que se colocar não sei quantos mil reais, a tantos porcentos, qual é o juro?"* (Aluno A da primeira série do ensino médio.)

Além de revelar a influência da renda familiar na formação da identidade das pessoas, as conversas acima também evidenciam, por parte dos alunos, a concepção utilitária de matemática. Só lhes interessa o que será aplicado. Uma outra questão a ser destacada, nos intercâmbios registrados nas falas desses alunos, é o fato de a matemática escolar não se constituir como uma ferramenta para a compreensão das relações complexas em que vivem e da necessidade de ir além do imediato. A fala de G, além de explicitar sua preocupação em relacionar a matemática com o dinheiro, revela aspectos interessantes relacionados à natureza dos objetos matemáticos.

A influência do pensamento matemático, limitado pelo poder aquisitivo, é tão forte, que se torna uma norma diretiva e disciplinadora das pessoas, principalmente dos alunos, de se relacionarem com a Matemática de hoje.

Quanto a insistência dos sujeitos em querer aprender somente os conceitos matemáticos aplicáveis às situações práticas, necessário se faz algumas ressalvas. Está certo que a matemática tem ligações íntimas com a nossa vida cotidiana, ao ponto de influenciar decisões, prever acontecimentos e determinar rumos. Mas, não podemos negar que, com o desenvolvimento social, o conhecimento matemático foi adquirindo uma autonomia em relação à sua utilidade prática. Atualmente, a matemática adianta-se impetuosamente em direção à abstração. Esta é a característica mais forte da matemática no corrente século, desenvolvida por homens e mulheres para ser apropriada por aqueles que freqüentam os bancos escolares. A abstração, como estágio mais elevado da matemática, revela o seu processo evolutivo como também apresenta um outro aspecto muito significativo: o poder de mudança de concepções e definições. Como dizem Davis e Hersh (1989:31), cada matemático sério de uma dada geração define a matemática de acordo com sua concepção. Se o progresso da matemática é visível, entretanto muito pouco está chegando aos alunos do ensino fundamental e médio.

A dicotomia e o antagonismo entre a matemática erudita e a matemática para o cotidiano, tão presentes no discurso das pessoas, manifestam as conseqüências da organização curricular. Esta, historicamente, seguiu os modelos que, de acordo com Moellwald (1993:52), "estão fadados a alienar os aprendizes de seus ambientes culturais e dos métodos gerados na vida real" por estarem conformados a modelos externos e seguindo padrões autoritários.

Como conseqüência, na comunidade estudada, a abstração é a causadora de obstáculos à aprendizagem da matemática, face à apresentação que historicamente é dada nos textos e na sala de aula. Isso gerou, em muitos alunos, uma neofobia em relação à matemática que, com o tempo, se tornou um pensamento predominante. É com tal pensamento que muitos alunos, atualmente, chegam à escola e, muitas vezes, as atividades de ensino-aprendizagem a eles propostas não conseguem superar essa forma de perceber a matemática.

6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS: SÍNTESE E ALTERNATIVAS

Nesta última parte do presente estudo, no qual analisamos a formação da identidade cultural matemática de uma comunidade objetivando identificar elementos subsidiadores para o processo de apropriação dos conceitos matemáticos escolares, desenvolveremos dois pontos que consideramos essenciais para as primeiras conclusões da pesquisa até agora realizada: síntese e alternativas.

A síntese se refere à retomada de aspectos fundamentais do ideário matemático peculiar da comunidade pesquisada. Ideário este entendido como o processo de apropriação e socialização de conceitos e idéias relacionadas à Matemática e à Educação Matemática, desenvolvido e manifestado nas relações sociais. Alternativas se referem ao papel mediador, em situação escolar do estudo de conceitos matemáticos, das diversas formas de manifestação desse ideário matemático comunitário. Referem-se também ao aprendizado, às vinculações, às limitações e aos compromissos que o presente estudo nos proporcionou, delimitou e aduziu.

6.1. SÍNTESE

A intenção de analisar o ideário matemático que se formou nas múltiplas relações estabelecidas historicamente na comunidade de Guatá foi, ao nosso ver, conseguida nos limites superiores das expectativas geradas no processo de pesquisa.

O desenvolvimento histórico marcado por dois momentos distintos – período ligado ao processo extrativo de carvão e período de buscas de novas atividades de trabalho – foram decisivos para a reflexão sobre o objeto de estudo. Nos dois momentos, as relações sociais foram marcadamente mediadas pela produção da existência dos sujeitos humanos.

O primeiro momento foi fundamental na formação da identidade cultural, galgada na rede de poder e nas relações de dominação que, implícita ou explicitamente, se manifestavam nas determinações e exigências da Empresa Mineradora. Esta detinha não só poder econômico, como se articulava muito bem com o poder político. A Empresa sempre manifestou sua opção política e exigia que seus empregados seguissem a mesma orientação. Em nível municipal, tinha forte influência na indicação de candidatos a prefeito e a vereadores. Já em nível estadual seus dirigentes ou alguém de seus familiares sempre se apresentavam como candidato a deputado. Os trabalhadores eram muitas vezes coagidos a votar nesses candidatos e a optar pela mesma facção política. Mesmo sob as fortes pressões, os "operários" de Guatá, em sua grande maioria, reagiam ao poder que vinculava o econômico ao político e faziam a opção por partidos de oposição àqueles que a Empresa respaldava. No trabalho, como forma de reação às pressões e às condições subumanas que lhe eram propiciadas, chegavam a planejar e a executar acidentes pessoais.

Foi nesse ambiente que o trabalhador da mina de carvão esteve, necessariamente, envolvido num movimento de ensinar e aprender as operações das ações pertinentes à atividade de trabalho. O contexto de trabalho exigia a concentração em um esforço eminentemente braçal. Como toda atividade humana, o processo de aprender e ensinar a "ser mineiro" que, por sua vez, estava intimamente ligado ao processo de formação de "ser um cidadão guataense", envolveu um ambiente interpsicológico marcado por mediações semióticas e pelo uso de instrumentos. A dialogicidade, a observação, a imitação e outras formas de comunicação humana foram fundamentais nesse processo. Diferentes sujeitos (quadro de pessoal da empresa), em interação, foram produzindo, apropriando-se e impregnando-se das significações peculiares ao processo extrativo do carvão, ao mesmo tempo em que se apropriavam da cultura que lhes era imposta pela empresa.

Era nesse processo educativo que o trabalhador se apropriava das significações, tanto dos instrumentos físicos quanto do conjunto de operações e ações da atividade de trabalho. Dito de outra forma, o trabalhador não se apropriava da bota de borracha, do capacete, do gasômetro, da pá, da picareta, do carro, da bomba, do estopim, enfim, de todos os instrumentos de trabalho, mas das suas significações no contexto das relações de trabalho designadas pela empresa. Assim também, o trabalhador não se apropriava, em si, do carvão, da guinchada, das camadas de carvão, da seqüência das ações e operações da atividade, da estrutura físico-geográfica da mina, da furação, da explosão e das pazadas, mas das suas significações. Significações que foram mudando de acordo com a evolução e as exigências do capital, com a criação e emprego de tecnologias e, conseqüentemente, com a mudança nas relações de trabalho.

Com o fechamento das minas, a comunidade foi abandonada à própria sorte. Para quem viveu historicamente numa rede de atrelamento que lhe incutia a dependência, esse abandono jogou-a num vazio social. Foi uma comunidade inteira convivendo com um drama: o desemprego. Com isso surge uma série de problemas e sentimentos depreciativos que ele provoca ou suscita. Naquele momento a comunidade se defrontou com o drama da perda da consideração social, da autoconsideração, da marginalização, do medo pela miséria, das privações e da vergonha. Como diz Forrester (1997:10), o desemprego em si não é nefasto, mas sim o sofrimento advindo dele. As pessoas se abalaram e se retraíram em suas famílias em vez de buscarem soluções e alternativas coletivas. A partir daí, não houve mais a unicidade nas relações de trabalho propiciadoras das mediações e interações entre os sujeitos humanos da comunidade. O conteúdo do diálogo mudou e, conseqüentemente, o sentido das preocupações.

Atualmente, o diálogo comunitário é pouco empolgante, permeado de contradições entre resignações, saudosismos e esperanças de retorno da atividade extrativa. Não há um tema unificador que dê um sentido e um significado comum aos interlocutores, como era habitual no diálogo entre os mineiros, cuja essência tinha ligações com as relações e as ações de trabalho. Agora, o contexto do diálogo é disperso e apático. Nesse clima, as opiniões a respeito da empresa mineradora são manifestadas: “Ruim com ela, pior sem ela”. Em oposição, há os que questionam: ”Onde estão as pessoas que nos exploraram e levaram o lucro daqui?”

Ao encerrar-se a atividade extrativa, mudou o modo de atuar elaborado social e historicamente. Criou-se uma necessidade vital e uma nova forma de relação com o mundo. O momento exigia uma mudança de atitude. Como diz Rubinstein (sd:393): *"Toda atitude especial, é uma atitude para algo."* Para a comunidade de Guatá, o *algo* significa um novo emprego. As atitudes das pessoas frente à situação que se apresentava, de busca de novas alternativas de trabalho, também eram caracterizadas pelo estado apático e dispersivo. A retração e o abalamento, que caracterizou a fase de transição sócio-econômica e que se perpetua até hoje, são as expressões de novas atitudes para outro tipo de atividade profissional, socialmente útil, originada pelo devir. Novos objetivos emergem unindo, agora, fragmentos de grupos profissionalmente específicos e não mais a totalidade dos indivíduos humanos da comunidade.

As relações sociais que se estabeleceram nos dois momentos marcantes do desenvolvimento histórico-cultural, foram decisivas para que os sujeitos se apropriassem de operações mentais relacionadas a raciocínios matemáticos e de novas significações lógico-matemáticas. As apropriações estão interrelacionadas com o processo produtivo e com o controle do motivo da atividade, isto é, o salário e a sobrevivência.

Dessa forma, as apropriações de conceitos matemáticos têm um caráter histórico, por isso, vão se modificando e adquirindo outras significações, à medida em que mudam as condições sociais, principalmente aquelas relacionadas com a atividade de trabalho. As novas apropriações e significações relacionadas aos conceitos matemáticos não surgem somente com as mudanças sociais amplas, envolvendo toda a coletividade da comunidade. Elas também aparecem nas mais variadas circunstâncias de mudanças de relações sociais de diferentes atividades e numa mesma atividade. Nesta última situação, por exemplo, um trabalhador nas minas de carvão, enquanto mineiro, pode ter desenvolvido algum tipo de raciocínio matemático próprio para o controle de sua produção. E, ao exercer a função de apontador, desenvolveu outro raciocínio para o controle das operações de trabalho.

Entretanto, é bom salientar que as significações e os conceitos matemáticos cotidianos surgem num contexto de relações sociais ligadas a uma atividade ou às ações dela constituintes. Esses conceitos cotidianos, por sua vez, não se constituem a partir do nada. Os sujeitos os desenvolvem, na maioria das vezes, a partir de uma perfeita articulação da experiência prática com os conhecimentos escolares. É, pois, no contexto das necessidades concretas que os sujeitos vão desenvolvendo o conceito cotidiano de distância, fortemente ligado às emoções e aos sentimentos. Ao mudar de atividade de trabalho, os sujeitos não mudam este conceito, mas os relacionam a novas emoções, novos sentimentos e dados numéricos, adquirindo, assim, novas significações. Assim sendo, a contagem vai se constituindo como sistema conceitual matemático mais amplo, o qual incorpora novas significações, à medida em que mudam as condições sociais. Tal sistema conceitual, que se evidenciou na prática social dos sujeitos, é marcado por conceitos aritméticos – principalmente a adição e a multiplicação – que foram aprendidos pelos sujeitos nos poucos anos que freqüentaram a escola.

São históricas as razões para que a contagem se caracterizasse como sistema conceitual marcante. A contagem é uma necessidade que remonta às mais primitivas atividades humanas e, ao longo da história, foi sendo sistematizada ao ponto de termos, na atualidade, um alto nível de formalização e é possuidora de uma linguagem universalmente aceita como , por exemplo, o sistema de numeração decimal. É esse o sistema de contagem, reelaborado na prática social local ao articularem-no com as operações aritméticas, que os sujeitos adotam como referência.

Por sua vez, um forte argumento para justificar o emprego maior, pelos sujeitos, da operação aritmética de multiplicação é o fato de que, historicamente, a escola priorizou a memorização da tabuada. Um dos requisitos básicos para qualificar um bom ensino e uma boa aprendizagem da matemática era a desenvoltura dos alunos na recitação seqüencial ou alternada da tabuada. Decorada a tabuada, passava-se para o ensino das “contas de vezes”, o algoritmo da multiplicação e, finalmente, a resolução de problemas. A apropriação do conceito de multiplicação significava “saber de cor” a tabuada. Por isso, a escola dedicava grande tempo ao referido conteúdo. Insistentemente os alunos eram cobrados.

A insistência, em face do *status* que a tabuada assumiu, é um dos fortes indicativos para que a multiplicação esteja tão presente nas situações matemáticas ligadas ao sistema conceitual de contagem, ao ponto de ser a articuladora dos conceitos nos dois momentos do processo histórico. Mudaram as condições sociais, mas o pensamento multiplicativo se faz presente nos procedimentos de contagem dos sujeitos, adquirindo novas significações. No primeiro momento, a multiplicação esteve relacionada com as idéias que compõem a especificidade dos conceitos de proporcionalidade, múltiplos de um número e função do primeiro grau. No período posterior ao processo extrativo, segundo momento, a multiplicação passa a ter uma nova significação, estando relacionada à idéia de área de superfícies retangulares, expressão numérica e a transitividade. Também é pelo pensamento multiplicativo que os sujeitos transformam quantidades fracionárias em números inteiros, procedimento este que merece um estudo mais profundo futuramente.

A contagem não se caracteriza, pois, somente por enumerações e pela seqüenciação, mas por um sistema conceitual fortemente articulado pela multiplicação. Os raciocínios desenvolvidos e utilizados pelos sujeitos articulam o conjunto de conceitos do sistema num nível tal, que superam a complexidade daqueles desenvolvidos por muitos estudantes dos diversos graus de ensino. A complexidade de articulação do sistema conceitual é reveladora de raciocínios que os sujeitos comunicam verbalmente. A representação escrita dos raciocínios é bastante simplificada, o que demonstra fortes características do pensamento aritmético. Como pensamento aritmético está vinculado ou, como diz Vygotski (1993), está preso ao "cativeiro" das dependências numéricas de situações práticas. A conquista da independência das operações numéricas exclusivamente práticas, isto é, o desenvolvimento do pensamento teórico matemático é obtido pela aprendizagem da álgebra. Vygotski (1993:198), afirma:

> *... a álgebra eleva a um nível superior o pensamento aritmético, permitindo compreender qualquer operação aritmética como um caso particular de uma operação algébrica, proporcionando uma visão mais livre, mais abstrata e mais generalizada e com ela mais profunda e rica as operações com quantidades concretas.*

Há, pois, diferenças entre o pensamento aritmético e o pensamento algébrico. A principal delas está no fato de que o pensamento aritmético é formado na experiência prática imediata, tendo como base fundamental o componente visual-situacional. O pensamento algébrico se apoia na atividade teórica, normalmente desenvolvida em situação de ensino-aprendizagem escolar, cuja base é o componente lógico-verbal articulado com o visual-imaginativo e com a representação notacional.

Tal diferença, portanto, não pode se transformar em critério para desqualificar os sujeitos que, em suas relações sociais, desenvolvem predominantemente conceitos matemáticos cotidianos e o pensamento empírico, caracterizados por uma atitude utilitária de todos os dias. A diferença entre o pensamento aritmético e o algébrico, em situação escolar, se constitui numa zona de desenvolvimento proximal, na qual se torna imprescindível um processo pedagógico capaz de superar possíveis situações conflitivas que possam surgir. Esse processo deve propiciar aos alunos a articulação entre os conceitos do novo sistema conceitual, num nível tão complexo quanto aquele que os sujeitos da comunidade desenvolveram com sistema conceitual de contagem, agora no nível algébrico.

Vale a ressalva que o sistema conceitual de contagem, caracterizado como o mais evidente na cultura da comunidade estudada, não se constitui em uma espécie de lei geral da matemática comunitária e seja de domínio geral. Fazer afirmativas de tal ordem seria no mínimo uma ingenuidade, pois a comunidade não vive isolada das influências das mais diversas formas e dos mais diversos veículos de comunicação. Seria negar, por exemplo, o papel da escola como marcadamente divulgadora de conhecimentos matemáticos com forte influência eurocêntrica. As gerações de estudantes convivem mais com o conhecimento escolar. Elas têm no estudo sua principal atividade. Para as gerações mais velhas, a atividade é o trabalho prático. Os motivos, os sentidos, os significados e os fins dessas atividades são diferentes. Assim, também, as ações e operações das atividades são completamente adversas. Na atividade de estudo escolar, as ações e operações são eminentemente intelectuais, tendo como resultado uma nota atribuída por um professor. A atividade prática está relacionada com a venda da força de trabalho em troca de um salário ou da sobrevivência.

A evidência do sistema conceitual de contagem se deu justamente pelo fato de que, no seu processo de constituição, inter-relacionou os conhecimentos aritméticos e as necessidades da execução das operações da atividade de trabalho, tendo como elemento mediador o motivo da mesma. Este muda em conformidade com as circunstâncias históricas e sociais. Com isso, o sistema conceitual cotidiano foi adquirindo significações diferentes. Por fazer parte da cotidianeidade dos trabalhadores, este sistema conceitual se transforma em elemento de comunicação entre eles. Daí, a sua saliência. Por sua vez, os efeitos comunicativos dos conceitos escolares é mais silencioso, não se manifesta publicamente com freqüência. Seu espaço é a sala de aula, mais especificamente a aula de Matemática. A comunicação com e sobre eles significa devolução: aprende-se para devolvê-los ao professor. Em público, aparece geralmente na forma de "deveres de casa" ou para ser submetido à critica em relação a sua aplicabilidade.

O sistema conceitual, constituído na cotidianeidade histórico-cultural, é mais abrangente e com maior circulação nas relações sociais extra-escolares. Sua abrangência atinge o ponto de ser parâmetro na avaliação do desempenho da escola. Há uma relação dialética de sintonia/dessintonia entre a escola e a comunidade quando se refere à Matemática. A sintonia se manifesta justamente na presença da escola, tendo no seu currículo a Matemática como disciplina obrigatória a ser estudada pelos alunos. Sintonia porque os trabalhadores recorrem aos princípios aritméticos escolares, reelaborando-os na prática cotidiana. A dessintonia se manifesta, se aprofunda e se hostiliza quando se trata da exigência, por parte dos trabalhadores para com aqueles que freqüentam a escola, da aplicação dos conteúdos escolares em situações práticas do dia-a-dia.

Tanto aqueles que se apropriam dos conceitos escolares, portanto científicos, quanto aqueles que se apropriam dos conceitos cotidianos, têm algo em comum: um horizonte limitado pela renda que auferem. Se a família ganha um certo salário, implica ter seus horizontes, quase que exclusivamente circunscritos às possibilidades do poder de compra daquele salário. Isso pouco permite aos sujeitos o sonho de vislumbrar novos horizontes, de romper as barreiras limitantes da realidade local e isolada e de tornarem-se capazes de superar suas fragilidades que são próprias dos seres históricos.

6.2. ALTERNATIVAS

As atividades que se desenvolvem na comunidade possuem evidentemente motivos diversos, o que faz aflorar as dessintonias constatadas. Estas, também são refletidas no âmbito da escola e, evidentemente, da escolarização matemática. Professores e estudantes parecem possuir objetivos diversos, que estão ligados aos seus motivos. Assim, o motivo do professor é ensinar a matemática, enquanto o motivo do aluno, é, equivocadamente, a sua aprovação no ano letivo.

A dessintonia é a manifestação de algo emergente na comunidade. Professores, alunos e a comunidade em geral sentem a necessidade da articulação dos conhecimentos escolares com os cotidianos e com as atividades práticas. Têm consciência de que a matemática escolar é mais complexa e precisa de estudos para ser apropriada. O uso dos conhecimentos matemáticos escolares só traz benefícios para as pessoas e ajuda na superação dos obstáculos cotidianos. Entretanto, não conseguem entender porque é tão difícil o aprendizado destes conhecimentos.

Partindo dessas constatações, parece providencial, em relação à Educação Matemática, a busca de motivos e objetivos comuns aos alunos, aos professores e aos pais, justamente na dessintonia. Talvez nela se encontre as alternativas para a superação dos impasses que se manifestam na relação escola-comunidade. Constata-se aí, a possibilidade de constituição de *uma espécie* de Zona de Desenvolvimento Proximal na comunidade – um conhecimento disseminado na realidade, que procura expandir-se em função do conhecimento científico.

Como existe a necessidade de articulação entre a teoria e a prática, parece providencial que, na escola, os conceitos cotidianos emergentes se transformem em modelos didáticos como ponto de partida para as mediações que visam a apropriação dos conceitos científicos.

O olhar para as relações e o sistema conceitual matemático emergentes na cultura da comunidade parece ser fundamental no processo de análise/síntese da apropriação dos conceitos científicos, pois os alunos vão ter elementos comuns de discussão e, com isso, uma participação mais ativa.

Vygotski (1993), enfatiza que os conceitos são mediados por outros conceitos. Então, em sala de aula, é providencial o diálogo sobre aqueles conceitos que os alunos já conhecem e aqueles que, às vezes, não são percebidas na sua cotidianidade. Estes, ao serem trazidos à tona pelo professor, passam a ser percebidos pelos alunos como uma linguagem explicitada fora da escola. Só assim é possível o diálogo. Com base no pensamento vygotskiano referente às medições entre os conceitos, podemos inferir que o verdadeiro diálogo entre professor e aluno só se estabelece quando o ponto de partida é dado com algo que se sabe, conhece ou é familiar. O aprofundamento para aquilo que o aluno não sabe – conhecimento científico - deve ser propiciado pelas mediações e interações estabelecidas na atividade de ensino-aprendizagem. Foi dialogando sobre o que se sabia, tendo a consciência de onde se queria chegar e definindo operações da atividade compatíveis com aquela situação que, por exemplo, o mineiro/pedreiro/carpinteiro aprendeu a multiplicação de números decimais ligados à medidas de área, ao mesmo tempo que percebeu seus equívocos.

Algumas preocupações são necessárias quando se referem à pretensa expansão da ZDP, que tem como ponto de partida os conceitos cotidianos. Deve-se evitar que o docente e os alunos se percam em discussões repetitivas com o ponto de partida. O que se deve evidenciar são as idéias mais apuradas que se inter-relacionam com os conceitos científicos. Deve ficar sempre evidenciado que o almejado é o conhecimento científico e, para tanto, o cotidiano serve apenas de elemento de passagem, por trazer subsídios para análise.

Ao transitar pelos dois campos conceituais – cotidiano e cientifico – o professor deve possibilitar ao aluno o domínio pleno do processo histórico da gênese de cada campo, pois, tanto os cotidianos quanto os científicos possuem sua razões lógicas e históricas de existência. Eles têm uma história com protagonistas e contextos de formação diferentes.

Importante se faz deixar evidente o processo em que um conhecimento em foco foi desenvolvido historicamente. O que não se pode é dar ênfase, apenas, ao resultado de uma síntese, sem levarmos em conta a sua historicidade. Assim, por exemplo, o conceito de função linear, surgido na comunidade, não pode ser apresentado para o aluno sem a devida evidência das idéias que geraram a estrutura lógica, dos seus limites e das condições de trabalho dos mineiros naquela ocasião. Como analisa Giardinetto (1999:90), um conhecimento cotidiano não se apresenta para o sujeito de imediato. Toda programação pedagógica que o tenha como ponto de partida para a apropriação de novos conhecimentos:

> *precisa considerar em que consiste a estrutura lógica dessa aptidão espontânea, onde estão seus limites e como superá-los por incorporação. Não se pode esquecer que tal estrutura lógica é determinada pelas características da atividade que ele é obrigado a desenvolver no interior da divisão social do trabalho e, portanto, não serve a um desenvolvimento mais elevado do indivíduo.*

Embora descontextualizados, os conceitos científicos também têm uma história. Nasceram de situações contextualizadas e tiveram a sua evolução no tempo e no espaço de gerações. Nesta evolução foram perdendo as ligações particulares e tornando-se abrangentes – generalizações – portanto, desvinculados dos contextos onde são hoje empregados. Não vemos razão para reproduzir na íntegra todas as etapas do processo histórico de cada conceito. Concordamos com Duarte (1993:45), quando diz: *"o que o aluno deverá, necessariamente, reproduzir no processo de ensino-aprendizagem, são os traços essenciais do conhecimento a ser assimilado, os traços essenciais da atividade acumulada nesse produto da história social."*

Esses traços são encontrados no processo histórico da gênese, produção e elaboração do conceito. Outras vezes, podem até ser encontrados nas manifestações cotidianas daqueles sujeitos que já se apropriaram e reelaboraram o referido conceito. Ao analisar os traços que caracterizam um determinado conceito, o aluno vai ter oportunidade de refletir a lógica do conhecimento matemático e a lógica das condições que são dadas aos sujeitos, tanto no processo elaboração/apropriação daquele, como na busca da subsistência.

É, pois, na própria comunidade que, às vezes, a escola em seu trabalho metódico e sistemático pode encontrar a riqueza do conteúdo dos elementos didáticos necessários ao desenvolvimento do currículo. Advogamos que a síntese teórica, elaborada na cotidianidade, encerra material didático para ser explorado como mediador no processo de apreensão dos conceitos científicos. Daí que, em muitas situações, não se faz necessário o uso de materiais didáticos como ábacos, material multibase, barras coloridas, geoplano e tantos outros usados e sugeridos por estudiosos das mais diversas correntes de Educação Matemática, pois os traços essenciais do conceito podem ser evidenciados na análise do objeto teórico matemático existente na comunidade. Objetos esses que precisam de novos elementos teóricos para serem “ascendidos” e adquirirem as significações dos conceitos científicos.

Por exemplo, a contagem dos mineiros relacionando carro-pá, dia-carro, hora-carro, minuto-pá, carro-guinchada, produção per capita-diária; o cálculo de aumento salarial e contagem das plantações, abordadas no Capítulo IV, são situações que podem levar a definições de conceitos matemáticos escolares. O que se busca nas relações estabelecidas por aqueles trabalhadores são as sínteses teóricas da cotidianeidade. Portanto, não se faz necessário repetir com os alunos as mesmas situações físicas e mentais realizadas pelos trabalhadores. Procedimento dessa natureza oferece o risco de os alunos, no máximo, se apropriarem daquilo que já faz parte da sua rotina, tornando-se ainda uma dificuldade a mais para ser superada no processo de aprendizagem. É válido lembrar que os pais reivindicam e matriculam os filhos na escola não para legitimar o conhecimento que estes já sabem, mas para se apropriarem das significações dos conceitos científicos. A resposta a essa necessidade é um dos papéis de competência da escola, enquanto instância organizada pela sociedade para prover os sujeitos das sínteses, conceitos formais, de caráter universal.

A teorização do conhecimento que temos sugerido durante a realização do presente estudo parte de uma síntese, já elaborada culturalmente pela comunidade, para subsidiar a elaboração de novas sínteses, agora mais amplas, envolvendo as relações teóricas dos conceitos científicos. Voltamos a enfatizar que o pressuposto é de que o processo proposto, síntese cultural – análise – nova síntese, contribuiria para que os alunos estabelecessem critérios e procedimentos que levariam à generalização e à abstração, duas características do pensamento teórico.

Daí que os elementos mediadores do diálogo professor-aluno, quando buscado no cotidiano, devem ser o objeto teórico-matemático e não as repetições das ações produzidas e das relações estabelecidas pelos sujeitos de uma comunidade. Vemos na dialogicidade sobre e a partir do sistema conceitual cotidiano, em sua síntese teórica, a possibilidade da educação matemática para romper com o silêncio e a passividade dos sujeitos que aprendem: os alunos. Quando eles são colocados em condições de dialogicidade, seus erros, suas crenças e herança cultural têm espaços para serem expostos e discutidos, desconstruídos e recriados, desfeitos e refeitos, acolhidos ou banidos.

Talvez possamos pensar que os conhecimentos mais evidentes na comunidade façam parte de uma passado e, por isso, não se tenha mais razão para trazê-los à escola como elementos didáticos e de mediação. Todavia, eles permanecem vivos no ideário da coletividade, haja vista a sua manifestação na linguagem corrente e na atividade prática.

Parece ser importante, isso sim, nesse momento, fazer um questionamento acerca dos problemas matemáticos colocados pela escola, em função da ênfase no individualismo, na memorização e na concepção idealista de mundo. Que historicidade carregam? O que representam para a comunidade? Quais estados de consciência despertam nos jovens e nas crianças?

A busca do sistema conceitual da comunidade e sua possível manifestação no sistema conceitual dos alunos é uma possibilidade para subsidiar a organização curricular da matemática para o ensino médio e fundamental. Importante também é buscar a compreensão do sistema conceitual dos alunos de uma determinada série. É no contexto desses sistemas conceituais que podemos encontrar o motivo comum para atividade de ensino-aprendizagem, que ultrapasse aquele fortemente presente na escola atualmente: a aprovação. O motivo que se busca é aquele que vislumbra a importância de ser, acima de tudo, um cidadão estudante de matemática, sujeito de transformação do real e que mude o significado empiricista comumente manifestado em interrogações do tipo: Onde vou aplicar isso? Para que serve isso?

Ao enfatizarmos o papel mediador das elaborações matemáticas surgidas na cotidianeidade dos sujeitos de uma comunidade, não queremos dizer que ele é o único e, também, que garante a apropriação dos conceitos científicos, pelos alunos, na escola. Indubitavelmente, outros procedimentos pedagógicos serão necessários. Pensamos que esse algo mais precisa ainda ser buscado, para não cairmos nas redes teóricas das incoerências, dos antagonismos, das contradições e da mesmice aprimorada. Na certa, elementos fundamentais para a construção do motivo comum ao professor, ao aluno e à comunidade da atividade de estudar matemática, também podem ser delineadas à medida que os estudos pendentes forem realizados.

As relações que estabelecemos com a comunidade são propulsoras para o nosso retorno. Não há como fugir da continuidade da pesquisa, pois criamos expectativas pessoais e comunitárias e não queremos decepcionar aqueles que gentilmente nos acolheram e nos ampararam durante a presente investigação.

Já levantamos algumas questões de pesquisa, cujas respostas deverão ser buscadas, por nós, ou por outros pesquisadores que se dediquem ao assunto. Ressaltamos algumas delas:

- O sistema conceitual que envolve o conceito de ângulo a partir do estudo da estrutura física e geográfica;
- O estudo do conceito de volume, tendo como ponto de referência para análise o cálculo do volume total do carvão extraído em uma frente de trabalho;
- O sistema conceitual de função do primeiro grau, tendo como base as relações de dupla contagem posta em prática pelos trabalhadores;
- O conceito de porcentagem, a partir dos modelos apresentados na comunidade.
- A lógica de transformação das frações em inteiros utilizada pela comunidade.

Os temas para futuros estudos e os aspectos teóricos-metodológicos aqui levantados são pontos de partida para novas investigações e para a construção de uma nova prática de ensino de matemática a ser vivenciada no Colégio Estadual Ernani Cotrin, de Guatá.

Nessa construção não podemos perder de vista aspectos que necessitam ser enfrentados e superados. O mais evidente é a trama político-ideológico, imposta historicamente pelas empresas mineradoras, que contribuiu para a formação de um modo de pensar, agir e reagir das pessoas. Dessa forma, qualquer atividade educativa que pretenda estabelecer uma relação de aprendizagem de conceitos cotidianos da comunidade e os conceitos científicos, necessariamente, não deve subestimar o poder da ideologia que se instaurou nos alunos como extensão daquela imposta pelo poder econômico. Talvez aí resida o maior desafio, pois nos impressiona o estado de desesperança e incerteza que caracteriza a consciência dos homens, mulheres, jovens e crianças. Entretanto, é nesse estado apático e de incertezas que encontramos a única certeza: a perspectiva de mudança. Para nós, o desenvolvimento de uma nova prática para a educação matemática daquela comunidade tem ligações profundas com o desengajamento gradual dos interesses imediatos de retorno ao monopólio econômico e intelectual imposto pelos empresários mineradores. As nossas preocupações voltam-se para a conquista, por parte dos sujeitos, da apropriação conceitual da matemática como um elemento fundamental subsidiador da compreensão do mundo, em suas múltiplas relações.

Daí que supomos fundamental o suporte na teoria histórico-cultural, pelo seu caráter político e intencionalidade transformadora que – ao compreender o homem como ser histórico – recupera o seu estatuto de sujeito. Esse caráter mais social e dialético da teoria, com qual comungamos, e o contexto do seu surgimento, que tem algumas aproximações com o ambiente da comunidade, são fortes aliados para na continuidade da presente pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRÉ, Marli Eliza D.A. de. **Etnografia da Prática Escolar.** São Paulo, Papirus, 1998.

BOCHNER, Salomon. **El Papel de la Matemática en el Desarrollo de la Ciencia.** Madrid: Alianza Editorial, 1991.

BREUCKMANN, Henrique J. **A Resolução de Problemas a Partir de Alguns Pressupostos Vygotskyanos**. Florianópolis: UFSC, 1998. Tese de Doutorado.

BORBA, Marcelo. **Um Estudo de Etnomatemática**: Sua incorporação na elaboração de uma proposta pedagógica para o "Núcleo-Escola" da Favela Nogueira – São Quirino. Rio Claro: UNESP, 1987. Dissertação de Mestrado.

BOSSLE, Ondina Pereira. **Henrique Lage e o Desenvolvimento Sul Catarinense**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1981.

CARAÇA, Bento de Jesus. **Conceitos Fundamentais da Matemática.** Lisboa: Sá da Costa, 1ª edição, 1984.

CARRAHER, Terezinha Nunes et al. **Na Vida Dez, na Escola Zero.** São Paulo: Cortez, 1988.

DALL'ALBA, João Leonir. **Colonos e Mineiros na Grande Orleans**. Orleans SC: Edição do Autor Instituto São José, 1986.

DAMAZIO, Ademir. **A Prática Docente do Professor de Matemática: Pedagogia que Fundamenta o Planejamento e a Execução do Ensino**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina,1991. Dissertação de Mestrado.

DAMAZIO, Ademir e FROTA, Paulo Rômulo de O. Mulheres, matemáticas. **Revista Ciências Humanas.** Criciúma: UNESC, V.4, N. 1, 39-50, 1998.

DAMAZIO, Ademir. Mathematical cognition in the classroom: A cultural historical approach. In: HEDEGAARD, Mariane (Org.). **Learning, Teaching and**

Knowledge Appropriation in Different Institutional Contexts. Denmark: Aarhus University Press (no prelo).

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. Ação pedagógica e etnomatemática como marcos conceituais para o ensino da Matemática. In: BICUDO, Maria Aparecida (org). **Educação Matemática.** São Paulo: Moraes, s.d.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Etnomatemática.** São Paulo: Ática, 1990.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. Etnomatemática: Um Programa. **A Educação Matemática em Revista**. Blumenau, SC: SBEM, N. 1, 5-11, 2^0 Sem.,1993.

DAVIS, Philips J., HERSH, Reuben. **A Experiência Matemática.** Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1989.

DAVÝDOV, V. V. **Tipos de generalización en la enseñanza**. Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1982.

DAVYDOV, V.V. La renovación de la educación y el desarrollo mental de los alumnos. **Revista de Pedagogía**. Santiago: año XLVIII, N. 403, 197-199, junho, 1998.

DEMANA, Franklin e LEITZEL, Jean. Estabelecendo conceitos fundamentais através de resolução de problemas numéricos. In: COXFORD, Arthur e SHULTE, Albert P. **As Idéias da Álgebras** . São Paulo: Atual, 1994.

DIENES, Zoltan Paul. **Lógica e Jogos Lógicos.** São Paulo: E.P.U. 1976.

DUARTE, Newton. **A Relação entre o Lógico e o Histórico no Ensino da Matemática Elementar.** São Carlos: UFSCAR, 1987. Dissertação de Mestrado.

DUARTE, Newton. **A Individualidade Para-si: Contribuição a uma Teoria Histórico-Social da Formação do Indivíduo.** Campinas: Editora Autores Associados, 1993.

ENGELS, Friedrich. **A Situação da Classe Trabalhadora em Inglaterra**. Porto Alegre: Afrontamento, 1975.

FERREIRA, E. S. The teaching of mathematics in Brazilian native communities. **International Journal of Mathematics Education, Science and Technology**, vol. 21, n. 4, p. 545-549, 1990.

FIORENTINI, Dario. Alguns Modos de Ver e Conceber o Ensino de Matemática no Brasil. **Zetetiké.** Campinas: UNICAMP, ano 3, n. 4, 1-36, 1995.

FORRESTER, Viviane. **O Horror Econômico.** São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1997.

FREIRE, Paulo. Por uma escola séria e alegre. **Revista Nova Escola.** São Paulo: Vitor Civita, ano IV, n. 30, 22-25, maio 1989.

FREIRIA, Antonio Acra e JUNIOR, Geraldo Garcia Duarte. A cubagem das árvores. **Revista do Professor de Matemática.** São Paulo: Sociedade Brasileira de Matemática, n. 26, 22-25, 1994.

GALLPERIN, P. Ya. E TALYZINA, N. F. La formación de conceptos geométricos elementales y su dependencia sobre la partipación dirigida de los alumnos. In: **Psicología Soviética Contemporánea**. Habana: Instituto del Libro, Série Ciencia e Tecnica, 1967.

GALLPERIN, P. Ya. Sobre el método de formación por etapas de las acciones intelectuales. **Antologia de la Psicología Pedagógica y de las Edades**. Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1986.

GERDES, Paulus. **A Matemática a Serviço do Povo.** Moçambique: Faculdade de Educação, 1984.

GIARDINETTO, José Roberto Boettger. **Matemática Escolar e Matemática da Vida Cotidiana**. Campinas: Editora Autores Associados, 1999.

GONÇALVES, Teresinha Maria. **Estereotipia da Relação Profissional/Paciente e Inibição do Processo Terapêutico**. São Paulo: PUC, 1989. Dissertação de Mestrado.

GRANDO, Neiva Ignês. **A Matemática na Agricultura e na Escola.** Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 1988. Dissertação de mestrado.

GRANDO, Neiva Ignês. **O Campo Conceitual de Espaço na Escola e em outros Contextos Culturais**. Florianópolis: UFSC, 1998. Tese de Doutorado.

IMENES, Luiz Márcio. O volume da tora de madeira. **Revista do Professor de Matemática**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Matemática, n. 9, 18-20, 1986.

ITTERLY, Katheleen C. **Transference of Teaching and Learning Theories and Pratices from Literacy to Mathematics in Elementary Education**. USA: Graduate School of University of Massachusetts, Amherst, 1998. Ph.D Dissertation.

KARLSON, Paul. **A Magia dos Números**. Rio de Janeiro/Porto Alegre, s.d.

KALMYKOVA, Z. I. Pressupostos Psicológicos para uma melhor Aprendizagem da Resolução de Problemas Aritméticos. In: LÚRIA; LEONTIEV, VYGOTSKI, et al. **Pedagogia e Psicologia II.** Lisboa: Estampa, 1991.

KNIJNIK, Gelsa. **Cultura, Matemática, Educação na Luta pela Terra**. Porto Alegre: FE/UFRGS, 1995. Tese de Doutorado.

KNIJNIK, Gelsa. **Exclusão e Resistência Educação Matemática e Legitimidade Cultural**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

KOZULIN, Alex. **La Psicología de Vygotski**. Madrid: Alianza Editorial, 1994.

KOSIK, K. **Dialética do Concreto.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1976.

KRUTESTSKY, V. A. Algumas características do desenvolvimento nos estudantes com pouca capacidade para a Matemática. In: LÚRIA; LEONTIEV, VYGOTSKI, et al. **Pedagogia e Psicologia II.** Lisboa: Estampa, 1991.

LEONTIEV, A. N. El Aprendizaje como Problema en la Psicología. In: **Psicología Soviética Contemporánea**. Habana, Cuba: Serie Ciencia y Tecnica, Instituto do Livro, 1967.

LEONTIEV, Alexis. **O Desenvolvimento do Psiquismo.** Lisboa: Livros Horizonte, 1978.

LEONTIEV, A. N. **Actividade, Conciencia y Personalidad.** Buenos Aires: Ediciones Ciencias del Hombre, 1978a.

LORENZATO, Sérgio. Os "por quês" matemáticos dos alunos e as respostas dos professores. **Pro-Posições**. Campinas: Faculdade de Educação, UNICAMP, v. 4, n. 1, 73-77, 1993.

LÚRIA, Alexander. Speech and intellect of rural, urban and homeless children. **Selected Writings**. Nova York:Sharpe, 1978.

LÚRIA, A. R. **Desarrollo Histórico de los Processos Cognítivos.** Madrid: Ediciones Akal, 1987.

MOELLWALD, Francisco Egger. Matemática e Cultura. **Espaços da Escola**. Ijuí: Editora da Unijuí, Ano 3, n.8, 39-54, 1993.

MOURA, Manoel Ariosvaldo de. **A Construção do Signo Numérico em Situação de Ensino.** São Paulo: USP, 1992. Tese de Doutorado.

PONOFSKY, Carolyn P. et al. O desenvolvimento do discurso e dos conceitos científicos. In: MOL, Luis C. **Vygotski e a Educação:** implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica. Porto Alegre: Artes médicas, 1996.

RÍBNIKOV, R. **História de las Matemáticas**. Moscú: Editorial Mir, 1987.

ROSA, Alberto e MONTEIRO, Ignacio. O contexto histórico do trabalho de Vygotski: uma abordagem sócio-histórica. In: MOL. Luis C. **Vygotski e a Educação:** implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica. Porto Alegre: Artes médicas, 1996.

RUBINSTEIN, S. L. **El Ser y la Conciencia.** Montivideo: Ediciones Pueblos Unidos, s.d.

SAXE, G. B. Culture and development of numerical cognition: Studies among the Oksapmin in Papua, New Guinea. In BRAINERD, C. J. **Children's Logical and Mathematical Cognition**. New York: Springer-Verlag, 1982.

SAXE, G. B. A Interação de Crianças e o Desenvolvimento das Compreensões lógico-matemáticas: Uma nova estrutura para a pesquisa e a prática educacional. In: DANIELS, Harry (org.). **Vygotsky em Foco: Pressupostos e Desdobramentos**. Campinas: Papirus Editora, 1995.

SEBASTIANI, Eduardo. Uso da História no Ensino da Matemática: uma abordagem transdisciplinar. In: NOGUEIRA, Adriano (Org.). **Contribuições da Interdisciplinaridade para a Ciência, para a Educação, para o Trabalho Sindical.** Petrópolis: Vozes, 1996.

TAFT, R. Ethnographic research methods. In: KEEVES, John P. e LAKOMSKI, Gabriele. **Issues in Educational Research**. New York: Pergamon, 1999.

VYGOTSKI, L. S. **A formação Social da Mente.** São Paulo: Martins Fontes, 1988.

VYGOTSKI, L. S. El **Desarrollo de los Processos Psicológicos Superiores.** Barcelona: Editorial Crítica, 1989.

VYGOTSKI, L. S. **Obras Escogidas II: Incluye Pensamento y Lenguaje, Conferecias sobre Psicología.** Madrid: Visor Distribuciones, 1993.

VYGOTSKI, L. S. **Obras Escogidas III: Incluye Problemas del Desarrollo de la Psique.** Madrid: Visor Distribuciones, 1995.

VYGOTSKI, L. S. **Obras Escogidas IV: Incluye Paidologia del Adolescente, Problemas de la Psicología Infantil.** Madrid: Visor Distribuciones, 1996.

VYGOTSKI, L. S. **Teoria e Método em Psicologia**. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

VYGOTSKI, LÚRIA, LEONTIEV. **Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem.** São Paulo: Icone, 1988.

WERTSH, James V. **Vygotski y la Formación Social de la Mente**. Barcelona: Paidos, 1988.