



Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Educação

ATIVIDADES PRÁTICAS DE CIÊNCIAS NATURAIS
NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES
PARA AS SÉRIES INICIAIS

PAULO CÉSAR DE ALMEIDA RABONI

Campinas

2002

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO**

TESE DE DOUTORADO

**ATIVIDADES PRÁTICAS DE CIÊNCIAS NATURAIS NA FORMAÇÃO DE
PROFESSORES PARA AS SÉRIES INICIAIS**

Paulo César de Almeida Raboni

Orientadora: Profa. Dra. Maria José Pereira Monteiro de Almeida

Co-orientadora: Profa. Dra. Roseli Aparecida Cação Fontana

**Este exemplar corresponde à redação
final da tese defendida por Paulo César
de Almeida Raboni e aprovada pela
Comissão Julgadora.**

Data: ____/____/____

Orientadora: _____

Comissão Julgadora:

ficha catalográfica

com carinho, para
Edméa, Camila e Luís Henrique

Agradecimentos

À professora Maria José P. M. de Almeida, pela orientação firme e paciente, pela compreensão de meus (muitos) limites, e pela amizade de tantos anos.

À professora Roseli Aparecida Cação Fontana, pela coorientação imprescindível e pelas contribuições no exame de qualificação.

Ao professor Maurício Compiani, pelas contribuições no exame de qualificação.

Às professoras da escola, aqui anônimas, pelas contribuições de valor incalculável, e pela coragem com que abriram as portas para mais uma pesquisa.

Às professoras Kátia Regina C. M. Garcia, Maria de Lurdes Silva, Carmem Lúcia dos Santos, Maria Odila Soares Campos, Silvia Regina G. de Almeida, Solange C. Ferreira, Ana Paula Fernandes, Silvana Guimarães A. Silva, Maria Celeste Antunes, Sueli Maria Pompeo, Maria Inês Castanho e Celly dos Santos Costa, interlocutoras permanentes, a quem devo muito do que aprendi sobre o ensino para crianças.

Aos colegas do Grupo de Estudo e Pesquisa em Ciência e Ensino – gepCE, Henrique César da Silva, José Luis Michinel, Cezar Cavanha Babichak, Odisséa Boaventura Oliveira, Suzani Cassiani de Souza, Luiz Eduardo Pedroso e Benigno Barreto Filho, por todos os momentos de discussão, fundamentais para a realização de qualquer pesquisa.

Aos professores e funcionários do departamento de educação da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Unesp e da Faculdade de Educação da Unicamp, de forma especial a Paulo Roberto Brancatti, Maria de Fátima Salum Moreira, José Milton de Lima, Divino José da Silva, Cristiano Amaral G. Di Giorgi, Sonia Maria Coelho More, Paula da Silva Felício e Nilton Coutinho pelas interlocuções e pelo auxílio técnico.

Ao professor Vinício de Macedo Santos, pelas conversas e indicações bibliográficas.

À Edméa, à Camila e ao Luís Henrique, pela dedicação, pela alegria e pela compreensão de minha ausência em tantos momentos ao longo dos últimos anos.

Aos meus pais, Paulo e Terezinha, pelo apoio e incentivo, e pela confiança que depositaram em seus filhos.

À Neiva Raboni Magni, minha tia, com quem tenho uma dívida impagável, pelo apoio e pela dedicação permanente a nós e a tantas outras pessoas.

Aos familiares Djalma e Zenaide, Fábio e Vera, Clayton e Sandra, Edmilson, Maria José e Cláudia, pelo apoio quase sem limites.

Ao Rony Farto Pereira, pela revisão final do texto.

À Capes, pelo apoio financeiro durante parte da pesquisa, com o programa PICDT.

Resumo

A partir de um trabalho de quatro meses, desenvolvido junto a um grupo de professoras polivalentes de uma escola municipal da periferia de Campinas-SP, buscou-se uma compreensão dos caminhos de apropriação e de elaboração do conhecimento pelas professoras. O objetivo desta pesquisa foi apreender os processos de elaboração das atividades práticas no ensino de ciências pelas professoras, considerando as interferências sobre o trabalho delas feitas por um pesquisador, mediadas pelo uso dessas atividades presentes em uma unidade de ensino sobre o tema Luz, por ele apresentada, tomando como foco de análise os movimentos discursivos produzidos no grupo, ao longo do trabalho realizado.

Os conceitos de mediação, internalização e de *drama*, segundo o modelo histórico-cultural desenvolvido por Lev S. Vygotsky e por seus seguidores, bem como os conceitos de polifonia, polissemia e de gêneros do discurso, de Mikhail Bakhtin, foram utilizados nas análises das interações verbais entre pesquisador e professoras, durante o desenvolvimento das atividades práticas. Metodologicamente, os princípios do paradigma indiciário, discutidos por Carlo Ginzburg, guiaram-me na busca de indícios dos processos de elaboração de sentidos, no movimento discursivo. Para os registros das interações, foi utilizada a gravação em vídeo.

Das análises dos movimentos discursivos emerge o caráter contraditório como as atividades práticas se apresentam no ideário das professoras, valorizadas mas quase ausentes, apontando a necessidade de reestruturações das formas de uso dessas atividades em sala de aula e na formação de professores.

Abstract

Departing from a four-month work developed with a group of polyvalent teachers (teachers that teach in their classes all the subject-matters: language, mathematics, science and social studies) of primary school of a municipal school in the outskirts (poor districts) of the city of Campinas-SP, I tried to comprehend the ways of appropriation and elaboration of practical activities, in the teaching of science by the teachers. The purpose of this research was to apprehend the processes of elaboration of practical activities in the teaching of science by the teachers, departing from the interferences made on their work by a researcher, mediated by the use of these activities which were present in a teaching unit about the theme light, presented by the researcher, taking as the focus of analysis the discursive movements produced in the group, during the work that carried out.

The concepts of mediation, internalization and drama, according to the cultural-historical developed by Lev S. Vygotsky and his followers, as well as the concepts of polyphony, polysemy, and genders of discourse, developed by Mikhail Bakhtin, were used in the analysis of the verbal interaction between researcher and the teachers, during the development of the practical activities. Methodologically, the principles of the evidential paradigm, discussed by Carlo Ginzburg, have guided me in the search of clues of the processes of elaboration of senses in the discursive movement. For the recording of the interactions, they were taped on video.

From the analysis of the discursive movements, emerges the contradictory character of the way how practical activities present themselves in the ideary of the teachers, valued, but almost inexistent, pointing out the need of restructuration of the ways of use of these activities in the classroom and in the teacher training.

Sumário

Introdução.....	01
1. O Enfoque Discursivo: perspectiva histórico-cultural na abordagem teórica.....	09
1.1. Bakhtin e Vygotsky: consonância de vozes.....	11
1.2. O paradigma indiciário.....	27
2. As práticas experimentais no ensino de ciências.....	31
2.1. Debate atual sobre as atividades práticas no ensino.....	37
3. As condições de produção da atividade prática na formação docente.....	49
4. Elaborando sentidos da atividade prática no ensino de ciências: desenvolvimento e análise de uma interferência junto a professoras do Ensino Fundamental.....	67
4.1. Atividades desenvolvidas com as professoras.....	71
4.2. Os episódios selecionados.....	85
Considerações Finais.....	117
Referências Bibliográficas.....	123
Anexos.....	129
Anexo 1 - Texto introdutório para um trabalho sobre o tema luz, destinado ao 2º Ciclo do Ensino Fundamental.....	131
Anexo 2 - Roteiro das atividades práticas.....	143
Anexo 3 - Autorização para o uso das imagens.....	163

Eu preparo uma canção
em que minha mãe se reconheça,
todas as mães se reconheçam,
e que fale como dois olhos.

Caminho por uma rua
que passa em muitos países.
Se não me vêem, eu vejo
e saúdo velhos amigos.

Eu distribuo um segredo
como quem ama ou sorri.
No jeito mais natural
dois carinhos se procuram.

Minha vida, nossas vidas
formam um só diamante.
Aprendi novas palavras
e tornei outras mais belas.

Eu preparo uma canção
que faça acordar os homens
e adormecer as crianças.

Carlos Drummond de Andrade

Introdução

A literatura científica e a literatura de ficção aparecem em muitos momentos entrelaçadas. Não é raro buscarmos em uma a inspiração ou a palavra para nos expressarmos dentro da outra. Nesse sentido é que busco nas palavras de Drummond guias e inspirações para este trabalho sobre professores. Espero que ele contenha, em seus meandros, elementos e relações que permitam aos professores o reconhecimento, mesmo que pequeno. Que entre eles, minha mãe, professora polivalente aposentada, que há anos não ouço mais dizer que foi professora, também se reconheça. Esse é o desejo que de início expressei, mas que não se limita a um desejo que é fruto de gratidão, embora o inclua.

No entanto, como aponta Benjamin (1985)¹, o reconhecimento mediado pelo relato pressupõe uma comunidade de vida e de discurso, que se nutre de uma experiência coletiva, ligada a um trabalho. Trabalho que carrega consigo as marcas de um mesmo universo de práticas e de linguagem compartilhadas.

Numa pesquisa, apesar da intenção inicial de possibilitar o reconhecimento, que implica aproximar-se dos sentidos de que as práticas compartilhadas pelos atores sociais vão se revestindo nas suas diversas condições sociais de produção, sempre há o risco de cedermos à ilusão de achar que vemos com clareza os sentidos produzidos, em situações em que na verdade estamos a olhar para a imagem do nosso próprio “espelho teórico”. Para servir de alerta, trago algumas palavras de Milton José de Almeida:

As imagens e sons em movimento no cinema e na televisão e os textos em movimento de leitura, alegorias da história presente demandam que os encaremos como formas em ideologia complexa, como um feixe de origens históricas que se furtam às análises claras e objetivas de *teorias que as tentam fazer falar através de seus espelhos conceituais, nos quais*

¹ As citações e referências feitas neste texto estão de acordo com as normas da ABNT, a partir de PESCUA e CASTILHO, 2001.

as palavras e as imagens esquivam-se e devolvem ao espelho a face da teoria que, envaidecida, se auto-confirma [grifo meu]. (ALMEIDA, 2001)

Assim, correndo o risco de falar aquilo que já era “sabido” de antemão, falarei sobre professoras, ancorando-me em minhas interlocuções com elas, tendo como situação mediadora um conjunto de atividades práticas, por mim selecionadas para compor um pequeno projeto de formação continuada. Nesse sentido, falando delas e com elas, falo também de mim, de minhas crenças e suposições e do processo de formação que propus que partilhassem comigo.

Acredito que o objetivo de qualquer investigação, não importando a área em que é desenvolvida ou o objeto a que se refere, é dar visibilidade a processos, em geral muito complexos, para os quais apresenta apenas aproximações. Apesar dessa limitação, que pode sofrer variações de grau de uma área para outra, a visibilidade alcançada tem possibilitado o aprofundamento da compreensão e uma notável reconsideração dos instrumentos de intervenção na realidade, seja ela natural ou cultural.

Há nesse sentido uma grande proximidade entre a literatura científica em educação e a literatura de ficção. Ambas refletem e refratam a realidade, com objetivos talvez diferentes. Mas, considerando a impossibilidade de apreensão do objeto em sua totalidade, tanto para uma quanto para a outra, ambas acabam por construir realidades.

Como aponta Octavio Ianni (2000), na literatura foram construídos ao longo da história tipos e mitos que, abstraídos da realidade pelos autores, ainda em nossos dias constroem novas realidades, induzem personalidades, dão sentido a individualidades.

Tanto é forte a presença das construções tipológicas nas ciências sociais que a história dos dilemas e perspectivas do mundo moderno, em âmbito local, nacional, regional e mundial, freqüentemente parece uma história de “tipos e tipologias”, como se a realidade estivesse sempre tentando conformar-se ao conceito, à idéia ou ao arquétipo. (IANNI, 2000, p.15).

Assim também a pesquisa em educação, como se pode inferir das pesquisas de Fontana (2000c), tem construído mitos e tipos de professores e de alunos, que refletem e refratam a realidade, devolvendo imagens muitas vezes não reconhecidas pelos atores sociais. Tenho, no entanto, a convicção de que as imagens devolvidas, assim como

podem falsear a realidade, podem também apontar caminhos e proporcionar maior visibilidade à complexidade da ação pedagógica nas escolas.

A visibilidade por mim pretendida, nesta pesquisa, refere-se ao uso de atividades práticas pelos professores do ensino fundamental, no segundo ciclo nas aulas de ciências. As atividades práticas, ao lado do *ponto* e do *questionário*, parecem compor no imaginário dos professores o tripé que deve sustentar o ensino de ciências nas séries iniciais, e fazem parte do ideário do professor sobre o que considera um bom ensino de ciências. Apresentadas como extensão simplificada da atividade experimental ou de laboratório, como são chamadas nas ciências naturais do ensino de ciências do terceiro ciclo do ensino fundamental em diante, as atividades práticas também conservariam nos ciclos iniciais características lúdicas, próprias do universo da criança, situando-se entre um e outro.

As atividades práticas ocupam espaço significativo em materiais instrucionais, propostas oficiais, e mesmo na mídia destinada a crianças e professores², influenciando direta ou indiretamente a visão do professor sobre o ensino, que o leva a reconhecer nas atividades práticas um importante elemento do ensino de ciências naturais no início da escolaridade. Essa forma de compreensão das atividades práticas foi mostrada por alguns estudos, como os de Almeida e Raboni, 1998, Raboni, 2000 e Martins, 1994. No entanto, embora as atividades práticas figurem no ideário de professores e professoras como elemento fundamental do ensino de ciências, elas estão quase ausentes da sala de aula, ocorrendo apenas esporadicamente e com objetivos diversos daqueles explicitados nas propostas que as defendem, e até mesmo conflitantes com eles. Essas contradições requerem investigação.

Segundo alguns resultados parciais obtidos por mim, em sondagens com professores, as atividades práticas não estão sistematicamente no cotidiano das aulas porque

² Programas de televisão como O Professor, O Mundo de Beakman, X-Tudo, e revistas como Superinteressante, Recreio, Ciência Hoje para crianças, Sala de Aula, para citar apenas alguns exemplos.

acrescentam dificuldades ao professor, muito mais do que ajuda para os problemas percebidos. As dificuldades podem ser encontradas em pelo menos dois níveis:

1. de infra-estrutura: são de difícil realização, porque requerem, além de alguns equipamentos, mais tempo para preparo do que as aulas expositivas com o tradicional dueto ponto-questionário, tempo que em geral os professores não têm.

2. de conhecimento: contrariamente ao que podem aparentar a uma visão indutivista, para a qual o conhecimento emerge da experiência, as atividades práticas em sala de aula exigem muito conhecimento. Não somente para dar as respostas que os alunos costumeiramente solicitam, mas também para coordenar as falas dos alunos e torná-las produtivas no sentido de subsidiarem a construção de conhecimento. Isso ocorre, porque as atividades tendem a abrir as discussões, uma vez que trazem fenômenos para os quais os alunos têm-se mostrado possuidores de explicações.

O segundo nível de dificuldade é o mais sério. Evidência disso é o fato de que mesmo em escolas que contam com a infra-estrutura necessária para o desenvolvimento de aulas experimentais, com laboratórios bem montados, as atividades não são freqüentes ou não levam aos resultados esperados (BARBERÁ e VALDÉS, 1996).

Um segundo elemento destacado no trabalho dos professores com as atividades práticas é o de que, na sua realização, os professores perdem de vista o que é central à utilização dessas atividades.

Os registros que tenho, alguns diretamente coletados durante o acompanhamento do trabalho de professores e outros feitos por alunos, em relatórios de estágio da disciplina Prática de Ensino, no curso de Pedagogia na Unesp, entre 1994 e 2001, apontam a existência de múltiplas formas de ver e de usar essas atividades. Ao lado de trabalhos manuais, como construção de cartazes, organização de ambientes, recortes, modelagens, as atividades de ciências adquirem algumas das características dessas outras atividades, tornando-se mais ricas, apesar de terem reduzida uma de suas mais importantes funções, que seria a de promover a discussão sobre fenômenos naturais. De acordo com as propostas de ensino centradas nas atividades práticas, essas discussões com as crianças seriam elemento fundamental para a manifestação das idéias que elas têm sobre os fenômenos naturais e, conseqüentemente, para a construção de conhecimentos científicos

(CARVALHO *et al*, 1998). Essas duas dimensões das atividades práticas no ensino de ciências para as séries iniciais são complementares, devendo, portanto, ser pensadas conjuntamente.

Boa parte do ideário de professores sobre as atividades práticas tem origem nas interferências que eles sofrem na formação inicial e durante o exercício do seu trabalho. Considerando-se que as interferências intencionalmente formativas, como cursos e treinamentos e propostas oficiais de ensino, que se colocam como auxiliares do professor na difícil tarefa de ensinar, supostamente fornecendo-lhe subsídios para repensar sua prática e/ou cobrindo carências relativas a conteúdos, estão a cargo das universidades, que por sua vez têm estado comprometidas, nos últimos anos, com um avanço significativo das pesquisas sobre o ensino, possibilitando uma maior compreensão da aprendizagem e da escola, vemo-nos às voltas com novas contradições.

Por que a educação em ciências, que vem promovendo continuamente redirecionamentos nos focos de suas preocupações ou, da forma como entendo, multiplicando os focos e tornando-os mais complexos, não tem alcançado a prática dos professores?

Por que a pesquisa sobre ensino, tendo construído uma base bastante sólida, desenvolvido um programa de pesquisa sobre os modos próprios de a criança e de o adolescente aprenderem conceitos científicos, mapeado concepções prévias e alternativas de crianças e adolescentes, constatando que essas têm forte influência no aprendizado, tendo incorporado questões ambientais e as complexas relações entre ciência-tecnologia-sociedade, não tem efetivamente garantido sua interlocução com o fazer docente, mesmo tendo pesquisadores e outros propositores de teorias e modelos educacionais também se preocupado com o papel do professor nos processos de ensino e de aprendizagem? (PORLÁN e RIVERO, 1998).

Afirma Krasilchik:

Não basta dizer que os professores não são capazes de colocar idéias em ação, e que subvertem as intenções dos autores de currículos, mas considerar a natureza dinâmica do processo educativo e buscar a compatibilização dos esforços que se desenvolvem em vários planos de atuação. (KRASILCHIK, 1987, p.3)

Um conflito se instaura nas tentativas do professor do seguinte modo: as atividades práticas não ocorrem quando, segundo o ideário existente, deveriam ocorrer, e isso leva à conclusão apressada de incapacidade do professor de lidar com uma questão aparentemente simples, de “usar o laboratório”, de “trazer o concreto para suas aulas”. No entanto, o dilema frente às atividades práticas esconde mais do que dificuldades práticas. Ele envolve questões epistemológicas e questões relativas à constituição da subjetividade, que passam pela constatação, entre outras, de que o professor promove alterações em qualquer proposta que lhe chegue às mãos. Portanto, mais do que propostas à prova de professor (fracassadas desde a década de 70), há que se estudar os caminhos de apropriação e de elaboração do conhecimento pelo professor, e melhor ainda, com ele, nas condições sociais de produção do seu trabalho no cotidiano da escola. Esse alerta é importante, quando se considera que o grau de relevância alcançado pelos professores nas pesquisas vem ocorrendo concomitantemente a um processo de desvalorização do magistério, tanto no que se refere aos salários quanto ao *status* do professorado.

Assim, a pesquisa aqui apresentada assume não só o caráter eminentemente contraditório de como as atividades práticas se apresentam nas discussões no âmbito do ensino de ciências, como reconhece que essas contradições são acentuadas por propostas contraditórias que, em geral, solicitam do professor mais do que este pode oferecer, em suas precárias condições de trabalho e ainda mais precárias condições de estudo.

Movendo-se no território delimitado pela intersecção entre as pesquisas sobre formação de professores e as pesquisas sobre ensino de ciências nas séries iniciais, este estudo focaliza um trabalho desenvolvido com um grupo de dez professoras polivalentes de uma escola municipal da periferia de Campinas-SP, com duração de quatro meses. Trabalhei com esse grupo um conjunto de atividades reunidas sob o título *Conjunto de Atividades Práticas sobre o tema Luz* e, a partir dessa interferência, busquei compreender o processo de construção de práticas e de saberes por essas professoras, sob o enfoque das ciências naturais.

O objetivo desta pesquisa foi apreender os processos de elaboração *das atividades práticas no ensino de ciências pelas professoras, a partir das interferências*

sobre o trabalho delas feitas por um pesquisador, mediadas pelo uso das atividades presentes em uma unidade de ensino por ele apresentada, tomando como foco de análise os movimentos discursivos produzidos no grupo ao longo do trabalho realizado.

Traduzir essa busca em termos de uma pergunta, que orienta o olhar sobre o funcionamento das atividades práticas no ensino de ciências naturais nas séries iniciais, conduz à seguinte questão:

As atividades práticas podem ser utilizadas como elemento formador de professores para as séries iniciais em ciências naturais, compondo, juntamente com outros elementos mediadores entre os professores e o conhecimento científico, um conjunto de fatores que favoreçam o questionamento sobre as formas usuais de ensino, apontando para outras formas?

Para responder a essa pergunta, deverão ser respondidas pelo menos outras duas:

1. como as atividades têm funcionado no ensino de ciências nas séries iniciais e quais os sentidos construídos pelos professores sobre esse funcionamento?

2. como utilizar as atividades para promover alterações que são consideradas necessárias no ensino e na formação de professores?

Os conceitos de *mediação*, *internalização* e de *drama*, segundo o modelo histórico-cultural desenvolvido por Vygotsky e por seus seguidores, bem como os conceitos de *polifonia*, *polissemia* e *gêneros do discurso*, de Bakhtin, foram utilizados nas análises das interações verbais entre mim (pesquisador) e as professoras, durante o desenvolvimento das atividades práticas sobre o tema luz. Metodologicamente, os princípios do *paradigma indiciário*, como discutidos por Carlo Ginzburg, guiaram-me na busca de indícios dos processos de elaboração de sentidos no movimento discursivo.

Do ponto de vista de formador de professores que sou, mostrou-se fundamental procurar entender os processos de elaboração do trabalho docente vividos pelas professoras, em meio às diversas formas de pressão e interferência, intencionais ou não, sobre a escola e o ensino. Formadores, pesquisadores, interferimos sempre, por menor que seja o comentário, a crítica, a interpelação, a receita, a sugestão, a cobrança ou a

proposta. Assim, parece-me urgente buscar junto aos professores, em trabalhos que revelem suas buscas, seus saberes, suas angústias, seus sucessos, suas vozes, perspectivas que revelem imagens menos embaçadas e faces em que o professor se reconheça.

1. O Enfoque Discursivo: perspectiva histórico-cultural na abordagem teórica

O posicionamento assumido neste estudo, tanto para a preparação de uma proposta para trabalho com professoras, quanto para a análise das mediações ocorridas nesse trabalho, está relacionado a uma perspectiva discursiva que encontra eco na seguinte síntese de Candela:

No contexto discursivo, os indivíduos constroem versões diversas sobre um conteúdo, dependendo das situações de interação, mas também das diversas histórias e características individuais. Estas versões são confrontadas, negociadas, reconstruídas no próprio processo da interação, e é nesse processo interativo que vão sendo definidos os diversos significados. (CANDELA, 1998, p.144)

Preocupações de natureza teórica se apresentam, portanto, duplamente nesta pesquisa. De um lado, enquanto sustentação teórica da própria pesquisa. Nesse sentido, estão implicados pontos de onde parto, visões que compartilho e conceitos que tomo, e a conseqüente adesão às idéias de alguns teóricos. De outro lado, enquanto sustentação das interferências sobre o trabalho com professoras polivalentes. O tipo de interferência adotado foi o de apresentação de uma proposta a professoras, e da reconstrução da mesma num processo de interação entre pesquisador e professoras e entre todos e os recursos em uso (textos e atividades práticas). Essa proposta, além de elementos teóricos explicitados, se funda em outros conhecimentos, representações, habilidades, expectativas, memória, desejos, crenças, certezas e experiências.

A questão central da pesquisa remete para *a construção de sentidos no processo de interação*. Isso conduz a um questionamento sobre quais elementos são importantes nessa interação, desde a formação inicial das professoras, chegando aos modos como elas incorporam elementos ao longo da trajetória docente. Significa perguntar-se como ocorre a formação da professora, em termos institucionais e técnicos e também como ela própria se forma ativamente, colhendo elementos, fazendo opções, tomando decisões, e como essa formação se entrelaça com sua formação/constituição enquanto indivíduo

humano, num processo que tem características de pesquisa, marcado pelo *drama*, conceito que tomo como guia, conforme a perspectiva adotada por Vygotsky.

A compreensão desse processo exige um aprimoramento da própria colocação da pergunta: o que significa formar um indivíduo? Como nós, seres humanos, nos constituímos?

A visão aqui adotada, sobre a constituição do sujeito e de como a cultura e as interações participam desse processo e são centrais, se fundamenta principalmente em elementos das teorias de Mikhail Bakhtin e de Lev S. Vygotsky.

Partindo do questionamento sobre a construção de conhecimento, em que entram em jogo sujeito e objeto de conhecimento, destaco três formas possíveis de relação: a) relações intrínsecas dos elementos constitutivos do objeto a ser conhecido; b) relações entre sujeito e objeto; c) relações entre os sujeitos (PINO, 1997). As relações entre os elementos constitutivos do objeto devem ser supostas e sobre elas é que a ciência levanta suas hipóteses. As relações entre sujeito e objeto e dos sujeitos entre si são sempre mediadas, e os elementos mediadores são sempre culturais: instrumentos de trabalho, signos e linguagens. Os autores em que me apóio para desenvolver este trabalho centram as atenções nos elementos mediadores dessas relações.

Vygotsky vê a palavra como elemento essencial da constituição do sujeito. A apropriação da palavra do outro, a mediação pelo outro, a palavra que dirijo a mim do mesmo modo como dirigia ao outro, a internalização, a consciência, compõem a visão de Vygotsky sobre a constituição do humano, sintetizada em sua "psicologia concreta do homem".

De um outro ponto de vista, segundo elementos da filosofia da linguagem de Bakhtin, complementar ao proporcionado pela leitura de Vygotsky, a interferência feita sobre o trabalho das professoras se constitui em voz, ou vozes, já que não escapamos das contradições do real e somos, nós próprios, sociais, portadores/constituídos de/por múltiplas vozes (“Meu poema é um tumulto: a fala que nele fala outras vozes arrasta em alarido”, GULLAR, 1999; “Perguntou-lhe Jesus: ‘Qual é o teu nome?’ Respondeu-lhe: ‘Legião é meu nome, porque somos muitos’”, Marcos, 5, 9). A apreciação que fazemos da palavra do outro, ao elaborarmos nossas réplicas, provocam deslocamentos de sentido. O

resultado desse movimento é a dinâmica da palavra e dos conceitos, em constante interação com o significado da palavra.

1.1. Bakhtin e Vygotsky: consonância de vozes

Não é meramente técnica a escolha de referenciais e de autores em quem se basear em uma pesquisa. Deve haver, mais do que a concordância entre as idéias, uma identificação com motivos que levaram esses autores a empreenderem suas buscas. Nos teóricos cuja voz emprestei neste trabalho, encontro, além da coerência de suas teorias e da consonância de suas vozes até onde consigo ver, a intenção inicial de mudança da realidade. Os dois têm origem marxista, e direcionam seus esforços para a construção de uma nova realidade, propondo mudanças radicais de pontos de vista, nos respectivos campos de atuação: filosofia da linguagem e psicologia. Buscam fortalecer a tese de que a realidade social e cultural não é um dado *a priori*, mas sim uma construção, que tem sua história e, em consequência, poderia ter tomado outros rumos, assim como pode vir a ser diferente.

De Bakhtin, a construção de sentidos, a *polifonia* e o tratamento dos *gêneros do discurso*. De Vygotsky, as noções de *mediação*, *internalização* e *drama* como chaves da constituição humana. São essas as principais noções que utilizo nesta minha tentativa de compreender a produção de sentidos, num trabalho de interação com professoras.

A realidade não nos é acessível diretamente, a não ser pela experiência direta, pelas transformações materiais que promovemos. No entanto, se essas relações diretas não fossem mediadas, dos objetos teríamos apenas as sensações primeiras; proporcionadas pelos sentidos. No homem, ser essencialmente cultural - além de sua natureza e da vida em sociedade - , ocorre sempre a mediação, ou seja, nossas relações estabelecidas com os objetos e com os outros homens são sempre mediadas pela cultura.

A palavra do outro tomada como palavra própria adquire novos sentidos. "Aprendi novas palavras, tornei outras mais belas" (ANDRADE, 1978, 133). Minha

história enriquece as palavras que tomei como minhas. O novo surge na singularidade dos sentidos estendidos pela memória do passado, pela memória do futuro (desejo, utopia, universo de possíveis) e pelas circunstâncias materiais e históricas da enunciação.

Neste estudo, tento compreender a produção de sentidos na interferência com recursos de ensino, pensando a sala de aula e a escola como esferas da atividade humana onde se desenvolve um *gênero do discurso*.

O funcionamento da escola e da sala de aula é marcado pelas representações que fazemos desse universo, sendo essas representações originadas em circunstâncias e locais os mais variados: temos uma história escolar enquanto ex-alunos, enquanto professores, enquanto indivíduos pertencentes a uma organização social na qual a escola exerce um papel, ocupa um lugar e é cercada de valores.

Sobre as características do que denomina gêneros do discurso, cito dois trechos de Bakhtin:

Qualquer enunciado considerado isoladamente é, claro, individual, mas cada esfera de utilização da língua elabora seus *tipos relativamente estáveis* de enunciados, sendo isso que denominamos *gêneros do discurso*. (BAKHTIN, 1997, p.279)

Uma dada função (científica, técnica, ideológica, oficial, cotidiana) e dadas condições, específicas para cada uma das esferas da comunicação verbal, geram um dado gênero, ou seja, um dado tipo de enunciado, relativamente estável do ponto de vista temático, composicional e estilístico. (idem, p.284)

Essa separação, no entanto, não significa um isolamento de um dado gênero das formas e dos sentidos empregados nos demais gêneros. Pelo contrário, é na tensão com os sentidos gerados em outras esferas da atividade humana, ora influenciando outros gêneros, ora sendo influenciado por esses, que um dado gênero se produz e marca suas particularidades.

A incorporação, pelos gêneros secundários (ciência, arte, justiça etc.), de termos e expressões utilizados nos gêneros primários (cotidiano) é comum e freqüente,

tanto nas ciências quanto nas artes. Os conceitos que hoje são empregados com rigor, e que fazem parte de estruturas conceituais amplas e bem determinadas, tiveram sua origem em termos de uso comum, empregados para designar elementos e situações vividas. A título de exemplo, cito os conceitos de campo e de linhas de força, que na física adquirem sentidos diferentes daqueles empregados nas falas do dia a dia.

Também ocorre, e com freqüência, o contrário disso. Termos empregados nos gêneros secundários são incorporados por gêneros primários do discurso. Na escola, essa incorporação de elementos dos gêneros secundários marca a tensão entre as estruturas do discurso científico e outras estruturas, a partir da qual pode e deve ocorrer o aprendizado.

A sala de aula, unidade onde ocorrem as principais relações entre professor, alunos e conhecimento, dadas as suas especificidades enquanto esfera de atividade humana, engendra, em termos lingüísticos, o que Bakhtin denomina *gênero do discurso*.

As perguntas feitas em sala de aula, predominantemente pelo professor, quase sempre já possuem respostas que são do seu conhecimento. O aluno por sua vez, sabe que o professor já tem a resposta e que a pergunta é lançada com características essencialmente avaliativas, tendo muitas vezes a finalidade de exercer o poder de um sobre os outros. As relações estabelecidas colocam, desde o princípio, os papéis desempenhados por cada um e o lugar social de onde falam, ouvem e agem. Essa estrutura se impõe de tal forma que, em pouco tempo de vivência na escola, o aluno assimila seu papel: aprende a responder perguntas cujas respostas já são conhecidas, aprende a reprimir suas vontades, aprende como se comportar, como se vestir, como se dirigir ao outro, além dos conteúdos explícitos do currículo, tais como a leitura e a escrita, ou recusar deliberada ou inconscientemente esses papéis e comportamentos, ficando à margem, se afastando do "aluno ideal", idealizado. Em termos bakhtinianos, isso significa que o aluno já transita pelo gênero do discurso, escolar neste caso. Embora isso não seja exclusividade da escola (na família, na igreja, nos clubes, nas rodas de amigos ocorre o mesmo), nela as possibilidades de uso da palavra ficam limitadas pela distância entre gênero cotidiano, em que alguns indivíduos têm pleno trânsito, e o gênero escolar que envolve o conhecimento

sistematizado, abstrato e que, em geral, faz pouca referência às coisas do cotidiano, e o gênero científico.

Afirma Bakhtin que:

Uma análise mais minuciosa revelaria a importância incomensurável do componente hierárquico no processo de interação verbal, a influência poderosa que exerce a organização hierarquizada das relações sociais sobre as formas de enunciação. (BAKHTIN, 1995, p.43)

E ainda:

Quanto mais dogmática for a palavra, menos a apreensão apreciativa admitirá a passagem do verdadeiro ao falso, do bem ao mal, e mais impessoais serão as formas de transmissão do discurso de outrem. (BAKHTIN, 1995, p.149)

Outro elemento fundamental da filosofia da linguagem de Bakhtin, que encontra referente claro no universo escolar, é o da construção dos sentidos. Os sentidos de um enunciado não são previamente determinados. Dependem da memória dos interlocutores, de suas histórias de vida, de suas intenções, de suas preferências, além das circunstâncias materiais em que ocorre o enunciado. Para cada palavra de um enunciado, considerado o gênero do discurso em que ocorre, há uma tendência de fechamento dos sentidos em busca de um significado, um "querer dizer" de cada locutor. No entanto, nem sempre coincidem "vontade de dizer" de quem enuncia e a posição do ouvinte. Os sentidos de uma palavra para cada um podem ser diferentes. Em situação de ensino de uma ciência, os conceitos/palavras se inserem em estruturas nas quais adquirem significados, ou minimamente há uma tendência de significado. E esses significados só podem ser determinados pelas relações com as demais palavras. As palavras por sua vez não são de uso exclusivo de um dado gênero. Caso fossem, teríamos tantas línguas quantas são as esferas de atividade humana. Uma mesma palavra pode ser empregada em gêneros distintos - em esferas distintas da atividade humana - e, em cada um pode ter uma tendência de significado diferente. Por exemplo, a palavra *Luz*, usada amplamente nas atividades apresentadas às professoras neste trabalho. Conforme mostra Almeida através de um estudo

realizado com estudantes de um curso supletivo, muitos sentidos possíveis para luz são considerados. Entre eles a luz é citada como “fonte de algo (calor, energia, claridade, vida, paz, boas idéias, onda, descarga elétrica, feixe de elétrons, carga elétrica) (...) luz é tudo; luz é vida, paz (...) vem do sol, vem de outras energias (...)” (ALMEIDA, 1996, pp.38-39). Se não houver espaço para que esses e outros sentidos circulem, a construção do conceito/significado naquele contexto não passará de uma ilusão. A repetição pelos alunos de cada palavra será vazia. A multiplicidade dos sentidos e sua presença na construção de réplicas nos dá uma melhor compreensão de como são construídos os significados, segundo Bakhtin.

Compreender a enunciação de outrem significa orientar-se em direção a ela, encontrar o seu lugar adequado no contexto correspondente. A cada palavra da enunciação que estamos em processo de compreender, fazemos corresponder uma série de palavras nossas formando uma réplica. Quanto mais numerosas e substanciais forem, mais profunda e real é a nossa compreensão. (BAKHTIN, 1995, p.131-132)

O signo carrega a marca das circunstâncias em que foi tomado como representante do objeto, com todas as suas atribuições: experiência sensível do objeto (forma, utilidade, peso, cor etc.), experiência sensível do signo (palavra pronunciada, entonação, volume, timbre etc.) e situação concreta de uso da palavra/signo.

Para Bakhtin, no encontro dos falantes os sentidos das palavras acontecem de maneira singular, e dessa singularidade surge o novo, abre-se o leque de possíveis. Nossa história e nossa memória tornam única a experiência da palavra.

Discutidas por Mortimer (1997), as interações discursivas em sala de aula ocorrem na tensão entre a tendência de fechamento de sentidos do discurso científico, buscando a univocidade, e a abertura de sentidos pelas vozes dos alunos. Nesse caso, duas funções são percebidas no discurso: a função dialógica e a função unívoca. Nesse padrão das interações discursivas em aulas de ciências, percebido por Mortimer, o professor inicia o diálogo por meio de uma pergunta, o aluno responde, e o professor conclui. Conforme mostra o autor, nesse padrão discursivo, que configura o que denomino *gênero escolar*, a forma como o professor conclui é determinante para caracterizar um discurso dialógico ou um discurso de autoridade. Se o fechamento pelo professor ocorre com sentido

exclusivamente avaliativo, tende-se a um discurso de autoridade. Se, por outro lado, na réplica emitida pelo professor forem consideradas as palavras dos alunos e a partir delas apontadas outras possibilidades, dentre as quais comparece a explicação científica, a interação discursiva se aproxima da dialogia.

Nesta pesquisa, parti do pressuposto de que sempre há interferência do pesquisador sobre os professores em trabalhos dessa natureza, e que, portanto, não faz sentido procurar observar as professoras em suas condições naturais de existência e de trabalho. Toda atividade humana é mediada, está marcada pelos movimentos da história e sofre as interferências da hierarquia e das relações sociais que envolve. Assim, adotei a postura de *interferir deliberadamente* e de procurar dar visibilidade às formas como as professoras construíram sentidos a partir dessa interferência. Ou seja, procurei ver como as professoras significavam, incluíam ou negavam a “nova voz”, no sentido conferido por Bakhtin.

Essa forma de ver a professora em constituição se fundamenta no *método construtivo* conforme descrito por Vygotsky, no manuscrito *Psicologia Concreta do Homem* (VYGOTSKY, 2000), e utilizado por Fontana (2000c).

O método construtivo tem dois sentidos: 1) estuda não as estruturas naturais, mas construções; 2) não analisa, mas constrói processos (contra método de pegar de surpresa – análise, taquistoscópio; contra método sistemático dos viursburgos). Mas a construção cognitiva no experimento corresponde à construção real do próprio processo. Este é o princípio básico. (VYGOTSKY, 2000, p.23)

A partir do método utilizado por Vygotsky, Fontana aponta:

A intervenção experimental entendida como uma atuação sobre as relações em curso no contexto em estudo, jogando com suas condições sociais de produção, segundo ele pode “provocar, criar artificialmente um processo de desenvolvimento psicológico” [Vygotsky, 1984, p.74], fornecendo-nos indicadores da emergência e da internalização de modos de ação e de elaboração nos sujeitos envolvidos na pesquisa. Esses indicadores aparecem nos percursos, recursos e estratégias compartilhados por nós com eles e entre eles, no decorrer das atividades em que nos encontramos envolvidos. (FONTANA, 2000c, p.107).

Dessa perspectiva, é possível discutir o papel do outro, no contexto da interação, vendo o pesquisador e também os recursos didáticos incluídos na interação como *os outros* para as professoras, a quem elas devem contestar, acatar, ou minimamente levar em conta. Essa busca de argumentos para contestar uma proposição requer uma tomada de posição, um movimento intelectual, um pensamento.

Os conceitos de *mediação*, *internalização* e *drama*, centrais na perspectiva histórico-cultural do desenvolvimento humano, levam à compreensão do homem a partir das relações sociais que estabelece desde o nascimento, mediadas pela cultura. Segundo o modelo histórico-cultural, a atividade humana é essencialmente social e simbólica. O homem, apenas em suas relações diretas (não mediadas) com os objetos, não se desenvolve em todas as suas potencialidades, o que significa dizer que o desenvolvimento humano é marcadamente social e cultural. A mediação pelo outro e pelo signo (que tem na palavra sua mais forte expressão) está na origem do desenvolvimento humano e, conseqüentemente, do processo de conhecimento, visto como produção tanto simbólica quanto material.

No entanto, a mediação sozinha não explica o desenvolvimento cultural humano. A internalização, entendida como reconstrução pelo indivíduo das ações materiais e simbólicas ocorridas no plano intersubjetivo, é a característica do desenvolvimento humano que, ao lado da mediação, lhe confere o caráter essencialmente cultural. E essa reconstrução ocorre em situações sociais marcadas pelo conflito, pelas contradições, produzindo o *drama*.

Para Vygotsky, as funções psicológicas superiores são relações sociais internalizadas. Elas aparecem duas vezes no processo de desenvolvimento: primeiro no plano interpsicológico e só depois no plano intrapsicológico. Em especial, um exemplo dado por Vygotsky ajuda a entender sua compreensão sobre esse processo:

Chamamos de *internalização* a reconstrução interna de uma operação externa. Um bom exemplo desse processo pode ser encontrado no desenvolvimento do gesto de apontar. Inicialmente, esse gesto não é nada mais do que uma tentativa sem sucesso de pegar alguma coisa, um movimento dirigido para um certo objeto, que desencadeia a atividade de aproximação. A criança tenta pegar um objeto colocado além de seu alcance; suas mãos, esticadas em direção àquele objeto, permanecem

paradas no ar. Seus dedos fazem movimentos que lembram o pegar. Nesse estágio inicial, o apontar é representado pelo movimento da criança, movimento este que faz parecer que a criança está apontando um objeto – nada mais que isso.

Quando a mãe vem em ajuda da criança, e nota que o seu movimento indica alguma coisa, a situação muda fundamentalmente. O apontar torna-se um gesto para os outros. (VYGOTSKY, 1994, p.74)

Conclui Vygotsky que, a partir da interpretação feita pela mãe, mais tarde a criança desenvolve o gesto de apontar. Vê-se nesse caso a ação material mediada social e culturalmente. A interpretação pela mãe faz da ação material da criança, ocorrida dentro do seu campo visual, ação simbólica, que uma vez internalizada constituirá uma função psicológica. O ato material interpretado se torna ato simbólico, e aí encontra-se a raiz do desenvolvimento humano.

A reflexividade da fala, social em sua origem pela necessidade da comunicação entre os indivíduos nos processos de trabalho, internalizada, permite a antecipação das ações, no nível simbólico. A abstração oriunda desse processo de internalização é o que difere o homem dos demais animais. Citado por Vygotsky, Marx enfatiza essa diferença, quando escreve:

Uma aranha executa operações que se assemelham às manipulações do tecelão, e a construção das colméias das abelhas poderia envergonhar mais de um mestre-de-obras. Mas há algo em que o pior mestre-de-obras leva vantagem, logo de início, sobre a melhor abelha, é o fato de que, antes de executar a construção, projeta-a em seu cérebro. No final do processo de trabalho, brota um resultado, que antes de começar o processo já existia na mente do operário; ou seja, um resultado que já tinha existência ideal. O operário não se limita a fazer mudar de forma a matéria que lhe oferece a natureza, mas, ao mesmo tempo, realiza nela seu objetivo, objetivo que ele sabe que rege como uma lei as modalidades de sua atuação e à qual tem necessariamente de submeter sua vontade. (MARX, apud VYGOTSKY, 1996, p.55)

Para Vygotsky, a origem do pensamento verbal está na fala para si mesmo, decorrente do processo de internalização da fala para o outro. A criança passa a falar para si mesma da mesma forma como fala com o outro, apropriando-se da palavra do

outro. Uma ordem dada em uma situação concreta se tornará, internalizada, uma função psicológica de “ordem para si mesmo” pelo uso da palavra, de origem social.

As idéias sobre qualquer objeto de conhecimento têm origem, em parte, nos contatos dos indivíduos com o mesmo, relações diretas sujeito-objeto. Mas elas ocorrem sempre num contexto cultural e ideológico, sendo portanto mediadas pelo outro. Tornam-se assim relações do tipo sujeito-sujeito-objeto. Desse modo, a produção de conhecimento sobre um objeto adquire, em sua origem, o caráter social e mediado, sendo qualitativamente superior ao conhecimento resultante das relações imediatas com os objetos.

Essa forma de compreender o desenvolvimento humano implica em mudanças na forma de ver o aprendizado de conceitos, em especial os científicos, na escola.

O aprendizado de conceitos não é linear, como se fosse sempre necessário aprender um conceito para prosseguir no aprendizado de outro. O aprendizado de um conceito pela definição do mesmo mostra-se ineficaz (TOLSTOI, apud VYGOTSKY, 1993, p.72), uma vez que no lugar de uma palavra colocam-se outras palavras também desconhecidas pelo aprendiz, ou das quais se desconhecem as relações. O aluno repete a frase sem que as palavras o tenham marcado. Ou seja, não houve construção de conhecimento. O aprendizado se dá sempre sobre os conhecimentos existentes, e sempre por um processo de construção pelo aprendiz.

Isso não quer dizer que idéias não possam ser comunicadas. Uma palavra dita pelo outro, numa situação concreta e significativa para o aluno, tanto reflete quanto refrata a realidade. Desde o início de nossa formação (muito antes da entrada na escola), nossas relações com as coisas são mediadas pelo outro. Nesse processo, apropriamo-nos da palavra do outro para nos referirmos às coisas e para estabelecermos relações com outras palavras nossas. A construção de uma réplica, conforme definida por Bakhtin, nos ajuda na compreensão desse processo. Bakhtin declara:

A cada palavra da enunciação que estamos em processo de compreender, fazemos corresponder uma série de palavras nossas, formando uma

réplica. Quanto mais numerosas e substanciais forem, mais profunda e real é a nossa compreensão. (BAKHTIN, 1995, p.132)

A construção da réplica, da maneira como a considera Bakhtin, aproxima-se da aquisição de novos conceitos pela criança, segundo Tolstoi:

Quando ela ouve ou lê uma palavra desconhecida numa frase, de resto compreensível, e a lê novamente em outra frase, começa a ter uma idéia vaga do novo conceito: mais cedo ou mais tarde ela...sentirá a necessidade de usar essa palavra - e uma vez que tenha usado, a palavra e o conceito lhe pertencem... Mas transmitir deliberadamente novos conceitos ao aluno... é, estou convencido, tão impossível e inútil quanto ensinar uma criança a andar apenas por meio das leis do equilíbrio (TOLSTOI, apud VYGOTSKY, 1993, p.72)

O contexto de sala de aula tem uma especificidade em termos lingüísticos. Como esfera particular da atividade humana, o ensino escolar possui o que Bakhtin denomina gênero de discurso, ao qual já me referi. As relações dos indivíduos entre si, e deles com os objetos de conhecimento, são marcadas pelas características historicamente adquiridas pela instituição escolar. O típico da escola demanda formas específicas de ação e de comportamento. As perguntas feitas pelo professor aos alunos, produzem, no contexto escolar, modulações do comportamento das crianças. Além dos conteúdos que elas evocam, os alunos aprendem modos de comportamento. O caráter modulador de comportamentos fica evidenciado pela constante avaliação a que os alunos são submetidos, tanto a formal quanto a informal (FREITAS, 1995).

Outra especificidade da escola diz respeito ao conhecimento nela veiculado. Historicamente, a escola se tornou o local de acesso ao conhecimento científico. Entendemos conhecimento científico como aquele em que os conceitos se constituem em rede, relacionando-se uns com os outros, além de se relacionarem com os objetos de conhecimento. Vygotsky difere conhecimento científico de conhecimento de senso comum, apontando que neste segundo os conceitos apresentam uma tendência de se relacionarem diretamente com os objetos, enquanto que no conhecimento científico os conceitos relacionam-se fortemente entre si, além de se dirigirem aos objetos (VYGOTSKY, 1993).

Uma palavra que se dirige a outra palavra, e, constituindo-se em forma de rede, fazem a mediação dos sujeitos com os objetos.

Existem, portanto, níveis diferentes de mediação que devem ser levados em conta. Nos conceitos cotidianos, a mediação ocorre impregnada pelas condições vivenciais, fortemente marcada pelas circunstâncias e pelos sujeitos envolvidos. Por outro lado, a mediação feita pelos conceitos científicos aponta para a necessidade crescente de eliminação do vivido e, igualmente, dos próprios sujeitos do enunciado. A figura do cientista, portador do discurso científico, conforme aponta Possenti (1997), é a mais forte expressão do afastamento do vivencial, na produção da ciência e na mediação por ela propiciada.

Para que a partir da escola seja desenvolvida a capacidade de apresentar idéias, tentar explicar, argumentar etc., é necessário que haja espaço para isso na sala de aula. Sempre ocorre algum aprendizado, mas se queremos que os indivíduos aprendam que suas idéias são importantes, que as idéias dos demais podem ser questionadas (inclusive as do professor e dos recursos didáticos, do pesquisador), é importante que seja exercitada a argumentação, o debate, o confronto de idéias.

Em um ambiente onde se tem liberdade para falar, onde todos são ouvidos e suas opiniões são levadas em conta, são questionadas, onde estão em constante relacionamento com os objetos e com os outros na busca de respostas para problemas bem determinados e compreendidos, não só os conceitos encontrarão campo propício para serem construídos, mas também habilidades e atitudes mais livres frente ao conhecimento e ao outro poderão se desenvolver. Fazendo isso, estaremos construindo um ambiente propício não somente ao aprendizado de conceitos específicos, mas também ao aprendizado da liberdade de expressão, da atitude crítica e ao mesmo tempo de respeito às idéias dos demais. O interlocutor estará aprendendo a se manifestar, a ouvir os outros, a não ter medo de se expor, a não ter medo de se equivocar, e também a ver a ciência como algo mais próximo.

Conforme já discutido, Bakhtin define dois gêneros do discurso: gênero primário e gênero secundário, entendendo-se por gêneros do discurso, tipos relativamente estáveis de enunciados próprios de cada esfera de utilização da língua.

Nos gêneros primários, típicos das relações verbais cotidianas, os enunciados tendem a uma relação imediata e direta com os objetos e situações. A compreensão dos enunciados se dá, além da clareza e da constituição deles próprios, a partir das situações concretas em que ocorrem. Por exemplo, os sentidos possíveis para cada termo empregado se estabilizam e ganham significado quando circunstanciados, concretamente marcados pela situação e pela presença dos objetos aos quais o enunciado se refere (não necessariamente presença física, tornando-se importante a memória, a história e a vivência coletiva). Os diálogos cotidianos constituem o campo de atuação e de desenvolvimento dos gêneros primários. Evidentemente, a presença física do objeto ao qual se referem os enunciados faz grande diferença, e nesse sentido uma maior compreensão do funcionamento das atividades práticas pode trazer grandes contribuições para o ensino e a aprendizagem de ciências.

Outra característica importante nos gêneros primários é a sua constituição a partir da multiplicidade de vozes e de indivíduos, envolvendo interesses de várias naturezas bem como conflitos.

Nos gêneros secundários, os enunciados tendem a se relacionar fortemente entre si, além de sua relação com os objetos. Visto de outra forma, pode-se dizer que os enunciados, nos gêneros secundários, são essencialmente objetos de outros enunciados, estabelecendo uma rede de relações e de dependências. Diferentemente dos gêneros primários, há uma intencionalidade que transcende o imediato, a frase, a situação (a do autor, individual ou coletivo). São típicos do gêneros secundários a literatura, as ciências, o discurso religioso, o discurso militar, o discurso jurídico, o discurso pedagógico.

Há uma grande proximidade entre essa classificação feita por Bakhtin e a forma como Vygotsky caracteriza a linguagem cotidiana e a linguagem científica.

Para Vygotsky, a linguagem cotidiana se constitui por enunciados que se relacionam predominantemente com os objetos, diretamente. Na linguagem científica, os enunciados mantêm estreita relação entre si, fazendo maior uso da abstração ao se referir a objetos e situações ausentes ou que sequer existem. A ciência, pode-se dizer, constrói seus objetos.

Quanto aos conceitos científicos, escreve Tunes:

O principal atributo dos conceitos científicos é o de se organizarem num sistema hierárquico de inter-relações conceituais, portanto, um sistema de relações de generalidade. Ora, dado que um conceito é um ato de generalização, isso significa que o conceito científico implica uma relação de generalizações e é por isso que dá lugar a uma estrutura superior de generalização, no desenvolvimento mental do indivíduo. (TUNES, 1995, p.35)

Na produção do discurso científico, busca-se a estabilização dos sentidos e a eliminação de ambigüidades. Ou, como destaca Possenti, comentando Granger:

O que caracteriza fundamentalmente o trabalho científico, segundo Granger, consiste na progressiva estruturação da linguagem científica, o que significa, para ele, a progressiva eliminação do vivido, do vivido enquanto representado na linguagem não-científica, evidentemente. Tal estruturação busca eliminar (ou diminuir ao máximo) a relação entre o sujeito produtor desse enunciado e o enunciado. (POSSENTI, 1997, p.13)

Assim, levando essas concepções em consideração, no caso específico das ciências naturais ou quando o cientista se refere a certas noções, como, por exemplo, a luz, estão afastadas as possibilidades de referência à luz como algo de natureza divina ou mística. Vale o mesmo quando são tratados outros conceitos como o de energia, calor temperatura, classe social, molécula, evolução, espécie. Ainda que internamente existam conflitos sobre a real significação de alguns conceitos (energia, entropia, força, evolução etc.), os praticantes de uma comunidade – considerando a dos cientistas como uma delas - , se entendem quando falam sobre seu objeto de estudo devido à estabilização de sentidos.

Uma outra questão que diz respeito à escola é a das relações de poder que a permeiam.

Essas relações, internalizadas no desempenho das várias funções dos professores, conduzem a comportamentos que entram em choque com o já existente, produzindo o *drama*, no sentido empregado por Vygotsky e Politzer. Como relata Fontana (2000c), a internalização das relações sociais na escola levou uma professora iniciante a fazer coisas com as quais não concordava, respondendo às formas de avaliação do seu trabalho que cotidianamente são aplicadas: o olhar de desaprovação da coordenadora, a comparação com o desempenho (quantitativo) de outras classes.

O *drama*, na forma como esses autores o definem, é o complexo das relações sociais vividas e internalizadas, a partir dos papéis sociais que desempenhamos nessas relações e que são flutuantes. Sobre essa condição, escreve Fontana:

Os lugares que ocupamos nas relações sociais marcam o para quê e o para quem de nossas ações e de nossos dizeres, sugerem modos de ser e de dizer, delineiam o que podemos (e não podemos) ser e dizer a partir desses lugares, modulando o discurso e os modos de apresentação do sujeito como tal, que vamos elaborando na dinâmica interativa.

Essa modulação, no entanto, é contraditória, na medida em que somos, ao mesmo tempo, nós mesmos e o “outro” do outro com quem estamos em relação. Nesse sentido, em um mesmo indivíduo articulam-se dialeticamente dois lugares sociais distintos e complementares – o mesmo e o outro – que se afinam e se contrapõem, harmonizam-se e rejeitam-se, configurando, na tensão constitutiva da subjetividade, composições singulares, que se dão a ver na dinâmica interativa.

Assim focalizada, destacam Vigotski e Politzer, a personalidade não é um amálgama de processos psicológicos complexos e genéricos, mas o “drama” vivido nas relações interpessoais, em condições sociais específicas, por indivíduos peculiares em constituição. (FONTANA, 2000b, p.222)

As relações reais de poder, sob as quais nos constituímos, e a partir das quais vivenciamos e internalizamos o *drama*, evidenciam o quanto as hierarquias marcam nossa constituição. A palavra que utilizo para controlar a mim mesmo tem origem social, e a ordem dada, fazendo-se uso da palavra, corresponde a uma ordem externa do tipo chefe/subordinado, como aponta Vygotsky:

Atrás do poder psicológico da palavra sobre as funções psicológicas está o poder real do chefe e do subordinado. *A relação das funções psicológicas é geneticamente correlacionada com as relações reais entre as pessoas: regulação pela palavra, conduta verbalizada = poder – subordinação.*

Daí o exemplo de Leontiev com o trabalho: aquilo, que fazem o capataz e o escravo – une-se em uma única pessoa: este é o mecanismo da atenção voluntária e do trabalho. (VYGOTSKY, 2000, p.25)

Sob essa perspectiva, fica evidente a condição de *drama*, no qual predomina o conflito e as contradições, vivido pelo professor que se polícia, que controla o

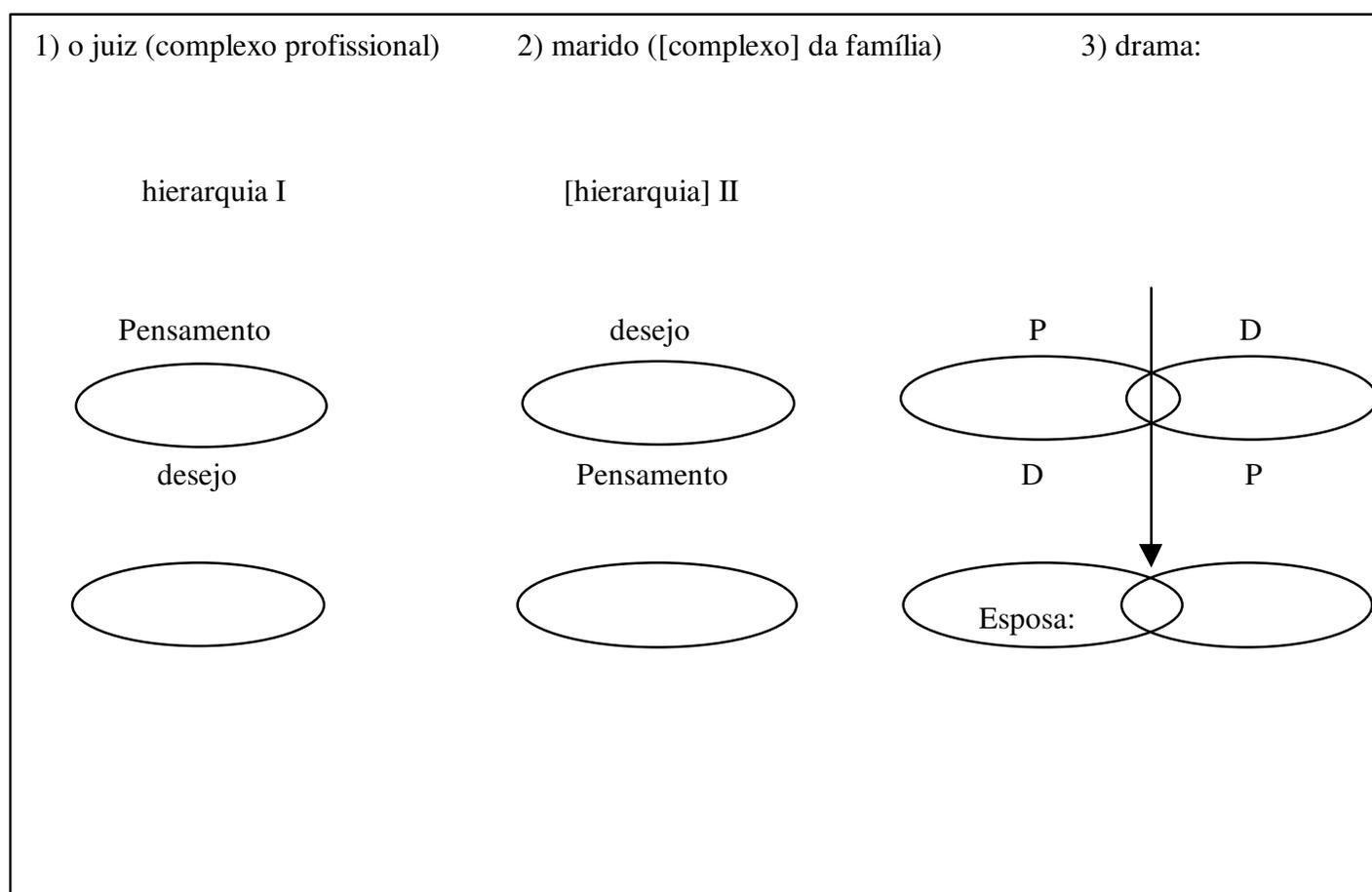
próprio trabalho da mesma forma como foi (ou continua sendo) controlado de fora, cuja evidência se dá, por exemplo, quando se sente mal ao não conseguir silêncio da classe.

Por trás de todas as funções superiores e suas relações estão relações geneticamente sociais, relações reais das pessoas. Homo-duplex. *Daí* o princípio e método da *personificação* na pesquisa do desenvolvimento cultural, isto é a divisão das funções *entre* as pessoas, personificação das funções: por exemplo, atenção voluntária: um domina – outro está dominado. *Divisão novamente em dois, daquilo que está unido em um* (veja o trabalho moderno), desenvolvimento experimental do processo superior (atenção voluntária) *em um pequeno drama*. Compare Politzer: *psicologia em termos de drama*. (VYGOTSKY, 2000, p.26)

... o princípio básico do trabalho das funções psíquicas superiores (da personalidade) é social do tipo *interação* das funções, que tomou o lugar da interação das pessoas. Mais plenamente elas podem ser desenvolvidas na forma de *drama*. (ibidem, p.27)

O drama realmente está repleto de luta interna impossível nos sistemas orgânicos: *a dinâmica da personalidade é o drama*. (ibidem, p.35)

Vygotsky exemplifica a condição de *drama* com o esquema abaixo (VYGOTSKY, 2000). Nele, o juiz, que também é marido, vive o conflito entre cumprir o dever condenando a esposa, embora como marido a ame e não queira fazê-lo. Entram em jogo os papéis sociais e os posicionamentos contraditórios que deles se originam, convivendo num único indivíduo.



Como pessoa, simpatizo,	Sei que ela é má, mas eu a amo	Sei que ela é má, mas a amo;
Como juiz, condeno		Simpatizo, mas condeno
Compare medalha + execução??		O que vencerá.

Esquema 1 – (VYGOTSKY, 2000, p.37)

Assim, sob essa perspectiva, busquei nas falas das professoras indícios do *drama* que nelas se desenvolve, a partir das expectativas criadas pelas interferências que são feitas sobre seu trabalho, das quais participo enquanto pesquisador. A minha posição de pesquisador, que se apresenta com uma proposta que, aparentemente, atende a solicitações das professoras (atividades práticas) é uma posição que ocupa um lugar social na escala de poder, segundo a qual a professora se encontra em posição inferior, pelo menos no que se refere à autoridade para falar sobre o conhecimento físico, objeto de minha proposta, e também enquanto pesquisador em educação. O status da professora para falar sobre seu próprio trabalho é menor do que o de um pesquisador em ensino. Se queremos que a educação e a escola passem por mudanças, é necessário fazer com que a professora recupere alguma autoridade. Sobre a incorporação de papéis, e sobre os lugares sociais que em nós se manifestam, cito um trecho de Góes:

O estudo das relações sociais não pode restringir-se ao exame do plano observável das interações face a face; os processos de linguagem que acontecem nessas interações devem ser vistos como algo mais do que a conversação de interlocutores imediatos; os efeitos dos outros sobre os indivíduos não dependem somente de formas de atuação direta; os outros não são apenas as pessoas fisicamente presentes, mas também figuras-tipo da cultura ou representantes dos códigos e normas, participantes das práticas sociais. (GÓES, 2000, p.128)

Os sentidos produzidos no/pelo grupo, a partir das várias mediações, naquilo que lhes é externo e passível de observação, somente podem ser acessados através de indícios presentes nas falas, silêncios, gestos e ações. Não há transparência nos processos dialógicos e nas suas relações com a realidade material, ficando a compreensão dependente de um processo de construção com base em indícios, quase sempre ímpares, únicos, que podem levar a totalizações. Essas características dos dados que emergem das falas das professoras, bem como dos gestos e silêncios, encontram ressonância nas características do paradigma indiciário.

1.2. O paradigma indiciário

Minha busca pela compreensão de formas específicas de um pequeno grupo de professoras interagir com uma proposta, ou reagir a uma interferência, assume que essa compreensão não é necessariamente “generalizável”, aplicável a todos ou a outros grupos, implicando uma forma de pesquisa que se aproxima do estudo de caso (STAKE, 1995).

O paradigma indiciário, a meu ver, oferece um forte respaldo a estudos de realidades particulares, onde manifestações singulares podem abrir frestas para a compreensão de processos complexos. Para reforçar esse argumento, apresentarei a seguir alguns elementos do paradigma indiciário.

Discutido por Ginzburg (1989) no texto “Sinais. Raízes de um paradigma indiciário”, esse paradigma “emerge silenciosamente no âmbito das ciências humanas” (p.143), no final do século XIX, consolidando formas de saber amplamente utilizadas nas mais diferentes esferas da atividade humana, desde que assim puderam ser caracterizadas, encontrando seu mais antigo representante na figura do caçador, agachado, interpretando pegadas na lama deixadas por sua presa.

Ginzburg caracteriza o paradigma indiciário a partir da aproximação de formas de conhecimento de três atividades diferentes: do perito de arte, do detetive e do psicanalista.

Inicialmente, o autor descreve o método empregado por Morelli, contido numa série de artigos sobre pintura italiana, publicados em alemão entre 1874 e 1876. O método usado por Morelli para a atribuição de quadros se baseava na análise minuciosa dos aspectos mais negligenciáveis presentes nas obras de cada pintor, em oposição à análise dos traços mais característicos da escola à qual pertencia, portanto mais facilmente imitáveis. Procedendo dessa forma, catalogou pormenores de obras normalmente esquecidos pelos peritos, tais como formas das unhas, formas dos dedos das mãos e dos pés e formas das orelhas. O fundamento do método está no fato de que nos traços menos significativos da escola é que transparecem as características individuais presentes no traço do pintor.

A segunda atividade descrita por Ginzburg é a da investigação criminal, na figura de seu mais conhecido representante, Sherlock Holmes, da obra de Arthur Conan Doyle. Fazendo uso de um método fortemente apoiado em pormenores, Holmes reconstitui as ações a partir dos indícios deixados por vítimas e criminosos. Interessante notar, como o faz Ginzburg, que as publicações de Conan Doyle datam do mesmo período das de Morelli, além da proximidade entre os métodos utilizados.

A terceira atividade destacada por Ginzburg, ainda menos transparente e menos material que as anteriores, é a psicanálise, a partir de citações do próprio Freud. Conforme mostra o autor, Freud faz referência aos trabalhos de Morelli, dando a ver os modos como o método empregado por este influenciaram a psicanálise, desde sua origem.

Passemos agora aos traços comuns a essas três atividades, no que diz respeito ao método e valorização dos indícios, a partir dos quais Ginzburg sintetiza o que pode ser chamada de essência do paradigma indiciário.

O ponto mais importante do paradigma indiciário é, sem dúvida, a valorização dos pormenores, comumente negligenciáveis, mas que se revelam indícios que permitem construir uma explicação sobre o objeto em estudo. Porém, o indício não é tratado como elemento isolado, mas sim como peça essencial para a decifração da realidade em sua totalidade.

O segundo ponto importante do paradigma indiciário é a valorização do individual, característica essa que o coloca em oposição ao modelo de conhecimento orientado apenas pelas regularidades e pela busca do universal, que, nas ciências humanas, encontra sérias limitações. Contrariando o princípio básico das ciências tradicionais, segundo o qual “do que é individual não se pode falar”, ele busca o conhecimento no único, no indireto, no indiciário, no conjetural. Para fenômenos que escapam à regularidade, considerando a impossibilidade de reproduzir as causas, resta como único caminho o de inferi-las a partir de seus efeitos.

Aplicado à análise de movimentos discursivos, o paradigma indiciário aponta para os indícios contidos nas falas individuais, percebendo-as não como reprodução de estruturas da língua que “fala” através dos falantes, mas como discursos elaborados em condições específicas (materiais, históricas, sociais, políticas etc.), nos quais pesam a estrutura da língua, os sentidos já existentes, as condições macrossociais, mas que também passam por elaborações e deslocamentos de sentido. Na tensão entre os significados (léxico) e os sentidos (semântico), produzida nas condições concretas do discurso, é que se dá a evolução da língua, assim como das palavras e dos conceitos.

A busca de indícios de processos de elaboração das professoras, nos movimentos discursivos ocorridos no grupo, pode se apoiar em elementos do paradigma indiciário, conforme proposto por Ginzburg. Os movimentos discursivos, apesar de, neste estudo, registrados e materializados nas gravações em vídeo, não são transparentes, uma vez que se fundam nos significados e nos sentidos em construção pelos participantes, que por sua vez dependem da memória, da história de vida, dos papéis sociais que cada um ocupa. Estes últimos remetem às estruturas de poder, a partir das quais e até contra as quais os indivíduos se constituem, mas ao mesmo tempo conferindo-lhes outros sentidos.

Assim, cabe à análise desses movimentos discursivos a busca de indícios que permitam decifrar esta realidade manifesta nas falas, nos gestos e nos silêncios de cada um.

As escolhas de caráter teórico e metodológico aqui apresentadas, implicam, por um lado, uma análise histórica das atividades práticas no ensino de ciências,

feita no capítulo 2, e por outro lado, uma análise das condições de produção das práticas pedagógicas, através das interferências sobre o trabalho dos professores, feita no capítulo 3.

2. As Práticas Experimentais no ensino de ciências: uma aproximação dos significados historicamente construídos

O uso de atividades práticas no ensino não é recente, percebendo-se porém grande variação no modo de fazê-lo nas diferentes tendências e movimentos dos últimos anos.

Embora presentes no ideário de professores e professoras sobre o que consideram um "bom ensino de ciências", fazendo parte da quase totalidade das propostas de ensino, ocupando espaço na mídia, comparecendo em boa parte dos cursos de capacitação docente em ciências, a experimentação freqüentemente não é utilizada nas aulas, em especial nos primeiros ciclos do ensino fundamental. Cabe então perguntar: se esse uso é tão valorizado, por que motivos não se concretiza?

A forte presença da técnica e da experimentação na produção do conhecimento científico provavelmente marca, por um processo de transferência imediata, o ensino escolar das ciências.

São muitos os exemplos que evidenciam não somente o quanto os currículos são construídos pela transposição de situações-problema e de proposições teóricas da ciência, mas também de como passam por transformações ou mediações didáticas (ALMEIDA e BARRETO FILHO, 2001), ao serem trazidas para o ensino.

Por outro lado, nas quatro primeiras séries do ensino fundamental, as atividades em ciências são utilizadas com várias finalidades, entre elas a de trazer o "concreto" para a sala de aula, a de ilustrar a matéria e a de tornar as aulas mais dinâmicas e interessantes aos alunos, sem maior destaque para a precisão nas medidas e para o controle rigoroso de variáveis, próprios da experimentação; assim, estarei, ao me referir a esse ensino, falando em atividades práticas e não na experimentação propriamente dita. Também ocorrem generalizações entre atividades de ciências e outras atividades de construção, sem a atenção necessária às diferenças de objetivos de umas e outras.

Considerando como aspecto essencial da vida cotidiana moderna o contato com objetos, situações materiais, relações diretas com a natureza e com produtos

tecnológicos, outras formas de mediação entram na composição do currículo escolar. Essas situações, trazidas tanto de forma deliberada quanto não-intencional para o currículo e para a sala de aula, provocam mediações que requerem aprofundamento, por se tratarem de fontes de conhecimento tanto escolar quanto cotidiano, que devem ser considerados na produção de sentidos no ambiente escolar.

Farei a seguir um breve relato de como as atividades práticas e experimentais estiveram presentes em propostas educacionais, em vários momentos da história.

Experimentação e Atividades Práticas

A história da educação contada por Mario Manacorda (2001) mostra que já passam trezentos anos desde que John Locke (1632-1704) apontou a necessidade do uso de atividades práticas pelos estudantes. O reconhecimento da importância das atividades práticas na educação das crianças também pode ser encontrado em Rousseau (1712-1778), Pestalozzi (1746-1827), Montessori (1870-1952), Dewey (1859-1952), e outros. As atividades práticas são vistas sob diferentes enfoques, ora tomadas como suportes sobre os quais a criança age e desenvolve conhecimentos, abstraíndo-os a partir dos casos singulares, ora tomadas como indutoras de conhecimentos existentes.

Muito antes disso, embora fazendo uma distinção entre a educação destinada às classes dominantes e a transmissão de habilidades manuais entre os artesãos, na antiga Grécia havia a preocupação da educação na formação para as funções hierarquicamente definidas, sendo amplamente utilizada a aprendizagem por imitação nas atividades práticas. Ainda segundo Manacorda, igualmente importantes são os comentários de Platão, nas *Leis*, fazendo referência à educação entre os egípcios:

Foram inventadas para as crianças pequeninas, no que se refere ao cálculo, noções aritméticas a serem aprendidas através do jogo e da diversão; subdivisão de maçãs e de coroas entre um número mais ou menos grande de alunos, dando a cada um sempre o mesmo número (...) Dessa forma as crianças crescem livres de certa ignorância, tão difundida

entre os homens, sobre coisas elementares, e que torna o homem ridículo e vergonhoso. (citado por MANACORDA, 2001, p.37)

Vê-se aqui valorizado o aprendizado a partir de situações práticas. Mesmo com a separação entre as atividades práticas (manuais, artesanais) realizadas por escravos e por artesãos e as atividades de administração, reservadas às classes dominantes, as atividades práticas são recomendadas e consideradas úteis, desde que dela não seja feito o uso para garantir o sustento. Como mostra Manacorda, as funções de ensino praticadas por artesãos, estrangeiros e prisioneiros, com fins a obter o sustento, são repudiadas pelas castas superiores.

Mais próximo de nós, no tempo, conta-nos Manacorda, que

... em 1660, após uma gestação de alguns anos, fundava-se a Royal Society ... seus fundadores eram doutos que ... reuniam-se para ouvir uma palestra apresentada por um deles e seguida por um intercâmbio de idéias. Justamente na primeira reunião se aventou a proposta de fundar um “Colégio para promover a instrução experimental físico-matemática”. Onze anos depois também Newton aderiu a esse movimento. (MANACORDA, 2001, p.225)

Também na pedagogia de Rousseau, expressa por sua obra *Emílio*, vemos a ação direta sobre os materiais valorizada em detrimento do aprendizado pelos livros.

O direito à felicidade, o direito à ignorância das coisas inadequadas à infância, a rejeição do método catequético, a exclusão dos estudos especulativos, a necessidade de ensinar não muitas coisas, mas coisas úteis, não as ciências, mas o gosto de cultivá-las; a condenação dos livros, “triste bagagem” da idade infantil, cujo abuso mata a ciência; a evocação constante da natureza como mestra de Emílio e do seu pedagogo; o adiamento dos estudos de história, de filosofia, de moral e o saber perder tempo são os principais aspectos que negam a educação tradicional. Entre os aspectos positivos merecem ser mencionados a redescoberta da educação dos sentidos, a valorização do jogo, do trabalho manual, do exercício físico e da higiene, a sugestão de usar não a memória, mas a experiência direta das coisas, e de não utilizar subsídios didáticos já prontos mas construí-los pessoalmente... (MANACORDA, 2001, p.243)

Percebe-se aqui a força com que se apresenta a *experiência direta das coisas*, em Rousseau.

Rabelais, em 1553, também colocava o estudo da obra dos artesãos entre os elementos indispensáveis a uma educação completa (ROSSI, 1989, p.24)

E ainda segundo Manacorda, na França, logo após a Revolução, o Comitê para a Instrução da Assembléia Legislativa, em reunião de avaliação de um projeto de Condorcet, em 1792, ressaltava a necessidade de a educação estabelecer entre os cidadãos “uma igualdade de fato”, dando à matemática e à ciência a mesma importância das línguas clássicas pelo humanismo. Afirmava o Comitê:

Que cem homens medíocres façam versos, cultivem a literatura e a língua, daí não resulta nada para ninguém; mas que vinte se divirtam fazendo experiências e observações, eles provavelmente acrescentarão alguma coisa à massa dos conhecimentos. (MANACORDA, 2001, p.251)

Também Pestalozzi salienta:

O vivo estímulo da curiosidade provoca tentativas que, se têm êxito positivo ou são encorajadas por outros, levam ao hábito de pensar. (...) Deve-se agir sobre a mente das crianças com elementos tirados da realidade e não com regras abstratas, e se deve ensinar mais com a ajuda de objetos do que de palavras. (citado por MANACORDA, 2001, p.264)

No entanto, não significa para Pestalozzi que a educação deva se transformar sempre em divertimento. Necessariamente deve haver um esforço por parte da criança para que esta alcance “um saber bem fundado” (ibidem, p.265).

Outro exemplo, mencionado por Manacorda, mostra:

Será, de fato, um pastor protestante e inspetor escolar finlandês, Uno Cygnaeus, seguidor de Froebel, a introduzir obrigatoriamente nas escolas do seu país (a exemplo de Tolstói na Rússia czarista) o trabalho manual na forma de *sloyd*, isto é, de trabalho doméstico-artesanal de madeira; é o trabalho preferido de Rousseau para o seu Emílio. Um discípulo de Cygnaeus, Salomão, nos anos 70 o introduzirá na Suécia e o difundirá no mundo: ele o justifica como uma necessidade mais do que como uma oportunidade educativa, isto é, como um “trabalho psicológico”, necessário para o desenvolvimento harmonioso da psique infantil. (MANACORDA, 2001, p.306)

E no que esse autor fala de Montessori, vemos desenvolvidos e aplicados à educação de crianças alguns critérios que incluem o uso de materiais a serem manipulados. Conforme descreve Manacorda:

Entre esses critérios, mencionamos o estudo da psicologia infantil e de cada criança em particular, o uso de um material educativo deduzido não de princípios místicos, como em Froebel, mas da observação científica do comportamento infantil, a liberdade deixada à criança de usar esse material para uma descoberta do mundo não-causal e, contudo, livre. O trabalho está bem presente na sua psicologia pedagógica, confirmando a unidade indissolúvel do binômio focalizado; ela de fato, escrevia: “Homens que têm mãos e não têm cabeça e homens que têm cabeça e não têm mãos igualmente não têm lugar na comunidade moderna”. (MANACORDA, 2001, p.307)

Ele também faz referência a Buyse, que, baseado em seu estudo sobre as escolas americanas, publicava, em 1908:

O ato físico precede o ato de pensar; as partes do ensino para nós mais abstratas são apresentadas sob formas materiais e concretas, e exigem, para serem assimiladas, tanto a habilidade das mãos como a vivacidade do pensamento; a geografia é uma manipulação; a literatura escolar é um trabalho de laboratório, associada intimamente ao desenho e à modelagem; a forma superior de ação, os trabalhos manuais, universalmente praticados nas escolas, são exercícios de resistência moral; todo o ensino conjuga o esforço físico e muscular com a assimilação das idéias. O ensino secundário, que estabelece a passagem da dependência intelectual e moral da infância para as convicções individuais do adulto, processa-se de acordo com a mesma idéia e acentua o sistema da instrução através da ação. (BUYSE, apud MANACORDA, 2001, p.309)

Outra referência de Manacorda é a Dewey, no qual vemos a importância dada à experiência direta com os materiais como princípio educativo e como facilitador do acesso aos conhecimentos produzidos pela ciência.

O que mais importa, pedagogicamente, é aquele contato ativo com uma grande quantidade de materiais que oferece o modo de atingir todos os recursos da ciência e, antes disso, chegar à compreensão da sociedade (MANACORDA, 2001, p.318)

No Brasil, já em 1932, com o Manifesto dos Pioneiros, que introduzem as propostas escolanovistas, são reforçadas a necessidade de maior liberdade dos alunos em sala de aula e a participação ativa, apontando para o uso das atividades práticas e da observação direta dos fenômenos em ciências, como condição para um bom ensino, necessário diante do processo de industrialização pelo qual passava o país.

Esses destaques ressaltam alguns dos aspectos positivos das atividades práticas, sem uma análise crítica do seu funcionamento nos processos de ensino e de aprendizagem ou das possibilidades de produção de sentidos cuja construção podem favorecer.

No meu modo de ver, as atividades práticas de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental podem desempenhar múltiplos papéis, desde a fruição possível, a partir da manipulação e da obtenção de efeitos materiais sobre os objetos, até a discussão sobre os fenômenos presentes em cada atividade, passando pela constatação de situações e objetos semelhantes em nosso dia a dia e pela ampliação das possibilidades de representação do ambiente e de integração com outras disciplinas.

Essas várias dimensões presentes nas atividades práticas para as séries iniciais geralmente aparecem juntas, sendo desnecessário ou até impossível separá-las, nesse nível da escolaridade.

As atividades, segundo a proposta aqui apresentada, tanto para professores quanto para alunos, podem ser utilizadas como ponto de partida para o tratamento de um tema ou um conjunto de fenômenos. Elas podem fazer emergir as explicações que crianças e adultos já possuem sobre os fenômenos em questão, explicações essas de fundamental importância para a compreensão do pensamento do aprendiz e para a superação das mesmas, quando necessário. As atividades práticas constituem instância problematizadora e porta de entrada para o tratamento dos vários temas que compõem o currículo de ciências, integrando-se a outras dimensões do desenvolvimento humano.

2.1. Debate atual sobre as atividades práticas no ensino

A partir de sondagens realizadas entre professoras polivalentes, verifiquei uma avaliação positiva das atividades práticas no ensino de ciências. E entre as justificativas dadas para essa avaliação, pude notar que, na opinião das professoras entrevistadas, as atividades servem para:

a) ilustrar a matéria; b) fazer com que os alunos vejam a teoria acontecendo; c) despertar a curiosidade dos alunos; d) divertir, quebrando a monotonia da aula expositiva. (RABONI, 2000)

Além desses dados coletados junto a professoras, verificam-se as mesmas características em pesquisas de outros autores. Por exemplo, Carvalho et al (1998), descrevendo o uso de atividades do conhecimento físico com professores e alunos, afirmam:

Elas foram agradáveis e conseqüentes em termos de ensino de Ciências para os alunos. O que mais nos chamou a atenção, juntamente com o trabalho produzido pelos alunos, foi o clima de alegria das aulas. (CARVALHO et al, 1998, p.8)

Por outro lado, em sua investigação sobre interferências no trabalho da professora de primeira a quarta série, Martins (1994) destaca:

Embora não tenham sido citadas como interferentes, as propostas de realização de experimentos em ciências apareceram incorporadas ao ideário dessas professoras. (...) Por motivos que podem diferir dos contidos nas propostas oficiais, todas as professoras que se manifestaram sobre o ensino de ciências consideraram importante a realização de experimentos no primeiro grau. (MARTINS, 1994, p.143)

Nos *Parâmetros Curriculares Nacionais*, a proposta governamental mais recente no Brasil, e a primeira com abrangência nacional, pode-se ler:

Os desafios para experimentar ampliam-se quando se solicita aos alunos que construam o experimento. As exigências quanto à atuação do professor, nesse caso, são maiores que nas situações precedentes: discute com os alunos a definição do problema, conversa com a classe sobre materiais necessários e como atuar para testar as suposições levantadas, os modos de coletar e relacionar os resultados. (BRASIL, 1997, p.123)

O uso de atividades práticas surge em propostas e projetos, freqüentemente como alternativa a metodologias tradicionais, e a revisão das reformas em ensino de ciências mostra que todas as propostas incorporam, de uma forma ou de outra, o uso do laboratório. Portanto, caberia inclusive perguntar: será que existe alguma coisa mais tradicional no ensino de ciências do que a proposta de uso de atividades práticas?

No âmbito das pesquisas, conforme apontam alguns autores, há carência de estudos sobre as atividades práticas e o laboratório nas séries iniciais do ensino fundamental.

Como afirmam Barberá e Valdés:

Em geral, se tem prestado muito pouca atenção ao trabalho prático que se realiza na escola primária, apesar do reconhecimento de que esse enfoque de mãos-à-obra é absolutamente imprescindível para uma aprendizagem significativa nesse nível educativo. (BARBERÁ e VALDÉS, 1996, p.373, tradução minha)

A partir do levantamento em mais de cem trabalhos de pesquisa que tratam do uso de laboratório e de atividades práticas no ensino, em todos os níveis, Barberá e Valdés (1996) destacam quatro motivos que podem justificar esse uso, e que representam objetivos educativos específicos do mesmo. Segundo esses autores, que também apontam aspectos muito positivos, as atividades práticas:

- ? Proporcionam experiência direta com os fenômenos, fazendo com que os estudantes aumentem seu conhecimento tácito e sua confiança em relação aos eventos naturais.

Embora em parte essa possa ser uma justificativa, precisaríamos levar em conta que a ciência não se refere apenas a eventos “naturais”, mas em grande parte produz seus próprios objetos de conhecimento, e que, mesmo quando os experimentos remetem para fenômenos da natureza, estes são selecionados para estudo entre muitos outros possíveis de serem analisados.

Outros aspectos apontados pelos autores, como justificativa para a realização de atividades práticas, são que elas:

- ? Permitem contrastar a abstração científica já estabelecida com a realidade que esta pretende descrever – habitualmente muito mais rica e complexa – , enfatizando-se assim a condição problemática do processo de construção de conhecimentos e fazendo com que aflorem alguns dos obstáculos epistemológicos que foi necessário superar na história da ciência e que, uma vez substituídos, freqüentemente são omitidos na exposição escolar do conhecimento científico atual.
- ? Produzem a familiarização dos estudantes com importantes elementos de caráter tecnológico, desenvolvendo sua competência técnica.
- ? Desenvolvem o raciocínio prático no sentido de um comportamento inerentemente social e interpretativo próprio da condição humana e necessário para a *práxis*, um tipo de atividade na qual o desenvolvimento progressivo do entendimento dos objetivos que se persegue emerge durante o exercício da própria atividade.

Ao valorizarem tanto a experimentação, aparentemente Barberá e Valdés supõem uma experimentação de certa natureza, funcionando segundo princípios que essas justificativas subentendem.

O mesmo ocorre com as propostas oficiais. Nelas parece haver um consenso quanto à necessidade das atividades práticas, inclusive no início da escolarização.

Mas, em cada uma transparecem concepções diferentes quanto ao funcionamento da experimentação. Tomando por exemplo a *Proposta Curricular para o ensino de ciências e programas de saúde – 1º grau*, do Estado de São Paulo, pode-se ler:

No Ciclo Básico, considerando-se que o aluno tem dificuldade em trabalhar com os conhecimentos abstratos, é recomendável colocá-lo em contato direto com os objetos, seres e fenômenos a serem estudados, preferencialmente nos locais onde normalmente acontecem.

Uma vez esgotadas as possibilidades de exploração direta do meio, pode-se dar continuidade aos assuntos em estudo, recorrendo-se a experimentos simples que visam a desenvolver no aluno certas habilidades, tais como as de observar, manipular materiais, levantar alguns problemas ou reconhecer as causas de alguns fenômenos e suas interações.

Ressalte-se que, nessas séries (3ª, 4ª e 5ª), a realização de experimentos deve ser utilizada para desenvolver, além das habilidades já citadas para o Ciclo Básico, as de coletar dados, mensurar, controlar algumas variáveis e propor novos problemas. (SÃO PAULO, 1989, p.25)

Nos *Parâmetros Curriculares Nacionais*, que provavelmente estão entre os documentos mais discutidos nas escolas, hoje, no seu volume de Ciências Naturais para o primeiro e segundo ciclos do Ensino Fundamental, as atividades práticas ou experimentais são também muito valorizadas.

As noções escolhidas nortearão o professor na elaboração de problematização às propostas de observação, experimentação e outras estratégias para a busca de informações. (BRASIL, 1997, p.78)

Nos dois textos, há uma ênfase na experimentação como fonte de informações e como instrumento para a problematização de situações.

Os *Parâmetros* apresentam pelo menos três formas de realização de experimentos. Na primeira, o professor, fazendo uso de um protocolo, demonstra um fenômeno diante dos alunos, que o acompanham. Na segunda, os próprios alunos realizam o experimento, a partir de um protocolo. Na terceira, pede-se aos alunos que construam o experimento. Em cada uma das formas sugeridas, há a participação dos alunos. Diferentemente da segunda e da terceira, na primeira forma a participação sugerida se dá através de previsões sobre o resultado do experimento.

Semelhante aos *Parâmetros*, temos, num recurso produzido nos anos 80, o *Laboratório Básico Polivalente de Ciências para o 1º Grau* (FUNBEC, 1987), elaborado pela FUNBEC – Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências – , a tendência, naquele momento, da incorporação, sob nova ótica, do uso do laboratório no ensino de ciências, apontando a “inexistência de equipamentos, o número excessivo de alunos em cada classe e a falta de tempo para a preparação das aulas práticas” (p.7) como as maiores dificuldades enfrentadas pelo professor de ciências. Planejado para o desenvolvimento das aulas com o uso de materiais simples e contendo todas as instruções necessárias ao professor, o *Laboratório* pretendia dar apoio ao professor nessas duas deficiências/dificuldades. E, nela, o laboratório é apontado como elemento essencial para as aulas de ciências, ao lado de bons livros e da boa formação do professor.

Mesmo nos casos mais comuns, em que o professor faz uma demonstração que é acompanhada pelos alunos, a sugestão feita pelos *Parâmetros* é que os alunos sejam incentivados a participar, fazendo previsões. Essa abordagem difere, por exemplo, do uso da experimentação para confirmação de uma teoria ou explicação que é dada a priori, pelo livro ou pelo professor, como apontado no documento.

Freqüentemente, o experimento é trabalhado como uma atividade em que o professor, acompanhando um protocolo ou guia de experimento, procede à demonstração de um fenômeno; por exemplo, demonstra que a mistura de vinagre e bicarbonato de sódio produz uma reação química, verificada pelo surgimento de gás. Nesse caso, considera-se que o professor realize uma demonstração para sua classe, e a participação dos alunos resida em observar e acompanhar os resultados.

Mesmo nas demonstrações, a participação dos alunos pode ser ampliada, desde que o professor solicite a eles que apresentem expectativas de resultados, expliquem os resultados obtidos e compare-os ao esperado. (BRASIL, 1997, p.35)

Um outro modo de funcionamento apontado nos *Parâmetros* é o das atividades comparecendo aliadas a outras formas de obter dados, a fim de problematizá-los. A observação seguida de registro e apresentação é recomendada.

Os registros de atividades práticas de observação e experimentação podem ser sistematizados em relatórios que contenham a descrição das etapas

básicas: materiais utilizados, procedimentos e dados obtidos. (BRASIL, 1997, p.57)

Buscar e coletar informações por meio da observação direta e indireta, da experimentação, de entrevistas e visitas, conforme requer o assunto em estudo e sob orientação do professor. (idem, p.58)

Carvalho et al. (1998) também propõem que já nas séries iniciais os alunos realizem atividades práticas. A proposta desses autores supõe que os estudantes tomem contato com os objetos, ajam sobre eles na busca de soluções para um problema, sendo que, através da manipulação dos materiais, os alunos tomarão consciência de suas ações e das variáveis envolvidas na situação.

Segundo os autores,

a principal função das experiências é, com a ajuda do professor e a partir das hipóteses e conhecimentos anteriores, ampliar o conhecimento do aluno sobre os fenômenos naturais e fazer com que ele as relacione com sua maneira de ver o mundo. (CARVALHO et al, 1998, p.20)

Cabe lembrar que, conforme os próprios autores afirmam, não basta o uso das atividades para que o aproveitamento da aula seja bom. Na pesquisa que realizaram, havia um conjunto de princípios que fundamentavam esse uso, fazendo com que ocorresse de maneira integrada às discussões teóricas, auxiliando na problematização das situações, sendo referência na elaboração pelos alunos de modelos explicativos. É necessário insistir na questão pois, historicamente, as atividades têm sido utilizadas, constituindo talvez no elemento mais convencional do ensino de ciências e, mesmo assim, os resultados a que chegamos são pouco animadores.

A constatação empírica de que as atividades práticas, quando usadas, apresentam resultados positivos, atraindo a atenção das crianças e possibilitando seu aproveitamento para outras dimensões do ensino, indicam, mais do que soluções para problemas do ensino de ciências, a necessidade de compreender melhor a presença dessas atividades no ideário pedagógico do professor, bem como nas propostas oficiais e nos materiais instrucionais.

Gostaria inclusive de lembrar o aspecto lúdico, de criação, de manipulação, do ver funcionar, presentes nas atividades. Isso se torna relevante quando é considerado o ensino para crianças das séries iniciais.

Em levantamentos junto a estudantes e professores sobre o uso de atividades práticas e de laboratório, pude notar diferenças marcantes nas opiniões sobre as funções que essas atividades devem desempenhar. Para os professores, as atividades práticas têm a função de desenvolver destrezas de manipulação, de ajudar na compreensão dos princípios teóricos e de permitir posterior descobrimento dos princípios a partir da organização dos dados e fatos, sendo aparentemente forte o apelo empírico-positivista, segundo o qual, o conhecimento é produto direto das relações materiais entre sujeito e objeto. Sobre este, escreve Lopes:

Segundo concepções empírico-positivistas, o conhecimento advém da experiência: há um real dado em que a razão deve se apoiar. O real é um todo único, composto de fatos, fenômenos que se apresentam ao experimentador e que pressupõem, portanto, uma única razão capaz de dar conta dessa multiplicidade desconexa. (LOPES, 1999, p.38)

Para os alunos, segundo alguns autores e segundo algumas constatações minhas, as atividades práticas têm o objetivo de aumentar o interesse pelas aulas e de proporcionar o contato com a realidade dos fenômenos naturais (KERR, apud BARBERÁ e VALDÉS, 1996).

O uso de atividades práticas surge como alternativa a metodologias tradicionais, mas a revisão das reformas em ensino nessa área mostra que todas as propostas incorporam, de uma forma ou de outra, o uso do laboratório. A inovação, portanto, não estaria no uso das atividades, mas no seu funcionamento, no modo como elas são consideradas em cada proposta, embora essas diferenças não sejam explicitadas.

Em alguns guias ou materiais de apoio ao ensino, as atividades são apresentadas como complemento dos assuntos tratados. Por exemplo, nos *Subsídios para a implementação do Guia Curricular de Ciências 1º Grau – 1ª a 4ª Séries* (SÃO PAULO, 1982), são sugeridas mais de setenta atividades, cobrindo quase a totalidade dos temas. Em sua *Apresentação*, enfatiza-se:

As atividades, em geral, não têm o intuito de transmitir conhecimentos prontos de fatos e fenômenos. Partimos do princípio de que é mais importante desenvolver nas crianças a habilidade de organização mental a partir da observação, da imaginação e da relação lúdica com os companheiros. (SÃO PAULO, 1982, Apresentação)

Mesmo não tendo um caráter conclusivo, essa ênfase expõe algumas peculiaridades das atividades práticas nas séries iniciais. A aparente simplificação das atividades, para que sejam utilizadas com crianças de sete a dez anos, esconde uma grande dificuldade que é trabalhar com a complexidade da produção do conhecimento científico e suas relações com os demais conhecimentos, sem que as crianças sejam induzidas a desenvolverem uma concepção equivocada desse conhecimento, que marcará por muito tempo suas relações com a ciência e com a aprendizagem de conhecimentos científicos. Na simplicidade com que são tratadas as atividades de ciências e com que são feitas a seleção e organização curricular para as séries iniciais, podem-se esconder algumas das grandes dificuldades conceituais e de concepção de ciência percebidas nas séries seguintes.

É necessário dizer que, mais do que o aprendizado de conteúdos ou as dificuldades de aprendizado oriundas desse ou daquele tipo de proposta ou metodologia, o uso das atividades tem reforçado a idéia da ciência como meramente indutivista. Segundo esse modelo, a partir de uma atitude contemplativa dos fenômenos seria possível chegar ao conhecimento sobre eles. As atividades práticas na formação de professores devem ocorrer também na dimensão da construção das concepções sobre ciências (e talvez principalmente nessa dimensão) e não só no aprendizado de conceitos.

As discussões sobre os papéis desempenhados pela experimentação e pelas atividades práticas no ensino de ciências têm acompanhado as discussões teóricas e metodológicas sobre o próprio ensino. Cabe destacar que o campo em que ocorrem essas discussões é o acadêmico, ficando os professores e as escolas à margem, acessando apenas fragmentos e releituras feitas por especialistas, pela via dos materiais instrucionais, dos guias oficiais e de cursos.

Questões éticas sobre o poder e os limites da ciência, bem como a da inversão de papéis entre tecnologia e conhecimento se aprofundam, implicando mudanças nos modos de ver o ensino, sob o ponto de vista dos objetivos e também da organização

curricular. Parte significativa das discussões em torno das concepções de ensino de ciências diz respeito ao papel (ou papéis) que a experimentação deve desempenhar. Conforme aponta Amaral (1997), entre os modelos clássicos de ensino de ciências, o papel pedagógico da experimentação pode ser visto de três formas: 1. No ensino tradicional, a experiência tem como objetivo principal a verificação da teoria. Geralmente realizada pelo professor, a experimentação segue os mesmos moldes da exposição do conhecimento teórico. Aprendendo por imitação e tendo na experimentação a comprovação da teoria, o aluno não tem espaço para manifestação de seus conhecimentos, que, por sua vez, devem ser substituídos arbitrariamente pelos conhecimentos científicos. Não há a preocupação de realizar a experiência com caráter investigativo, e também estão ausentes os fenômenos da forma como ocorrem na natureza, reforçando a idéia de que a ciência é produzida nos laboratórios. 2. No ensino pela redescoberta, está presente a forma indutivista de ver o experimento. A partir de sua realização seguindo roteiros pré-definidos, por indução, o aluno chegaria ao conhecimento científico através de um processo equivalente ao método científico, porém linear. A idéia de que a experiência que produz resultados diferentes da previsão teórica “não deu certo” fica marcada, bem como a de que a experimentação leva a conhecimentos únicos e verdadeiros. 3. No ensino pela descoberta, alguns dos problemas dos modelos anteriores são resolvidos, na medida em que nesse modelo a atuação do aluno sobre o experimento tem um caráter investigativo, e as respostas obtidas são provisórias e suas limitações quanto às diferenças entre o fenômeno controlado em laboratório e o fenômeno em sua manifestação natural são consideradas. Está presente, portanto, o estudo ambiental, do qual a atividade controlada é apenas uma aproximação. No entanto, permanece a idéia de formação do “cientista mirim” através da equivocada intenção de reproduzir o ambiente de pesquisa. Com isso, são deixadas de lado outras dimensões do ensino de ciências, na formação do indivíduo.

Levando-se em conta novas exigências para o ensino de ciências, entre as quais Amaral (1997) destaca

a interdisciplinaridade; a postura de desmistificação da ciência moderna; o respeito às características do pensamento do aluno e às suas concepções prévias; o oferecimento de condições para que o aluno elabore seu próprio conhecimento; a adoção de critérios baseados na relevância não só

científica, mas também, social e cultural, na seleção e na exploração dos conteúdos programáticos; flexibilidade curricular; educação ambiental. (AMARAL, 1997, p.13)

esse autor sintetiza dois grandes objetivos para esse ensino: revelar plenamente o ambiente e desvelar sinceramente a ciência (ibidem).

Sob esse enfoque, o uso da experimentação no ensino deverá passar por uma profunda revisão, não sendo descartado nem sendo tomado como a principal estratégia metodológica. Estabelecidos seus limites e possibilidades, ajudaria a determinar os limites do conhecimento científico e suas relações com outros conhecimentos, facilitaria a emergência dos conhecimentos prévios dos alunos em contraste com o conhecimento científico e com os resultados experimentais, e seria uma extensão dos fenômenos na forma como se apresentam no ambiente.

É preciso também marcar algumas diferenças entre o uso das atividades práticas e experiências no ensino de ciências, a presença das técnicas e das experiências no desenvolvimento das ciências e a presença das técnicas no cotidiano das pessoas.

O estabelecimento das diferenças é necessário, em função das diferenças de conhecimento que cada uso envolve. Essas diferenças, no contexto do ensino de ciências nas escolas, implicam posicionamentos sobre o valor que as atividades práticas têm ou podem ter, e das várias conotações sobre esse uso presentes no ideário de professores e professoras, provenientes em grande parte das mudanças pelas quais passou a compreensão dos papéis do experimento no ensino.

Não há coincidência entre conhecimento cotidiano, conhecimento científico e conhecimento escolar. Da mesma forma, a experimentação ou a prática em cada uma dessas esferas desempenha funções diferentes entre si, e com variações ao longo do tempo. Enquanto a prática cotidiana impõe uma relação pragmática com os objetos, na qual se busca principalmente a funcionalidade, sem a necessária compreensão dos fundamentos da construção e/ou do uso dos objetos, a prática e o experimento na ciência cumprem um papel bastante distinto, fazendo parte da produção do conhecimento e sendo um de seus principais produtos, materializados na tecnologia que, de maneira crescente, ocupa os locais de trabalho e de lazer. Os experimentos e as atividades práticas no ensino de ciências são

reflexos da presença da experimentação na produção do conhecimento científico, porém, modificados no processo de *mediação didática* (ALMEIDA e BARRETO FILHO, 2001), que também pode ser compreendido como uma transição de gêneros primários para gêneros secundários do discurso, conforme a concepção de Bakhtin.

As diferentes concepções sobre o papel das atividades práticas e da experimentação estão profundamente ligadas às diferentes concepções de ensino de ciências e da própria construção da ciência. A falta de clareza quanto a essas diferenças pode conduzir, em sala de aula, ao desenvolvimento pelos alunos de concepções equivocadas e de estereótipos do cientista e da ciência, que só tendem a dificultar o acesso ao conhecimento científico pela população, mantendo-a à margem deste e do poder a ele associado.

Conforme aponta Amaral (1997), relativamente aos textos didáticos, mais grave que os erros conceituais presentes nesses materiais (que não são poucos) é a forma distorcida como apresentam o cientista, a ciência e a produção do conhecimento científico. Essas concepções errôneas são mais difíceis de atacar que os próprios erros conceituais. Embora estes sejam também de difícil superação, experiências educacionais como as de Carvalho et al (1998) têm apontado caminhos férteis para essa superação, enquanto que as concepções mais gerais, além de serem mais difíceis de combater, influenciam de maneira mais nociva a visão política e ideológica da realidade mais ampla. Em termos concretos, é mais nocivo considerar, por exemplo, que a ciência é produzida por gênios que fazem uso de métodos infalíveis do que considerar que as estações do ano ocorrem porque a Terra se aproxima e se afasta do Sol.

Exemplificando como as concepções de ciências e de ensino estão interligadas e de como permeiam as práticas cotidianas em sala de aula, cito um caso descrito por Porlán e Rivero (1998)

... um professor de ciências ... propunha atividades a seus alunos, dando-lhes uma única instrução: observar. (...) a concepção de aprendizagem que subjaz a essa proposta é coerente com a idéia de que *os fatos e os dados da atividade transmitem por si mesmos sua carga cognitiva aos alunos.* (PORLÁN e RIVERO, 1998, p.30)

Admito aqui, a priori, a importância das atividades práticas no ensino fundamental, em razão das freqüentes solicitações que os professores fazem de maior número delas, englobando todos os temas a serem ensinados, além das razões já apresentadas quanto aos aspectos lúdico, criativo, e de construção, presentes nas atividades. No entanto, o funcionamento das atividades nos processos de ensino e de aprendizagem ainda precisa de maior fundamentação. Muitos estudos foram realizados com o objetivo de entender o papel da experimentação no ensino e para propor novas formas de utilização. Porém, como já foi dito, há uma grande lacuna relativa às primeiras séries. Lacuna de igual proporção existe nas pesquisas sobre o uso de atividades práticas na formação de professores para as séries iniciais, cujo parcial preenchimento está entre os objetivos desta pesquisa.

Neste trabalho, tentei abordar o uso das atividades práticas, apreendendo-lhe os sentidos para as professoras, buscando também suas potencialidades formativas em vários níveis: de conceitos científicos, de habilidades práticas, de aprofundamento epistemológico, importantes de serem discutidos desde as primeiras séries, a partir das quais são marcadas formas de relacionamento com o conhecimento científico, que nem sempre levam a considerá-lo em todas as suas dimensões.

As atividades são solicitadas pelas professoras, pois fazem parte do seu ideário sobre o bom ensino de ciências. Aproveitando essa demanda, busquei junto às professoras no trabalho com o grupo compreender alguns dos processos de elaboração suscitados pelas mediações e das atividades, a fim de buscar condições favoráveis de interferência para desencadear discussões que envolvam o maior número possível de dimensões do trabalho docente e do ensino de ciências naturais.

Algumas das questões aqui levantadas sobre o conhecimento em ciências, o uso de atividades práticas e as relações de poder inerentes ao conhecimento serão discutidas com maior profundidade no capítulo 4, onde apresento os dados da pesquisa e suas análises.

3. As condições de produção da atividade prática na formação docente

Conforme aponta Nóvoa (1992), a partir dos anos 90 o professor passa a ocupar lugar de destaque nas pesquisas em educação, pois sem ele revela-se impossível a compreensão da sala de aula e do ensino, e mesmo a existência do próprio ensino. A ilusão da possibilidade de estruturar atividades escolares “a prova de professor”, como chegou a ser cogitado, principalmente com a utilização de novas tecnologias e novas formas de gerenciamento, caiu por terra, da mesma forma como caiu por terra o sonho do empresário da “fábrica sem operários”.

No entanto, essa presença já podia ser sentida nos questionamentos de pesquisadores no final dos anos 80. Nas palavras de Krasilchik, já se anunciava essa preocupação.

...a dosagem do conteúdo, a organização do mesmo em seqüência para apresentação nas aulas e a integração com as outras partes do programa e com as outras disciplinas ficam, em instância final, a cargo do professor. (KRASILCHIK, 1987, p.3)

A participação dos professores, mais do que como observadores ou acompanhantes de um processo determinado por outros, tem adquirido destaque no campo da formação de professores reflexivos, tendo como propositores autores como Elliott (1998), Zeichner (1993), Fiorentini (1998), Schnetzler (1998a e 1998b).

Essas pesquisas têm características que podem auxiliar na superação de dificuldades atualmente encontradas nas interações com professores polivalentes, no que diz respeito à formação para o ensino de ciências.

Por outro lado, consideradas as carências relativamente ao domínio dos conteúdos por esses professores, grande parte das propostas com raízes na racionalidade técnica têm se restringido ao reforço dos conteúdos com variações de estrutura, seleção de materiais e de técnicas, enfatizando um ou outro aspecto. Entretanto, não envolvem o

professor de maneira a favorecer uma mudança de perspectiva, dando conta da complexidade do trabalho docente.

Sobre os desencontros entre pesquisa e ensino, aponta Schnetzler (1998b):

Apesar do rápido desenvolvimento da pesquisa sobre Educação em Ciências nestes últimos 40 anos, e de suas potenciais contribuições para melhoria da sala de aula, elas não têm chegado aos professores e professoras que, de fato, fazem acontecer a educação científica em nossas escolas. Constata-se que a pesquisa educacional tem sido desenvolvida sem a participação daqueles atores. Porque estes, então, se sentiriam compromissados com sua adoção? (SCHNETZLER, 1998b, p.386)

Dessa mesma perspectiva se posiciona Goodson (1992). Esse autor argumenta que, nas pesquisas em ensino, a história de vida de professores traz vantagens para a pesquisa que pretende compreender os processos nos quais estão estrategicamente envolvidos os professores. A defesa de Goodson da necessidade de se ouvir o que têm a dizer os professores e professoras fica clara, quando ele afirma que,

... particularmente no mundo do desenvolvimento dos professores, o ingrediente principal que vem faltando é a *voz do professor*. Em primeiro lugar, tem-se dado ênfase à prática docente do professor, quase se podendo dizer ao professor enquanto “prático”. Necessita agora de escutar acima de tudo a pessoa a quem se destina o “desenvolvimento”. Isso significa que as estratégias a estabelecer devem facilitar, maximizar e, em sentido real, surpreender a voz do professor. (GOODSON, 1992, p.69)

Essa fala de Goodson é coincidente com um estudo de Martins (1994), ao qual farei referência a seguir.

O trabalho de Martins (1994), um estudo de caso, procura ouvir professoras do ensino fundamental, trazendo à discussão sua voz a respeito de interferências no seu trabalho. Nessa pesquisa, a autora mostra opiniões de professoras aposentadas sobre as várias interferências pelas quais haviam passado e opiniões de professoras em exercício.

Ao dar voz a vinte e cinco professoras, vinte e duas em exercício e três aposentadas, de uma cidade do interior do Estado de São Paulo, para que opinassem sobre interferências no seu trabalho, a autora destaca inúmeros fatores segundo a ótica das professoras que entrevistou. No que se refere a atitudes dos alunos, ela registra fatores “externos” à escola, fatores decorrentes da situação familiar, normas de controle da disciplina e influências do pensamento escolanovista. Com relação aos pais dos alunos, o registro fala em interferências na autonomia docente e diz que, enquanto algumas professoras consideram as atitudes dos pais o maior problema de interferência na escola, outras se queixam de sua falta de interesse nas ocorrências escolares dos filhos.

A recuperação dos alunos, a promoção automática no ciclo básico, são também fatores apontados pelas professoras, que se referem a formas de pressão sobre o professor, apontando tanto fatores positivos quanto negativos da promoção generalizada.

Em suas falas, as professoras também se referem à desvalorização da escola e do professor, não apenas pelos baixos salários do magistério, mas por fatores como mudanças nos valores familiares.

Focalizando a implantação de novas propostas de ensino, a autora ressalta, da voz das professoras entrevistadas, várias interferências de órgãos governamentais, desde os anos 70, e diz:

Os depoimentos das professoras evidenciaram situações de divergência entre a percepção do professor e a percepção daqueles que acompanham o desenrolar do processo educacional fora da sala de aula. (MARTINS, 1994, p.114)

E afirma ter sido enfatizado pelas professoras que a implantação de novas propostas não garante modificações na prática docente e podem inclusive gerar insegurança.

A esse respeito, destaco a seguir as falas de três professoras registradas por Martins.

Em tudo está havendo modificação. Não só a proposta. A nível de Estado. O Brasil é um caos. Quando uma coisa parece estar dando certo e muda o

governo, muda tudo de novo. Já estava insegura pensando que ia mudar a proposta. Não existe uma seqüência. Muda quando muda o governo, independentemente de estar dando certo ou não. (3^a / 4^a série – 17 anos de magistério)

Por causa de muitas mudanças, o professor não está seguro. (...) A insegurança está em saber, por exemplo, se o que estou fazendo está certo ou não. (CB II – 21 anos de magistério)

Hoje os vícios de linguagem são considerados certos. Para mim ainda é complicado isso aí. Não consegui assimilar isso. (...) Pelo menos é o que foi passado nas palestras, para mim. Talvez eu tenha entendido errado, não sei. (CB I/CB II – 2 anos de magistério) (MARTINS, 1994, p.111)

Por outro lado, dentre as professoras entrevistadas por Martins, a autora afirma que algumas enfatizaram a predisposição do professor como condição à ocorrência de mudanças na prática pedagógica.

Nesse estudo de Martins, segundo a autora, como as entrevistas permitiram às professoras manifestações espontâneas sobre interferências no seu trabalho, todos os fatores por elas citados foram considerados significativos, mesmo quando mencionados por uma única professora; daí o trabalho incluir desde fatores tão variados como interferências de órgãos governamentais, atitudes dos pais, classes numerosas, referências a material instrucional, ambiente físico da escola e atividades extra-classe.

Mas o estudo havia sido iniciado com a preocupação de focar o trabalho nas ciências, e a autora dedica um espaço considerável à análise das vozes das professoras no que se refere a esse ensino, e afirma:

Embora não tenham sido citadas como interferentes, as propostas de realização de experimentos em ciências aparecem incorporadas ao ideário dessas professoras. (MARTINS, 1994, p.143)

Também declara:

Outro fator a ser destacado é que tanto as aposentadas como as professoras em exercício, consideram os experimentos e as excursões atividades inovadoras, apesar de as mesmas serem sugeridas como recursos auxiliares no ensino de ciências, pelo menos desde a década de

40 nos livros didáticos e, provavelmente, também divulgadas nos seus cursos de formação. (ibidem, p.159)

Por outro lado, da fala do conjunto de professoras a autora deduz mudanças no material de apoio para o ensino de ciências.

Enquanto na época das aposentadas o livro didático aparecia como o instrumento básico e exclusivo na atividade docente, as professoras em exercício afirmaram ter diversificado seu material de apoio – fitas de vídeo, revistas, jornais – passando a veicular em sala de aula informações mais atualizadas, mais motivadoras e assumindo procedimentos diversos dos que provavelmente assumiriam com o apoio único no livro didático. (ibidem, p.159)

Tendo destacado o ponto de vista das professoras de primeira a quarta séries, em suas considerações finais a autora chama a atenção para o fato de que, quando se fala de mudanças,

(...) nem todos, necessariamente, estão falando do mesmo tipo de mudanças, nem vendo igualmente as mesmas interferências que podem ocorrer no trabalho docente. (ibidem, p.160)

Martins igualmente adverte:

Como nos processos de intervenção geralmente se realiza um trabalho “para” e “sobre” o professor e não “com” o professor, é compreensível que ele se sinta excluído, porque não discutiu, não opinou, não escolheu, não participou da formulação das diretrizes, da elaboração dos projetos, e talvez não tenha motivos suficientes para concordar com as soluções propostas, nem para sentir-se comprometido com os procedimentos sugeridos. (ibidem, p.161)

E concluindo, com relação às intervenções no ensino, ela lembra que

(...) medidas isoladas têm resultados limitados, considerando-se o volume e diversidade de fatores que interferem e condicionam a prática docente. Por outro lado, resultados de estudos sobre processos concretos – apesar de fornecerem indicadores úteis à compreensão e encaminhamentos dos mesmos – serão sempre limitados, parciais e provisórios, pois a realidade

é sempre mais dinâmica e complexa que o conhecimento que construímos dela. (ibidem, p.170)

Do que se disse até aqui, fica cada vez mais evidente a impossibilidade de promover mudanças significativas ou mesmo pequenas modificações, na escola, no ensino, sem levar em conta a voz e a vontade dos professores.

Para a tarefa dinâmica e complexa da sala de aula, não cabem prescrições ou propostas definitivas, uma vez que são atravessadas por interesses de vários níveis e esferas e onde circula o conhecimento, também dinâmico e complexo.

A respeito da reconhecida complexidade dos processos de ensino e de aprendizagem, e conseqüentemente das pesquisas em educação, afirma Lüdke:

Ao reconhecer a mudança contínua nos contextos e nas situações de ensino, a complexidade do fenômeno educacional, a importância do significado a ele atribuídos pelo sujeitos nele envolvidos e outros aspectos relevantes, os pesquisadores educacionais foram se afastando das implicações ligadas tradicionalmente aos mencionados conceitos sobre o trabalho de pesquisa. As generalizações extraídas de constatações de pesquisa nunca passam de tentativas, sujeitas a constantes revisões. A validade só pode ter sentido dentro de determinado contexto e as relações de causa e efeito deixaram de ser perseguidas, já que implicam um reducionismo incompatível com a densidade do objeto de estudo da pesquisa em educação. (LÜDKE, 1998, p.26)

Porém, conforme Lüdke aponta, há um descompasso entre as pesquisas em educação e as necessidades levantadas pelos problemas vividos pelas escolas, professores e alunos, que não é justificado pela complexidade dos processos que envolvem. O destaque feito pela autora é a emergência com que se coloca a necessidade de o professor se envolver em pesquisas em educação (o professor da escola fundamental), não ficando claro, porém, as formas como isso deverá ocorrer.

Algumas pistas para a integração entre docência e pesquisa, entre professores e pesquisadores, são encontradas nos trabalhos de Elliott. Ele argumenta:

Assim, as atividades de pesquisa de especialistas acadêmicos na escola podem ser justificadas desde que estas sejam capazes de habilitar os professores e a tornarem-se parceiros ativos na geração e disseminação de

conhecimentos sobre como produzir convenientemente o currículo e as mudanças pedagógicas. (ELLIOTT, 1998, p.142)

Embora a trate do ponto de vista da matemática, a pergunta levantada por Goded (1999) me parece pertinente para a formação de professores também de ciências. Diz a autora, sobre o conhecimento do professor, que um aspecto fundamental ainda pouco investigado, é sua evolução.

Como elaboram seu conhecimento profissional os professores e futuros professores, vinculado a quais contextos, a quais situações, através de quais procedimentos, estratégias ou chaves. (GODED, 1999, p.124, tradução minha)

No que se refere aos conhecimentos científicos, estes são produzidos em certos contextos, são estruturados. A ciência na escola se diferencia da ciência como é produzida, mas, pensar ciências para o professor, não é pensar isoladamente, apenas os conceitos e suas relações entre si e com os objetos, em sua estrutura formal. E, além disso, o ensino requer que na sua origem estejam colocadas algumas questões, por exemplo: como ensinar isso? Que problemas podem ocorrer nos trabalhos em sala de aula, ao se propor essa ou aquela atividade? Como esse conteúdo se manifesta na realidade, no cotidiano?

No sentido de compreender o significado dessas questões, volto às interferências sobre o trabalho do professor, apontadas em alguns estudos.

A pesquisa de Fontana (2000c) traz a visão da pesquisadora (ex-professora polivalente) e de um grupo de professoras sobre as pesquisas em educação e seus efeitos na constituição da professora.

Fontana, utilizando a metáfora dos espelhos (que imagem temos de nós mesmas, que imagem nos é devolvida) fala das pesquisas em educação, em especial das que tratam da formação de professores, perguntando o que estas têm dito sobre o "ser" professora e o quanto esse dizer e propor tem influenciado o constituir-se professora.

Como é que o senhor, eu, os restantes próximos, somos no visível? ... Diante da produção científica recente sobre a atividade docente, também temos nos feito, como professores e professoras, essa indagação. Entre o

muito que tem sido dito e escrito sobre nós e o muito que se tem planejado e proposto a nós, têm-se revelado muitas faces de nossa atividade profissional. Faces nem sempre harmônicas. Faces nem sempre agradáveis de encarar. Faces em que, muitas vezes, não nos reconhecemos ... (FONTANA, 2000c, p.17)

Na leitura de Fontana, acompanhamos a trajetória de um grupo de professoras em busca de uma imagem menos distorcida de si mesmas, como professoras, vivendo os vários conflitos inerentes à profissão, na trama da vida.

Fontana traça um histórico do que foi dito sobre o "ser professora", a partir das pesquisas da década de 80, com as quais ocorre uma ruptura com os modelos vigentes, trazendo o professor para o centro das discussões. Os ícones que são apresentados a partir daquele momento vão delineando necessidades formativas, demandas, deficiências, virtudes e vícios, histórias de vida, vozes, imagens, de professores e professoras inseridos em contextos mais amplos de propostas de construção de uma escola mais adequada aos vários modelos econômicos, políticos e sociais, ora cedendo a pressões empresariais, adequando a formação às necessidades das empresas e do mundo do trabalho, ora aos anseios da sociedade por uma educação igualitária e democrática.

Não podemos nos esquecer de que, nesse período marcado por movimentos sociais pela democratização do país e por conquistas sociais após décadas de luta, vimos cair por terra um projeto de LDB com dez anos de discussão, substituído por uma Lei unilateralmente elaborada, que retira conquistas sociais, sobretudo do magistério, contrariando um discurso oficial de valorização da escola e do professor. Para citar dois casos, as mudanças nas regras da aposentadoria e o fim da estabilidade no emprego dão uma idéia de como oficialmente se pratica a valorização anunciada.

Nesse período foram feitas tentativas de construir tipos de professores e professoras. Fontana enumera alguns deles: professor progressista, professor liberal, professor conservador, professor técnico, professor reprodutor, professor conscientizador, professor bancário, professor tradicional, professor construtivista, que podemos afirmar, com Ianni (2000), tipos e mitos na educação, a partir de onde tentamos nos entender e nos posicionar. São tantos os ícones, tantos os tipos, e em meio às precárias condições de trabalho, os professores são vistos como quem está

.... oscilando entre a resistência à mudança e a adequação superficial aos modismos em voga. (FONTANA, 2000c, p.25)

A imagem que o professor constrói de si mesmo está condicionada pela imagem que constroem dele, e as pesquisas, a mídia, os comentários de corredor, as interferências de coordenadores e diretores, o resultado no concurso, podem fazer com que o professor internalize a idéia de que não tem competência para desenvolver o trabalho que dele se espera, e esse trabalho tem sido tomado como “aplicação de técnicas desenvolvidas e disponíveis para serem utilizadas”, idéia que se ancora na racionalidade técnica. A complexidade do trabalho pedagógico, apesar de largamente discutida, ainda não predomina no ideário do professor. A partir da internalização dessa verdade, que não pode ser descoberta apenas pela vivência (ainda que seja sentida e experimentada), pois a consciência vem de fora, é um constructo social, é que o professor poderá construir a real dimensão do seu trabalho.

Na tensão entre o que dizem sobre o professor e seu trabalho e os conflitos vividos no ambiente escolar, bem como seus reflexos e internalizações, que por sua vez produzem os conflitos internos, o professor busca sua identidade.

Ao mesmo tempo em que tenta entender a própria prática em suas várias dimensões, tenta entender mais e melhor os conteúdos que deve ensinar aos alunos, buscando na primeira um suporte para a segunda. Nesse movimento, o professor se dá conta das dimensões de sua tarefa, e de como suas precárias condições de trabalho lhe retiram o instrumento essencial para exercê-lo: o estudo.

Fomos nos dando conta de como o cotidiano do trabalho com a criança na escola, o pensar sobre o fazer do dia a dia nos afastaram do hábito de estudo, de discussão e da leitura de textos densos; (FONTANA, 2000c, p.73)

A necessidade do estudo pelo professor, incorporando elementos de pesquisa voltados para a própria prática, é citada por Almeida e Souza (1996). Nesse trabalho, que tem como foco a trajetória da professora pesquisadora, proponente e executora da investigação, as autoras concluem, afirmando que

(...) talvez o principal papel destes estudos, quando são pesquisadas as próprias ações, seja o de promoverem a efetiva reflexão do professor sobre seu trabalho. (ALMEIDA e SOUZA, 1996, p.153)

Também em Guimarães (1999) é possível encontrar elementos para compreender o constituir-se professora e os vários sentidos atribuídos ao trabalho docente.

Trabalhando com narrativas de histórias de professoras, Guimarães buscou, por meio da interpretação, sentidos para o ser professor, constituir-se professor, presentes nas vozes que se manifestam. Temas *como necessidade que o professor tem de ser amado, as ilusões sobre a escola e o profissional da educação do passado, as dificuldades na relação escola-pais, a ambivalência do professor atual em relação aos objetos de cultura presentes na escola, as motivações que regem a escolha e o uso das metodologias de ensino* foram abordados. Pesquisando professoras de diferentes gerações, a autora busca compreender o paradoxo da convivência entre afirmações como "a escola tradicional não é boa" e "a escola atual não é boa como antigamente".

E você tinha que dar o máximo de informação para o aluno porque a grande maioria não comprava jornal, não tinha rádio. Você sentia responsabilidade porque você era o agente de educação, você tinha que oferecer todos os meios para ele aprender. [...] o professor de verdade, não só gosta de receber, mas gosta de dar, a gente pode receber, mas tem que dar. Então, tem que ensinar, tem que repartir. Tudo que eu via bonito, tudo que eu via, que eu achava que edificava, eu contava pros meus alunos. Eu aprendia a fazer uma coisa, chegava lá, ensinava pra eles. [relato de Dona Noemi] (GUIMARÃES, 1999, p.168)

... hoje o professor se vê desprovido de instrumentos para saber e desprovido do poder inerente a este último. (ibidem, p.170)

No mesmo sentido, revelando a sensação de impotência diante dos problemas que enfrenta o professor, diz Fontana que,

... nos limites mesmo do dizer, professores e professoras revelam o *drama* de viver as relações de poder sem refletir sobre elas. (FONTANA, 2000c, p.94)

As condições de trabalho não permitem ao professor refletir sobre o que é dito sobre sua atuação, sobre o que as pesquisas dizem e sobre a imagem do professor que revelam. A atribuição do fracasso escolar à incapacidade do professor é uma das possíveis leituras das propostas oficiais, de pesquisas e de relatórios de estágio. A impressão que o professor tem, percebida em indícios presentes nas falas registradas nesta pesquisa, é de que ele é o culpado pelo fracasso, por não entender e não conseguir aplicar as soluções já encontradas e disponíveis. Porém, não tem condições de avaliar as reais possibilidades das alternativas constantes nas propostas e não tem como contrapor sua visão de maneira sistemática, que lhe garanta o *status* de pesquisa e, portanto, de “veracidade”. Novamente se coloca a questão do poder e da autoridade de quem fala. Em contrapartida,

Ser professora implica poder e autoridade, ainda que exercidos sobre crianças o que confere à mulher uma condição que ela não encontra em outras instituições. (FONTANA, 2000c, p. 95)

A partir da análise feita por Fontana, vê-se claramente a necessidade da reflexão pelo professor, para que consiga superar os obstáculos da organização imposta pelo trabalho e da modelagem que esta exerce sobre o trabalhador. No entanto, falta-lhe tempo e apoio. Somente o tempo para reflexão não é o suficiente, uma vez que as relações de trabalho e de poder que sufocam e moldam o trabalhador não são transparentes, necessitam de um suporte teórico que dê visibilidade às suas várias dimensões. As professoras descritas por Fontana criaram um tempo e condições favoráveis para reflexão, que dependeu unicamente do esforço pessoal da autora e de suas colegas. Não é possível continuar nesse estado. É necessário considerar definitivamente que o professor precisa de tempo para estudo, e isso traz implicações sobre a questão salarial e sobre a organização da escola.

Em um outro texto (FONTANA, 2000d), a autora acompanha a iniciação no magistério de uma ex-aluna, expondo, através do conceito de *drama* formulado por Politzer e adotado por Vygotsky, aspectos do "constituir-se professora". Fontana mostra na trajetória da professora iniciante a internalização de relações de poder e controle vivenciadas na escola e os conflitos internos por ela provocados.

Fontana descreve as imagens criadas pelas pesquisas sobre o trabalho docente, nas últimas décadas, ressaltando seus efeitos sobre os indivíduos em constituição. Segundo ela, as imagens correspondem às de um

grupo profissional arrastado pela proletarização inexorável, destituído de identidade própria e de competência técnica, sempre a oscilar entre a resistência à mudança e a adesão superficial aos modismos em voga, desprovido de compromisso político e de capacidade de organização autônoma. (FONTANA, 2000d, p.103)

E ainda,

... sobressaltam-me mais os efeitos de sentido por elas produzidos sobre os indivíduos em constituição nas relações sociais em que se tece a vida (ibidem, p.104)

Da perspectiva adotada pela autora, fica claro o modo como as pressões da organização do trabalho vão moldando o indivíduo que, ao constituir-se, internaliza as relações sociais que vivencia. A professora passa a se controlar da mesma forma como sobre ela é exercido o controle por parte da coordenação da escola, cobrando silêncio dos alunos, se policiando, e, na trama, os conflitos externos, na verdade confrontos entre diferentes concepções de ensino e de escola entre ela e a coordenadora, são internalizados, passando a ser conflitos internos, no eterno *drama*, conforme explica Vygotsky, no qual os vários papéis sociais convivem em cada indivíduo.

Cada obstáculo e cada enfrentamento no dia a dia nas escolas pode se tornar um convite à acomodação. Isso está presente na fala de uma das professoras por mim pesquisadas, "para que lutar, tentar fazer diferente, se tudo vem contra nós?". Por outro lado, vê-se a possibilidade de superação dos obstáculos pelo caminho da reflexão teórica:

Considerar os processos por meio dos quais vamo-nos constituindo como profissionais singulares, na dinâmica das relações de trabalho e explicitar em nós, como grupo profissional e como indivíduos, as marcas da organização do trabalho que internalizamos e as modulações que ela sofre à medida que a vamos elaborando (...) poderia nos ajudar a examinar o que tem se constituído como obstáculo, coletivamente experimentado, à

nossa inclusão no processo do trabalho docente. (FONTANA, 2000d, p.118)

Fontana vai além, colocando a necessidade da investigação, da pesquisa, do questionamento, da sistematização, do estudo, pelo professor e pela professora, para dar visibilidade a todas as dimensões do trabalho pedagógico, expondo os obstáculos. Usando a expressão de Ianni (2000), é possível falar de "fantasmas" contra os quais ainda lutamos. Os padrões e padrões, como mostram Fracalanza et al (1986).

A inclusão de elementos da pesquisa na formação de professores pode contribuir para superação de alguns obstáculos. A pesquisa científica é uma das poucas formas que temos para trazer às claras os fantasmas contra os quais ainda lutamos. Esses, não mais fisicamente visíveis externamente, precisam ser combatidos internamente, pois residem nas nossas concepções, como mostram Politzer, Vygotsky e também Fontana.

Martins (1994), em sua pesquisa, ao tratar das interferências no trabalho pedagógico da professora polivalente segundo a ótica delas próprias, aproxima-se da proposta de Goodson, Nóvoa e outros, na qual mostram a necessidade de dar voz ao professor. As interferências apontadas pelas professoras pesquisadas por Martins vão desde as cotidianas da escola (alunos, direção, funcionários e pais) até as oficiais, por meio dos guias e propostas curriculares, cursos e programas de capacitação docente e de projetos (IPÊ, SEROP).

Os sentidos produzidos no contato com propostas ou outras interferências, tanto podem apontar saídas para situações problemáticas que se apresentam ao professor, quanto podem gerar outros conflitos, obstáculos e dramas. Ressaltam-se as palavras de Ivanil Martins:

As diferentes solicitações contidas nas propostas e projetos de ensino e em outros materiais dirigidos aos professores visando à adoção, pelos mesmos, de novas posturas e concepções, podem gerar expectativas de desempenho que, apesar de muitas vezes não modificarem significativamente a prática docente, acabam por acarretar um distanciamento entre o que o professor efetivamente faz e o que ele gostaria de fazer ou o que acha que "esperam" que ele faça. (MARTINS, 1994, p.5)

Novamente, cabe a lembrança de Fontana sobre o constituir-se professora:

Nesse jogo, somos muitas a um só tempo. E essas muitas se multiplicam, já que sendo o que somos, somos também a negação do que não somos e, nesse sentido, o que não somos também nos constitui, está em nós. *Ser e também não ser*: aí radica e é produzida a singularidade. (FONTANA, 2000c, p.105)

Assim como nos trabalhos de Fontana, os relatos das professoras pesquisadas por Martins trazem à vista a multiplicidade de fatores que estão em jogo na trama e no *drama* da professora em exercício e em permanente formação. Desde os aspectos práticos de recolher idéias e atividades para dar forma à aula que precisa ser dada, até os aspectos subjetivos que só se tornam visíveis mediante a investigação e o crivo dos aportes teóricos.

As expectativas criadas sobre a atividade docente interferem nas decisões tomadas por professores e professoras no trabalho diário com seus alunos. Essas expectativas podem ser encontradas, implícita ou explicitamente, nos mais variados materiais de que o professor faz uso na elaboração de suas aulas, desde livros didáticos até propostas curriculares oficiais.

Almeida (1989), depois de analisar em materiais didáticos, no caso, destinados ao ensino médio de física, expectativas relativas ao desempenho do professor, explícitas ou implícitas nesses materiais, conclui:

Não é explícita, nessas propostas, nos papéis que o seu uso supõe para o professor e nas concepções que elas subentendem, a consideração de que o ensino em sala de aula, embora fundamentado num processo interativo de influências mútuas entre professor e alunos, possui determinantes que ultrapassam as fronteiras da própria escola. (ALMEIDA, 1989, p.268)

A imitação, a memória do bom professor que teve, a idéia de bom professor que foi, sendo sedimentada ao longo da vida, e os modos próprios de cada um se apropriar do “ser professor” e efetivamente constituir-se professor, são alguns dos aspectos presentes nesse processo.

No começo a gente tenta aplicar o que aprendeu no normal, mas depois a gente vai adquirindo experiência com as outras professoras. Quando eu era substituta, eu ficava na classe, assim, assistindo aula, tudo. Então você vai adquirindo um pouco da experiência delas. Elas vão passando alguma coisa para a gente. (MARTINS, 1994, p.103)

... Quando eu já estava no curso de magistério, a preocupação em me tornar professora de fato, passou a ter um lado muito prático: qualquer material ou sugestão que eu recebesse de um professor ou de alguma colega, eu corria a guardar. Fazia coleção, ia juntando tudo. (FONTANA, 2000c, p.90-91)

Recolher fragmentos, montar a aula, sentir seus efeitos sobre os alunos, analisar os resultados da aprendizagem, perceber proximidades ou tentar se adequar às prescrições oficiais... Tudo isso na dinâmica do dia a dia, que não favorece a reflexão, é o que têm feito professores e professoras, e é o que tem moldado seu ser profissional. Somando-se a isso as múltiplas interferências sobre o trabalho docente, sobressaltam os dramas produzidos pelas incongruências entre propostas pouco refletidas e a prática igualmente fragmentada.

A construção que cada professor faz, diariamente, da aula e de si mesmo, não é transparente. Apesar de viver esse processo, recolhendo, tecendo, dando sentido, muitas vezes o professor se vê aplicador de algo que veio pronto e que lhe chegou às mãos, concretizando a afirmação sobre a divisão social do trabalho, na qual sua função possui menor valor.

Duas outras falas de professoras registradas por Martins indicam essa condição:

Porque eu *apliquei* [grifo meu] e deu certo, você entendeu? Deu certo mesmo. (...) Eles lêem, pesquisam. (...) A gente discutia tudo o que eles traziam para a classe e trabalhava em cima daquilo. (MARTINS, 1994, p.78)

No começo a gente tenta *aplicar* [grifo meu] o que aprendeu no normal, mas depois a gente vai adquirindo experiência com as outras professoras. Quando eu era substituta, eu ficava na classe, assim, assistindo aula, tudo. Então você vai adquirindo um pouco da experiência delas. Elas vão passando alguma coisa para a gente. (ibidem, p.103)

O professor polivalente, assim como o professor de outros níveis de ensino, produz teorias sobre seu trabalho. Sempre há uma explicação para as observações dos acontecimentos do dia a dia. A linha demarcatória entre explicações de senso comum e explicações científicas nem sempre é clara, tratando-se mais de um problema de articulação das idéias e da forma de produção do que propriamente da natureza do pensamento (VYGOTSKY, 1993; TUNES, 1995). O professor elabora teorias a partir de outras teorias e de fragmentos da vida cotidiana, que incluem as primeiras, enquanto leituras e interpretações parciais. E essas teorias se referem a objetos da realidade, e sobre eles se lançam, buscando explicações que possam guiar as ações.

Comumente, quem está hoje se dedicando à pesquisa acadêmica em educação ensaiou suas primeiras teorias em sala de aula, como professor. Lamentavelmente, esse movimento não se tornou instrumento de ação, mas objeto de troca da sala de aula do ensino fundamental por outra atividade de maior *status* e remuneração (SCHNETZLER, 1998a), o que não significa uma perda de investimento, uma vez que assim é que tem ocorrido o “abastecimento de cérebros” dedicados à pesquisa em educação no Brasil.

O professor começa a fazer pesquisa no momento em que se sente incomodado e insatisfeito com o resultado do seu trabalho, e parte para buscas, de início imediatas, tentando aumentar o seu repertório didático e variar suas formas de ensinar, posteriormente buscando soluções menos imediatas, portanto mediadas por explicações mais elaboradas do fazer pedagógico.

Ao professor e à professora tem sido atribuída a condição de executores e de aplicadores de propostas, seja quando estas são previamente elaboradas sem a sua participação e lhes são feitas e apresentadas, seja quando não lhes é reconhecida a autoridade para questionar e contestar prescrições.

Trazer o professor para o centro das discussões, como interlocutor e não como simples pesquisado ou mero aplicador de propostas prontas, como me propus neste estudo tem um duplo sentido: em primeiro lugar, as propostas são enriquecidas com os saberes e conhecimentos que os professores produzem no dia a dia nas escolas, com seus alunos, bem como o que constitui problema na sua visão; em segundo lugar, participando

do debate, através da sistematização das idéias que têm, em necessário confronto com as idéias que guias curriculares e pesquisas têm propagado, o professor vai se apropriando de instrumentos que podem dar outro sentido às suas práticas. Incentivar a sistematização e a publicação das idéias dos professores é um percurso que considero necessário, da mesma forma que, para o pesquisador, para depurar o discurso e o pensamento, um agindo sobre o outro - pensamento e linguagem (VYGOTSKY, 1993).

Nas atividades propostas e desenvolvidas com as professoras, confrontam-se intenções de superação de modelos e concepções, considerados errôneos, com a persistência da racionalidade técnica e do modelo empírico-positivista (flagrados nos movimentos discursivos) cujos indícios se encontram nas falas.

Como caminhar nesse sentido é a grande questão que se coloca, e a divulgação de idéias, como a de Candela (1998), ao dizer que “é necessário manter o discurso do professor como referencial para entender o discurso infantil” (p.144), apontam possibilidades. Certamente neste encontraremos muitas das vozes das crianças.

4. Elaborando sentidos da atividade prática no ensino de ciências: desenvolvimento e análise de uma interferência junto a professoras do Ensino Fundamental

A situação problematizada neste estudo é a de interação de professoras polivalentes dos primeiros ciclos do ensino fundamental com um pesquisador e com um conjunto de atividades práticas, proposto no contexto de uma pesquisa acadêmica. Atendendo a uma demanda de professores dessas séries, verificada desde 1994 nos trabalhos que desenvolvi no Centro de Ciências de Presidente Prudente, as atividades foram planejadas com o intuito de verificar os modos próprios dos professores se apropriarem de uma proposta que lhes chega as mãos.

A partir de 1994, atuando como professor de Metodologia de Ensino e de Prática de Ensino de Ciências no curso de Pedagogia da Unesp de Presidente Prudente e, ao mesmo tempo, realizando um atendimento a professores no Centro de Ciências de Presidente Prudente, mantido com recursos públicos e aos cuidados de professores da Unesp, comecei a intensificar as reuniões com um pequeno grupo de professores de duas escolas, acreditando que o trabalho prolongado de leituras e de planejamento coletivo apresentaria melhores resultados do que os cursos curtos de capacitação docente, que comumente eram oferecidos. Foi a primeira experiência na direção que este estudo acabou tomando.

As conclusões tiradas a partir daqueles trabalhos foram basicamente que:

1. Os professores não estão satisfeitos com os resultados do ensino que vêm praticando em ciências naturais, o que os motiva a procurarem algum tipo de ajuda nos locais onde supostamente são produzidos conhecimentos válidos e coerentes com as atuais propostas (em especial a *Proposta Curricular do Estado de São Paulo* e os *Parâmetros Curriculares Nacionais*), qual seja, a Universidade.
2. Os professores empreendem uma busca pragmática, no sentido de solucionarem problemas imediatos que têm com as aulas de ciências que devem ser dadas. Diga-se, uma busca legítima e necessária.

3. As atividades práticas fazem parte do ideário dos professores e do meu próprio ideário do que é necessário no ensino de ciências.
4. A maior parte das solicitações dos professores são de atividades práticas que, segundo eles, enriquecem as aulas, tornando-as mais interessantes e motivando mais os alunos.
5. Tanto o desenvolvimento das atividades, quanto o de trabalhos com texto e questionário pelos professores com seus alunos, são muito simplificados e pobres em conteúdos e relações, dificultando seu uso na compreensão de fenômenos do dia a dia.
6. O desenvolvimento de atividades junto aos professores aparentemente resultava na aceitação por eles de empreenderem mudanças em sua forma de ensinar, minimizando a dependência à estrutura e aos conteúdos dos livros didáticos.
7. As propostas oficiais (*Proposta Curricular e Parâmetros Curriculares Nacionais*) são pouco lidas e menos ainda compreendidas, embora os professores tenham a idéia de que é necessário “estar dentro da proposta”.
8. A respeito disso, verifiquei a grande dificuldade de partir dos princípios gerais colocados pelas propostas e chegar às atividades-fim, para serem desenvolvidas com os alunos. Essa dificuldade não se restringe aos professores. Eu também não tinha segurança para fazer essa transposição.

Assim, pareceu-me necessário empreender uma busca dos modos de os professores tomarem para si uma proposta centrada no uso de atividades práticas de ciências. Os objetivos que se colocavam naquele momento (início de 1996) eram de utilizar as atividades para promover o aprendizado de conteúdos de ciências pelos professores e, ao mesmo tempo, atender à sua principal solicitação. Propus que esse trabalho junto aos professores fosse o foco da pesquisa que aqui apresento.

Para isso, foi escolhido um tema e elaborada uma proposta fundamentada em atividades, para ser desenvolvida com professores das séries iniciais.

O tema escolhido foi Luz, levando-se em consideração a minha relativa experiência adquirida em trabalhos anteriores sobre o tema (ALMEIDA e RABONI, 1993; RABONI, 1993) e a existência de materiais de ensino sobre *luz* elaborados, aplicados e analisados, e de outros em fase de elaboração, por pesquisadores do grupo de estudo e

pesquisa em Ciência e Ensino – gepCE, do qual faço parte (ALMEIDA e MOZENA, 2000, destinada ao ensino fundamental e médio, e SOUZA e ALMEIDA, 2001, com enfoque no ensino de Biologia). Pode-se dizer que *luz* é um dos temas que têm recebido uma atenção especial desse grupo.

Após a elaboração da proposta, aqui denominada *Conjunto de Atividades Práticas sobre o tema Luz*, estabeleci contato com algumas escolas, a fim de apresentá-la aos professores e poder iniciar os trabalhos. Busquei o contato com escolas municipais de Campinas, SP.

Por intermédio da coordenadora pedagógica de uma outra escola, é que fui apresentado à direção e às professoras da escola em que as atividades foram desenvolvidas.

Após duas reuniões de negociação com as professoras, em que apresentei de maneira resumida o conjunto de atividades práticas e a pesquisa da qual fazia parte, foram estabelecidos os critérios para a coleta dos dados e o uso que deles seria feito. Conforme mostra a *Autorização* assinada pelas professoras, no Anexo 3, ficou determinado que o acesso às fitas gravadas seria restrito a mim, à orientadora da pesquisa e as próprias professoras pesquisadas.

Embora não seja descartada a observação direta dos fenômenos, com anotações feitas no momento ou imediatamente após cada ocorrência, foi necessário utilizar recursos de registro que preservassem com a maior fidelidade possível os detalhes visuais da situação, além das interações verbais. O meio que melhor atende a essa necessidade é a gravação em vídeo. Sobre ela escreve Freitas:

A dinâmica da escola (e da sala de aula) é extremamente variada e complexa. Dependendo do problema de pesquisa, é insuficiente registrá-la apenas com lápis e papel ou com um gravador. Técnicas adequadas de observação e recursos eletrônicos podem ser uma ajuda importante se queremos um alcance multidimensional dos eventos que ali ocorrem. (FREITAS, 1995, p.72)

Carvalho (1996), utilizando gravações em vídeo para aprofundar sua compreensão sobre o ensino e a aprendizagem em aulas de ciências, aponta que

A metodologia de pesquisa que empregamos para conseguir descrever o ensino em sala de aula baseia-se, com grande ênfase, nas gravações das aulas em vídeo. A análise desse material permite-nos selecionar seqüências de ensino que denominamos *episódios de ensino*. (CARVALHO, 1996, p.6)

Assim, durante o segundo semestre de 1998, foram realizadas quase que semanalmente reuniões com um grupo de oito a dez professoras de uma mesma escola. Nas reuniões, foram desenvolvidas sete das dez atividades programadas, cujo texto/roteiro é mostrado no Anexo 2. Todas as reuniões foram gravadas em vídeo.

Para a gravação em vídeo, foram tomados alguns cuidados³. Não havendo a possibilidade de ter um câmera, ou seja, alguém responsável pelo manuseio da filmadora durante as reuniões, esta foi montada em um tripé e deixada fixa e ligada durante o período de uma hora de cada reunião. Para captar melhor o som, o microfone da câmera foi trazido para o centro da mesa em que o grupo se reunia, e a filmadora posicionada de maneira a captar todos os presentes, ou, quando isso não foi possível, de maneira a captar os equipamentos utilizados nas atividades e o maior número de professoras.

Cada uma das professoras do grupo, naquele ano em que foram tomadas as informações, atuava em uma ou duas séries do ensino fundamental. No entanto, pela alternância que costumavam realizar, ou já tinham lecionado ou tinham a previsão de lecionar nas demais séries. Assim, as atividades inicialmente previstas para o segundo ciclo do ensino fundamental (3^a ou 4^a série), tornaram-se interessantes a todas as professoras.

Os materiais apresentados (Anexo 2) já estavam prontos, com exceção das figuras, que na ocasião do desenvolvimento das atividades foram substituídas pelos próprios materiais utilizados, conferindo à proposta o caráter de pacote.

³ Além dos cuidados na gravação, foram tomados alguns cuidados na reprodução das fitas durante as transcrições, para a preservação das mesmas. Mesmo assim, após algumas reproduções, uma das fitas ficou danificada, comprometendo tanto a imagem quanto o som. Após essa ocorrência, as fitas ainda não transcritas foram digitalizadas e gravadas em CD no padrão MPEG. A digitalização das imagens, além de preservá-las, facilita muito o trabalho de transcrição.

4.1. Atividades desenvolvidas com as professoras

A seguir, serão descritas as atividades da forma como foram planejadas e apresentadas às professoras. Conforme as vejo hoje, elas se apresentam em uma estrutura rígida e fortemente amparada no conhecimento científico, e, contraditoriamente, fundamentadas por uma racionalidade técnica e pela concepção indutivista que de início eu pretendia superar e contra a qual lutava. Trata-se, de maneira resumida, de um pacote de ensino.

Após essa exposição, serão mostrados e analisados trechos de episódios extraídos do desenvolvimento das atividades práticas com as professoras. Conforme pretendo dar a ver, a estruturação inicial não implicou a estruturação dos movimentos discursivos e o fechamento de idéias e restrição aos objetos presentes nas atividades (instrumentos ópticos, fenômenos, situações, elementos do cotidiano). Em vários momentos, as professoras parecem costurar seus raciocínios independentemente da situação e da minha presença, como propositor das atividades e como pesquisador. Esse desprendimento e o não reconhecimento das estruturas da interferência ocorreram, a meu ver, devido a três fatores:

1. A fragilidade da estruturação proposta, no que se refere ao atendimento das demandas das professoras. A receita proposta, mais uma vez deixava a desejar, relativamente à promessa de ser aplicável às crianças. Essa fragilidade faz pesar o modo característico das professoras agirem e pensarem, discutido a seguir, no item 2;
2. As professoras polivalentes, tendo que dar conta de uma grande variedade de disciplinas e conhecimentos, cada qual com sua especificidade, possuem, por natureza, uma forma de pensamento não marcado por uma única estrutura (por exemplo, o olhar do físico, do químico, do matemático), característica que é reforçada pela

apropriação das vozes dos alunos, no sentido bakhtiniano do termo. Estão presentes múltiplas estruturas, que podem até ser entendidas como ausência de estrutura. O resultado é a instalação do drama, segundo a conceituação de Vygotsky, entre os vários papéis que a professora é chamada a desempenhar. Todavia, com todas as incertezas que essa polifonia causa, surge o inusitado, que é a ligação de um fenômeno ou idéia com outros fenômenos e idéias. Daí decorre a diversidade de situações trazidas, suscitadas pelas atividades práticas e pelas mediações, tanto as minhas quanto as das demais professoras.

3. A diversidade de idéias e de situações também é favorecida pelo caráter parcialmente aberto das atividades práticas e pela abertura de opiniões que estas permitem. A similaridade entre fenômenos do cotidiano e os fenômenos presentes nas atividades práticas provoca deslocamentos de sentido, cujos indícios são percebidos no discurso, quando estes passam a considerar a nova situação. Essa característica do discurso, manifestação clara das múltiplas vozes, pode contribuir para a construção do conhecimento científico, entendido como uma rede de conceitos que se ligam entre si e com os objetos (VYGOTSKY, 1993; TUNES, 1995).

A seguir, farei uma breve exposição das atividades que foram propostas e, em grande parte, desenvolvidas com as professoras, destacando sugestões para sua realização, objetivos, recursos necessários, adaptações possíveis. Uma característica que as atividades têm em comum é o fato de serem abertas, ou seja, não são atividades planejadas para uma só observação de maneira controlada. Pretendeu-se que fossem, futuramente, utilizadas com crianças. Assim, o rigor e o controle da experiência em laboratório não são considerados necessários. Queria que, por intermédio delas, fosse iniciada uma exploração do meio e dos fenômenos e o contato com explicações científicas para fatos do cotidiano, bem como a aquisição de habilidades manuais na construção de instrumentos e brinquedos. Essas características se aproximam das características da *Proposta Curricular para o ensino de ciências e programas de saúde* (SÃO PAULO, 1989) e da proposta de Carvalho et al (1998).

Um roteiro com as atividades práticas propostas foi discutido com as professoras, no terceiro encontro realizado com as mesmas. Esse roteiro está no Anexo 2 deste trabalho.

Leitura de estória em quadrinhos

Descrição da atividade

Trata-se de uma leitura de um material que tenta incorporar elementos do universo da criança: a fantasia, a aventura, as brincadeiras e jogos, as experiências e construções científicas. É sugerida uma leitura livre, com pouca interferência da professora, seguida de uma conversa com as crianças, em que cada uma apresenta aspectos da leitura que tenham chamado sua atenção.

Objetivos e expectativas

São dois os objetivos da atividade de leitura: estimular a própria leitura, e motivar a discussão sobre alguns fenômenos envolvendo luz nela contidos, em especial aqueles ligados ao cotidiano. Espera-se que as professoras gostem da estória e que se sintam estimuladas a utilizarem com seus alunos, mas que também dêem sugestões de uso e de adaptação ao universo infantil.

Recursos necessários

São necessárias cópias da estória para todas as crianças (Parcialmente apresentada na Figura 17 do Anexo 2).

Sugestões às professoras

Sugere-se, como já foi dito, que os alunos leiam a estória sem interferência. A professora acompanha a leitura, tentando perceber dificuldades dos alunos, ajudando-os quando sentir necessidade. A compreensão do texto vai sendo construída aos poucos, na medida em que os sentidos das palavras presentes no texto são “filtrados” e colocados diante de outros sentidos possíveis.

Embora proposta, esta atividade não foi desenvolvida com as professoras.

Fotografia. Construção e uso de uma câmera de orifício

Descrição da atividade

As professoras construíram, sob minha orientação, câmeras fotográficas denominadas “câmeras de orifício”, e utilizaram essas câmeras para fazer fotografias simples. Acompanharam todo o processo, desde a construção da câmera até a revelação das fotografias.

Objetivos e expectativas

- ? aprender noções básicas de fotografia
- ? levantar e discutir aspectos importantes da luz e de seu comportamento: trajetória em linha reta, intensidade, iluminação, cores.
- ? desenvolver habilidades na construção de instrumentos simples

Em primeiro lugar, espera-se que as fotos fiquem boas já nas primeiras tentativas, pois o tempo é limitado, impossibilitando testes exaustivos.

Espera-se que a construção da câmera seja recebida com entusiasmo, por se tratar de uma atividade complexa, mas possível de ser realizada. Pretende-se que as professoras percebam e sintam a beleza da simplicidade com que a imagem é produzida pela lata com um furinho, e de como esse aparato participou da evolução da fotografia, que em nossos dias chega a ter *status* de arte, incorporando as tecnologias mais avançadas.

Recursos necessários

- ? uma lata por aluno ou grupo, martelo, prego, papel alumínio, tinta preta fosca (de preferência tinta esmalte), pincel, fita adesiva, tesoura, agulha ou alfinete, material fotográfico preparado com antecedência: revelador e fixador; papel fotográfico preto e branco.

Sugestões às professoras

Pede-se que não tenham pressa. Preparem as latas com antecedência, enquanto desenvolvem alguma outra atividade com os alunos, pois a tinta precisa secar

bem. Adquiram o material fotográfico (papel, revelador e fixador). O revelador e o fixador vem em pó, com instruções para o preparo e conservação. Dependendo das condições da escola, a professora pode optar por montar sozinha as câmeras, distribuí-las aos alunos, recolher e revelar também sozinha, devolvendo somente as fotos aos alunos.

Sombras

Descrição das atividades

Foram realizadas duas atividades com sombras: produção de sombras iguais por figuras geométricas diferentes (CARVALHO et al. 1998, pp. 96-107), e o teatro de sombras.

Na primeira, sugere-se que sejam distribuídos aos alunos cartões retangulares e circulares de tamanhos e cores diferentes, solicitando que produzam sombras iguais com dois cartões de cada vez, tendo previamente instalado na classe uma lâmpada incandescente.

Na segunda atividade, a professora apresenta aos alunos ou constrói junto com eles um teatro de sombras.

Objetivos e expectativas

As duas atividades têm como objetivo trabalhar com a produção de sombras, buscando a compreensão de suas características e dependência ao tipo de iluminação. Procura-se também fazer com que a criança desenvolva a noção de causalidade, através do manuseio de objetos e constatação dos efeitos das variações introduzidas, induzindo a comportamentos de controle de variáveis. Espera-se problematizar a produção de sombras junto às professoras, por meio das variações que a atividade prevê. A sombra, algo absolutamente cotidiano, aparentemente simples, contém elementos fundamentais do comportamento da luz, que podem ajudar na compreensão de outros fenômenos luminosos.

Recursos necessários

- ? cartões de tamanhos, formatos e cores diferentes, extensão elétrica com lâmpada incandescente instalada, biombo com tela clara, figuras (borboleta, árvore etc.) para representar a peça.

Sugestões às professoras

Na atividade com figuras geométricas, pode ser feita a troca da lâmpada incandescente pelas fluorescentes da sala de aula, discutindo com os alunos as diferenças entre as sombras geradas em cada caso.

Como em todas as atividades, recomenda-se testar com antecedência os materiais e seu funcionamento (lâmpadas, características da tela etc.), evitando-se assim problemas na realização da atividade.

Caleidoscópio

Essa atividade também não foi desenvolvida com as professoras por falta de tempo.

Descrição da atividade

Essa atividade consiste na construção, pelas professoras (e por seus alunos), de um caleidoscópio a partir de kits disponíveis comercialmente.

Objetivos e expectativas

- ? Desenvolver habilidades manuais de construção de instrumentos simples.
- ? Levantar e discutir aspectos importantes sobre o comportamento da luz e de objetos com propriedades ópticas, em especial espelhos e filtros.

Espera-se que as professoras sintam a beleza das formas que surgem aleatoriamente no caleidoscópio, e de como essas formas e cores estão ligadas a

propriedades da luz e dos materiais a partir dos quais outros fenômenos podem ser explicados.

Recursos necessários

- ? Kit para a construção do caleidoscópio: tubo, tampas e espelhos, pequenos objetos transparentes e coloridos, para variar as formas nos caleidoscópios.

Sugestões às professoras

Pesquisem com antecedência os preços dos kits. Em Campinas existem vários fornecedores com preços diferenciados.

Sugere-se que sejam feitas variações no conteúdo dos caleidoscópios colocando pequenas folhas de plantas, insetos encontrados no pátio da escola (não vivos).

Na discussão dos resultados com os alunos, sugere-se que seja destacada a seqüência de imagens que aparece, relacionando-a com as propriedades dos espelhos e da luz.

Exploração do meio com uma lupa

Descrição da atividade

Nessa atividade, as professoras receberiam uma lupa cada uma e, com ela, explorariam o meio de maneira livre. A atividade não foi realizada com as professoras, também por falta de tempo.

Foram dadas inicialmente algumas instruções, sobretudo de segurança, alertando sobre o risco de olhar diretamente para o sol com a lupa. Textura de plantas, pequenos insetos, tecidos, detalhes de objetos comuns são elementos cuja observação pode trazer elementos interessantes para discussão com as crianças.

Objetivos

- ? Conhecer detalhes de objetos do cotidiano pelo uso da lupa

- ? Aprender a usar a lupa, exercitando variações com distância, iluminação, ângulo
- ? Destacar aspectos da luz

Recursos necessários

Uma lupa por aluno ou dupla de alunos. As lupas podem ser adquiridas facilmente e por preços baixos. Antes de comprá-las, a professora pode solicitar dos alunos, pois há a possibilidade de que muitos tenham em casa.

Sugestões às professoras

Além das recomendações sobre segurança e dicas sobre os objetos que podem ser observados pelos alunos, a professora pode incentivá-los com uma brincadeira de detetive, tentando, por exemplo, descobrir quem escreveu uma carta pelas características da caligrafia. As características de pequenos insetos podem, em geral, ser observadas com uma lupa comum. O número de patas, as divisões do corpo, a textura das asas, antenas e pequenos orifícios podem ser observados e comparados com outros insetos e animais.

Microscopia

Descrição da atividade

Trata-se de uma observação ao microscópio semelhante à observação feita com a lupa, mas que possibilita ver mais detalhes dos objetos. Muitas escolas dispõem de microscópios, mas em geral, de um número muito reduzido. Assim, essa atividade pode estar integrada a outras atividades em classe, fazendo com que os alunos, divididos em pequenos grupos revezem, na observação. A observação que recomendo é de um tecido vegetal, que pode ser complementada pela reprodução na forma de desenho daquilo que foi observado. Sugere-se a observação de folhas de algumas plantas e pétalas de flores.

Objetivos

- ? Apurar a observação de pequenos detalhes de tecidos
- ? Aprender a utilizar recursos do microscópio, tais como foco, iluminação, seleção de lentes

- ? Aprender propriedades da luz e de objetos observáveis ao microscópio. Em geral, eles devem ser transparentes, ou seja, deixar passar luz para possibilitar a observação. Objetos não transparentes também podem ser observados, mas a iluminação tem que ser modificada.

Recursos necessários

Pelo menos um microscópio para a classe. Havendo em maior número, os alunos podem trabalhar com mais tempo, em pequenos grupos. Utilizaremos microscópios do CDCC, em kits produzidos pela USP de São Carlos, disponíveis para empréstimo para professores e escolas.

Sugestões às professoras

Tentem integrar a atividade com o microscópio a outras atividades, para que não fique restrita ao uso do microscópio, embora isso já ofereça um atrativo e seja um aprendizado importante. É interessante enriquecer algum estudo pelo uso do microscópio. Insetos e plantas são fontes inesgotáveis de material para estudos dessa natureza.

Laser

Descrição da atividade

Nessa atividade foram exploradas algumas características da luz que não são muito fáceis de observar com fontes luminosas comuns (BABICHAK, 1998). Por exemplo, a trajetória em linha reta ou a mudança de direção, quando atravessa um meio transparente. Montando a ponteira laser sobre uma bancada, espalhando vapor de gelo seco nas proximidades, observa-se a trajetória do feixe antes e depois de passar ou refletir em vários objetos com propriedades ópticas específicas: espelho, vidro de faces planas e paralelas, prisma, cuba com água. São explorados os conceitos de reflexão, refração, raio de luz, feixe de luz, transparência, opacidade, embora não seja preciso na maior parte dos casos utilizar esses termos.

Objetivos e expectativas

- ? Observar feixes de luz em interação com superfícies variadas
- ? Manipular objetos com propriedades ópticas
- ? Reconhecer comportamentos da luz como reflexão e refração
- ? Espera-se atingir minimamente com as professoras o grau de espanto diante de uma fonte de luz tão controlada e que fez parte das principais mudanças e avanços da física dos últimos cem anos, hoje vendida por camelôs por alguns reais.
- ? Utilizar conceitos com referência direta aos fenômenos que eles explicam.

Recursos necessários

- ? uma ponteira laser fixada em uma bancada, gelo seco, prisma, espelho, vidro de faces planas e paralelas, cuba em forma de meia lua.

Sugestões às professoras

Recomenda-se que a ponteira esteja fixa na bancada, de modo que sua luz não incida diretamente nos olhos dos alunos. Embora de baixa potência, a luz do laser é muito concentrada, podendo causar danos aos olhos.

Por se tratar de um instrumento atualmente muito comum, a professora pode solicitar que os próprios alunos tragam suas ponteiros, desde que tomem os cuidados descritos acima.

Uma brincadeira muito comum entre as crianças é de usar a ponteira para apagar as lâmpadas dos postes da rua. A professora pode aproveitar para discutir esse uso, falando sobre os sensores das lâmpadas que fazem com que acendam automaticamente quando começa a escurecer, e de como a luz da ponteira é “entendida” como luz do dia, fazendo desligar o sensor. Embora não seja uma brincadeira recomendável, ela não causa nenhum dano, a não ser o inconveniente de escurecer o local por alguns minutos.

Vídeo sobre o tema Luz

Descrição da atividade

Nessa atividade foi apresentado o vídeo:

MARAVILHAS da Luz. São Paulo: Encyclopaedia Britannica Educational Corporation. Barsa Vídeo. 2. ed., 1986. 1 Fita de Vídeo (9 min.), VHS, son. color. dub.

O vídeo tem nove minutos de duração, e mostra situações cotidianas envolvendo crianças de idade próxima de 8 ou 9 anos. Nas brincadeiras que as crianças fazem, estão envolvidos aspectos e comportamentos da luz, tais como sombra, luz do dia, visão, iluminação artificial, propagação da luz, campo de visão, transparência e opacidade de objetos, reflexão.

Objetivos e expectativas

Pretende-se com o vídeo provocar alguma reação das pessoas com relação aos fenômenos luminosos, buscando relacionar comportamentos da luz e explicações para fenômenos do dia a dia. Em outros termos, pretende-se que as pessoas aprendam sobre luz por meio dos fatos cotidianos e que, ao mesmo tempo, aprendam mais sobre os fatos do cotidiano por meio das explicações científicas sobre a luz. Na atividade, Procura-se significar de maneira diferente os conceitos e os fenômenos a que eles se referem.

Espera-se problematizar com as professoras alguns fenômenos cotidianos sobre luz, relacionando esses fenômenos com desenvolvimentos decisivos da ciência (física), através de uma linguagem relativamente simples, fazendo uso de um recurso polivalente como é o vídeo.

Recursos necessários

? aparelho de TV, Videocassete, Fita de Vídeo da Enciclopédia Britânica.

Sugestões às professoras

Sugere-se que a fita seja vista sem interrupção e que, após o término, seja iniciada uma conversa sobre os fenômenos abordados e as explicações dadas.

Persona. Um jogo com espelho semi-refletor

Esse jogo, bastante utilizado na unidade de ensino descrita em Almeida e Mozena (2000), já era encontrado comercialmente nos anos 60. Uma outra versão com o mesmo tipo de espelho é utilizada para copiar desenhos, também facilmente encontrada, com o nome de *Pantógrafo*. O *Persona* possibilita a observação por duas pessoas, uma de cada lado do espelho, iluminando parte do rosto. O efeito obtido é de uma composição da imagem da face, visível aos dois observadores, com metade do rosto de cada um.

Objetivos e expectativas

Com essa atividade, pretende-se trazer para discussão a reflexão parcial da luz ao incidir sobre um vidro. Os conceitos de reflexão, refração são aplicados simultaneamente no estudo do comportamento da luz no *Persona*, rompendo com a linearidade e pureza dos fenômenos controlados em laboratório. Na vida prática, os fenômenos comparecem de maneira complexa, e as definições simples geralmente não permitem tratá-los de maneira adequada. Novamente pretende-se que as professoras compreendam os fenômenos pelo uso dos conceitos e que, ao mesmo tempo, entendam os conceitos, apoiando-se nos fenômenos.

Espera-se causar espanto nas professoras com o efeito da mistura de faces que o *Persona* provoca. E, ainda, que esse efeito motive discussões sobre o comportamento da luz e de instrumentos ópticos.

Recursos necessários

- ? vidro semi-transparente (aproximadamente 50%) de 30cmx30cm, suporte para o vidro, duas lanternas pequenas, ambiente com pouca iluminação.

Sugestões às professoras

O *Persona* disponível comercialmente era acompanhado de duas velas para a iluminação do rosto dos participantes. Não é recomendado o uso de fogo em atividades com crianças, assim, é conveniente substituir as velas por lanternas pequenas.

Difícilmente esse jogo é encontrado à venda. Assim, uma forma de construção é adquirir um vidro plano transparente e aplicar insul-film (utilizado em vidros

de automóveis) em sua superfície. O insul-film produz uma reflexão de cerca de 50%, adequada ao Persona.

Comentários gerais sobre as atividades

Todas as expectativas que eu tinha, com cada atividade e com o conjunto delas, dependiam de algum conhecimento, de algum interesse pelas professoras. O principal interesse percebido durante o trabalho, talvez devido a características da proposta, mas que provavelmente também se relaciona a uma característica constitutiva das professoras, foi de transformar a atividade em algo a ser ensinado aos alunos, com a intenção clara de enriquecer as aulas de ciências. Obviamente, esse era o principal objetivo das atividades que apresentei, mas que merece o destaque por ser uma característica da professora, que recolhe fragmentos durante sua formação e em especial durante o exercício da profissão, tentando levar aos alunos o melhor que puder, tornando as aulas mais interessantes, divertidas, atrativas, adequadas ao discurso pedagógico corrente, compondo com retalhos um projeto pedagógico que requer uma vida inteira.

Sendo também professor, acredito que muito das minhas frustrações no trabalho com as professoras provinha de descompassos entre o que eu achava interessante nas atividades – a universalidade do conhecimento, a beleza da simplicidade com que o fenômeno ocorre e é explicado, o movimento histórico da ciência para dar conta de aspectos e comportamentos cada vez mais inusitados na natureza etc. – e o que as professoras viam de interessante ou de dificultador (a intenção ao participar dos encontros) – as ligações entre fenômenos aparentemente incongruentes, a busca de algo possível de ser ensinado aos alunos, as dificuldades de realização nas condições adversas de trabalho nas escolas públicas. A concepção das atividades se fundamentava em totalidades diferentes para mim e para as professoras. É claro que o envolvimento das professoras se dava, principalmente, pelas promessas que a proposta trazia: apresentar um conjunto de atividades possível de ser realizado, no contexto das aulas de ciências nas séries iniciais. Isso é altamente atrativo, porque supre uma grande carência de formação e de condições de trabalho das professoras, ainda mais por se apresentar, supostamente, como fruto de reflexões acadêmicas sobre o ensino de ciências, sintonizado com avanços recentes na área.

A dispersão de interesses, de olhares e de objetivos certamente provocou frustrações em ambas as partes. Essas diferenças motivam a investigação de como ou com que intenção as professoras se envolveram nos trabalhos, e de como essas intenções podem ser apreendidas através de indícios nas falas e gestos. Em outras palavras, relativamente aos modos de enunciados que me proponho analisar, significa tentar dar visibilidade a processos de elaboração das professoras, no componente curricular *ciências naturais*, e num contexto de discussão sobre atividades práticas. Investigar esse processo tem como fundamento o fato de que não há transparência na língua e nas ações, e que muitas vezes se manifestam em cada falante, provenientes de situações cotidianas repletas de conflitos, mas ligadas a estruturas mais totalizantes. Perceber esses indícios nas falas permite acessar parte do processo de constituição da professora durante seu desenvolvimento, e algumas de suas marcas características.

4.2. Os episódios selecionados

Nos episódios a partir daqui analisados, foram utilizados nomes fictícios para as professoras, seguindo o acordo feito no início das negociações. Pelo mesmo motivo, também não é mencionado o nome da escola.

Episódio 1 – Mediação e Visibilidade

O conhecimento permite ver objetos, mas permite também ocultá-los, se assim parecer conveniente

Na situação descrita, estavam presentes pesquisador e professoras, em uma tentativa de realização de um teatro de sombras, revelando vários fenômenos ópticos. O episódio ocorreu no terceiro encontro.

O objetivo da atividade era trabalhar com a produção de sombras, buscando uma compreensão de suas características e dependência ao tipo de iluminação.

Para dar início à atividade, fui para trás de um biombo de papelão com uma tela improvisada, onde já me esperavam os objetos confeccionados para a encenação: uma lâmpada de 60 watts, instalada logo atrás da tela, as figuras de uma árvore e de uma borboleta recortadas em papel, uma girafinha de borracha. O ambiente estava muito iluminado para o que se pretendia, mas foi possível ver fracas sombras dançando sobre a tela. A apresentação durou cerca de três minutos. Após a apresentação, iniciou-se uma discussão sobre alguns aspectos da montagem, a partir de dúvidas apresentadas pelas professoras.

O episódio em análise durou pouco mais de dois minutos.

1. *Pesquisador – Deu pra ver direito aqui as sombras ou ficou muito claro?*
2. *Marlene – Não. Tá ótimo.*
3. *Mônica – Não eram duas borboletas?*
4. *Pesquisador – Oi?*

5. *Mônica – Não eram duas borboletas?*
6. *Pesquisador – Não. É uma.*
7. *Mônica – Eu tava enxergando duas borboletas*
8. *Marlene – Eu também*
9. *Pesquisador – Quer ver, deixa eu pegar (pega a borboleta recortada em papel e colada numa vareta)*
10. *Mônica – Uma era a sombra, escura, e a outra era mais ... mais clara.*
11. *Eunice – A outra era a borboleta.*
12. *Marlene – Parecia*
13. *Pesquisador – É. Dá pra ver duas. Na verdade, a gente vê, vê a borboleta, a sombra dela, e depois vê o vulto da borboleta mesmo ...*
14. *Eunice – Ah!*
15. *Pesquisador - ... por isso é que ficam duas. Mesma coisa acontece com a árvore. Agora, se estiver bem escuro, dá pra colocar as figuras numa posição tal que vocês não consigam ver o vulto. Então, por exemplo, se estiver abaixo dessa linha aqui, lá pra trás (indicando com a borboleta na mão) fora do alcance do olhar de vocês, direto, então não dá pra ver a figura, só vê a sombra projetada aqui. É que, por falta de prestar um pouco mais de atenção, planejar né, isso aqui era pra estar um pouquinho mais alto, com a lâmpada colocada um pouco por baixo, dá pra projetar a sombra aqui e vocês não veriam o vulto.*
16. *Eunice – Ah! Entendi.*
17. *Marlene – A vareta*

Aqui, Marlene se refere à não visibilidade da vareta, na qual estava fixada a borboleta, que dependia da posição relativa à lâmpada e à tela. Ou seja, não estava clara para ela a presença, de modo distinto, do vulto e da sombra. Aparentemente, ela se refere à sombra da vareta.

18. *Pesquisador – Não a vareta, o vulto (com a borboleta na mão indica a posição dos dois objetos vistos: a sombra e o vulto). Quando eu coloco aqui o objeto*
19. *Eunice – O que sobe*
20. *Pesquisador – É*
21. *Eunice – ...é o vulto né?*
22. *Pesquisador – É, e tem também a sombra disso projetada na tela aqui, então ficam duas imagens. Então, todas essas são coisas pra discutir. Agora, pra fazer mesmo, direitinho, pra ficar só a sombra, isso aqui deveria ser colocado ... (se dirige até o biombo e posiciona a borboleta de papel por trás da tela, no alto), por exemplo, se a lâmpada estivesse e eu coloco assim, a sombra aparece aqui e ninguém vê o vulto, porque está escondido, aqui nesse ... atrás desse papelão. Agora, colocando aqui eu vejo o vulto, se tiver iluminado lá atrás eu vejo o vulto um pouquinho escuro, por isso vocês viram duas. (aguarda por um instante algum comentário das professoras, e em seguida vira as costas para preparar a outra atividade, encerrando assim as discussões sobre a montagem do teatro de sombras).*

No turno 1, após a apresentação da montagem, eu parecia admitir a existência de consenso sobre o que é um teatro de sombras, ou seja, para mim não havia dúvidas entre as professoras sobre isso. Nos encontros anteriores, já havia feito comentários sobre as atividades que seriam desenvolvidas, e o teatro de sombras era uma delas, embora isso não estivesse muito detalhado no texto distribuído para as professoras. Admitia haver consenso sobre o quanto à montagem realizada se afastava do teatro de sombras, devido às condições precárias em que havia sido feita. Num teatro de sombras, o que se vê são sombras. Tudo o que se desviou disso, no modelo apresentado, eram falhas que precisam ser corrigidas, mas que deviam ser compreendidas em função da precariedade da montagem. Ou seja, eu apresentei uma montagem esperando que as professoras estivessem vendo outra coisa (o teatro de sombras). Uma alegoria. Admiti, eu próprio, nunca ter visto de perto, mas somente em filmes, um teatro de sombras. A intenção inicial era próxima à de

um fenômeno controlado, no laboratório, em que são isoladas as variáveis que se quer estudar, para a qual o teatro de sombras foi tomado como modelo.

A pergunta da professora Mônica, no turno 3, faz emergir o fenômeno, confirmado pela manifestação de Marlene, no turno 8. O fenômeno em questão é a sobreposição de imagens na tela. A imagem da sombra e, por trás dela, o vulto da borboleta. A borboleta não está sozinha em cena.

Eu insisti no aspecto técnico da montagem, que apresentava problemas em relação ao modelo ideal de teatro de sombras, em que somente as sombras são visíveis. No entanto, preso a esse modelo, deixei de discutir elementos interessantes, presentes na montagem apresentada. Efetivamente, duas borboletas estavam em cena. A distinção entre sombra e vulto foi feita rapidamente, no sentido de justificar a falha. Mesmo depois de várias tentativas de explicação, pelo modo abrupto como dei por encerrado o assunto, não é possível garantir a compreensão pelas professoras. Dois objetos físicos estavam presentes: a borboleta de papel, da qual só se via o vulto “filtrado” pela tela, e a sombra da borboleta. Ambos presentes na cena. As imagens da sombra e do vulto se sobrepunham, sendo a sombra levemente mais escura que o vulto. Porém, eu não fui capaz de precisar esses objetos. No turno 6, afirmei “Não. É uma.”, querendo dizer que havia uma borboleta recortada em papel, à qual deveria corresponder apenas uma imagem em cena: sua sombra. Essa correspondência me parecia óbvia. No turno 13, todavia, direcionado pelas falas das professoras, admiti a existência de duas borboletas, mas aí vem a explicação “científica” para o fato, justificado por uma falta de planejamento e pelas precárias condições em que a apresentação era feita. Explicação de acordo com minhas expectativas, mas que não atinge a dúvida apresentada pela professora Mônica.

O papel regulador da linguagem fica evidente, na medida em que a fala da professora Mônica desloca a atenção para algo que me pareceu estranho. Apenas uma borboleta falava. O texto se referia a apenas uma, mas duas borboletas estavam na tela. São dois os referentes das falas do pesquisador e da professora Mônica. Eu me referia à apresentação, à intenção da montagem. Ela se referia ao fenômeno observado, à presença de duas imagens na tela. A distinção entre sombra e vulto (turno 13) rompeu a ambigüidade provocada pelas duas imagens, indicando que somente uma delas, a sombra, estava sendo

levada em conta. A inclusão da palavra *vulto* retirou de cena uma das imagens da borboleta. Assim, com a mediação feita pelo uso da distinção entre sombra e vulto, foi possível ver a montagem em questão e compreendê-la, considerando a segunda imagem como um “ruído”, abstraindo do conjunto de objetos presentes a situação que se queria representar e ver representada. Abstração semelhante à que faz alguém que, ouvindo o som de um disco riscado, consegue distinguir a música e suas características. A discussão do fenômeno que efetivamente foi visto não foi concluída.

Interessante notar, nesse episódio, nas características da apresentação e das falas que se seguiram, a distância entre minhas expectativas, com suas estruturas (entre elas, a forma de tratar um experimento tendo, explicações *a priori*) e a forma mais aberta das professoras, que lhes permitiu ver outros objetos e construir outros sentidos. Característica essa que deve ser retomada e valorizada, em ações futuras junto a professores.

Episódio 2 – Construções experimentais e situações do cotidiano: a palavra aproximando fenômenos

O episódio a seguir foi gravado no sétimo encontro, após a realização de algumas atividades utilizando o laser (a ponteira comum, de luz vermelha) e objetos como um prisma, um pedaço de vidro plano de faces paralelas, uma cuba com água, um espelho. Foi utilizado gelo seco, para que os feixes de luz incidentes, refletidos e refratados, fossem percebidos em suas trajetórias. Durante a realização das atividades, foram apontados esses feixes, nomeados, variando-se as situações em que apareciam. O episódio trata do fenômeno da reflexão parcial em vidros comuns, presente nas atividades realizadas e em situações cotidianas, levantadas pelas professoras e também por mim.

Objetivava-se, com o desenvolvimento das atividades, a construção de conhecimento físico sobre os fenômenos envolvidos, a discussão sobre eventuais usos das atividades com alunos e a exploração dos fenômenos, ligando-os com elementos e situações do cotidiano.

Nas falas transcritas, percebem-se indícios da minha frustração com o grau de compreensão atingido pelas professoras (nesse caso, facilmente inferidos por se

tratar de uma auto-análise – a memória que tenho da situação, gravada trazida de volta pelas as imagens e sons, fica quase completa, tornando-se quase a reprodução da situação, em todas as suas dimensões). A frustração percebida, portanto, não é somente um resultado da análise da gravação, mas dela complementada pela memória. Toma-se por unidade de análise, ou enunciação completa, o episódio compreendido entre a primeira fala, em que um objeto é tomado ou trazido para a discussão, até a última fala que a ele se refere. A última fala geralmente traz ou induz uma síntese, seguida muitas vezes pelo silêncio de aprovação ou de desistência dos demais.

1. Pesquisador – Então aquele vidro lá (apontando para a janela), não esse dessa sala que é difícil ver, mas aquele vidro liso de sala de aula, tá lá que o “vidro deixa passar luz”, mas ele não deixa só passar, ele reflete também. Tanto é que quando tá claro e a gente tá numa sala escura, numa sala clara, ... à noite, a gente olha prá fora e não vê lá fora, vê o reflexo de dentro. Então o vidro serve como espelho ... Depende da quantidade de luz. Se tá vindo muita luz de fora, essa luz que tá batendo e refletindo aqui dentro a gente não vê porque fica ofuscado pela luz do lado de fora. Mas se tá escuro lá fora, e tá claro aqui dentro, então a gente olha lá mas não vê lá fora, vê o reflexo de dentro. E o vidro vira espelho. Já perceberam isso?

2. Marlene – E como funciona o vidro fumê?

A explicação que dei sobre um tipo de vidro provocou na professora a lembrança de outro vidro (o fumê). Esse deslocamento pode ser interpretado como a compreensão da explicação do turno 1 e a tentativa de aproximar o fenômeno mencionado do fenômeno verificado no vidro fumê.

Nota-se aqui uma transição de um padrão de interação semelhante ao destacado por Mortimer (1997) para outros padrões, em que o pesquisador, após uma breve exposição, aguarda algum comentário ou pergunta referente ao tipo de vidro em discussão (liso e transparente). No entanto, difere deste na abertura que ocorre no diálogo, quando este aponta para outros fenômenos correlatos.

A professora trouxe para a conversa um fenômeno que percebeu em seu cotidiano e que tinha ligação com o fenômeno em discussão. Porém, na resposta curta e em forma de definição dada por mim, no turno 3, há indícios de insatisfação com o encaminhamento dado pela professora, tanto na brevidade da resposta, quanto no tom empregado. Ficou evidente a tensão entre os enunciados: no meu enunciado, uma tendência à univocidade, buscando a compreensão do fenômeno presente na atividade, pelo fechamento da situação e pelo fechamento dos sentidos; nos das professoras, uma abertura da situação em estudo (a reflexão e a refração no vidro plano e transparente) para outras situações.

Dois movimentos e duas ausências expuseram a incompletude do diálogo que se desenvolveu. Um movimento meu, de fechamento dos sentidos e a insistência em trazer a discussão para o terreno do fenômeno, acompanhado pela ausência de percepção dos sentidos construídos pelas professoras, nas ligações que fazem e que são percebidas em suas falas, no momento da análise das mesmas. Por outro lado, um movimento de abertura de sentidos e de situações, pelas professoras, no qual está ausente a estrutura capaz de dar unidade ao conhecimento (porque ainda em construção), que permitiria aglutinar as várias situações e explicações por elas trazidas, percebendo-lhes as semelhanças e diferenças.

Também merece destaque o papel da atividade prática, a partir da qual, devido à totalidade do fenômeno, são permitidos múltiplos olhares e explicações, dando espaço à polifonia, bem como a ligações com outros fenômenos similares. Na ausência dos materiais e dos fenômenos, somente a partir das falas e dos direcionamentos que elas tendem a fazer, muitas das situações trazidas pelas professoras talvez não aparecessem.

3. Pesquisador – Fumê? É um filtro, né.

4. Marlene – Porque a gente só vê de um lado! Né?

5. Pesquisador – Não, aquele é espelhado.

6. Marlene – O fumê, por exemplo, se a gente olha um carro de fora pra dentro, não vê quem tá lá dentro. Mas quem olha de dentro pra fora enxerga tudo. Não é assim?

7. *Mônica – O vidro que eu coloquei na minha casa, na minha sala, é meio marronzinho. Eu nunca prestei atenção nisso não. O cara que foi colocar que falou, e meu filho chamou a atenção pra isso. Diz que durante o dia a gente olha lá de fora e não enxerga o que tem dentro. À noite, quando a gente acende a luz, enxerga o que tem lá dentro.*

O vidro a que a professora Mônica se refere é o espelhado, ou semi-refletor, mencionado por mim no turno 5. Note-se que três tipos de vidro estão presentes nas falas: o comum, liso, que é principalmente transparente, mas que reflete uma pequena parcela da luz; o fumê, que é um filtro que deixa passar predominantemente uma cor de luz; e o semi-refletor, que reflete uma parcela significativa da luz incidente (40%, 50%).

8. *Pesquisador – Por que vocês acham que acontece isso?*

9. *Zilda – É meio perigoso ..*

Esse comentário de Zilda traz para a discussão um outro sentido para os efeitos produzidos pelos vários tipos de vidro: o de selecionar quem está visível e quem está oculto, na alternância dia/noite. O perigo que isso pode representar. À noite, com o interior da casa iluminado, é possível ver de fora quem está dentro, mas é impossível para quem está dentro ver o que ocorre fora da casa, a menos que se aproxime muito do vidro. Esse comentário, aparentemente deslocado, pode revelar uma compreensão exata do fenômeno, do vidro a ele associado, e das condições para que seja produzido. Devido à ausência de novas falas de Zilda, ficam indeterminadas eventuais sínteses que tenha feito sobre os fenômenos em discussão.

10. *Marlene – Tem que pôr tudo (incompreensível), não é?*

11. *Regina – Não é por causa da luz?*

12. *Eunice – É por causa da luz. Clareou ...*

13. *Mônica – A luz de dentro, que eu acendi, a lâmpada com uma claridade grande na sala.*

14. Marlene – *Eu já vi isso, mas eu não sei o que acontece. Qual é o fenômeno?*

15. Pesquisador – *A gente vai fazer ... uma das atividades ... vocês já viram aquele brinquedo de ... que é um espelho assim ... (indicando a posição vertical com a mão) ele fica num suporte. É um vidro espelhado.*

16. Marlene – *Eu tenho. Não é pra fazer desenho?*

A professora se refere corretamente ao espelho usado para copiar desenhos, denominado Pantógrafo. Note-se que não foi pronunciada a palavra “desenho”, no turno 15, mas somente uma precária descrição do aparato.

17. Pesquisador – *É, pra fazer desenho.*

18. Marlene – *É. Eu tenho.*

19. Pesquisador – *Então ... a gente olha aqui ... vê o reflexo*

20. Marlene – *O reflexo.*

21. Pesquisador – *Põe o objeto aqui pra ser copiado, e o papel aqui do outro lado de lá. A gente põe aqui e vê do lado de lá a ponta do lápis, mas vê também o reflexo... vê como que projetado desse lado de cá o desenho que tá aqui.*

22. Marlene – *Qualquer um é desenhista... foi vendido na escola isso.*

23. Pesquisador – *Chama (...) É, a gente vai fazer essa brincadeira também ... e ele tem uma outra ... dá pra fazer uma outra brincadeira com o mesmo espelho ... vidro semi-transparente chama. Dá pra fazer uma outra brincadeira chamada Persona. Um outro brinquedo vendido ... não sei se pela Globo ... Estrela ... põe assim no meio (indicando com a mão), fica uma pessoa de cada lado. Aí os dois olham lá no espelho, um ilumina esse lado do rosto e o outro ilumina o outro lado do rosto. Então a gente olha lá e vê metade do rosto de um e a metade do outro.*

24. Mônica – *Ah! ... que legal!*

25. Pesquisador – *Então fica com o rosto ...*

26. *Marlene – Pela metade*

Essa repetição, pela professora, da palavra dita por mim pode ser apenas repetição vazia, sem sentido, mas há também indícios, pela precisão com que foi dita, que se trata da apropriação da palavra do outro para se referir a um fenômeno que foi compreendido.

27. *Pesquisador – Dos dois ... é ... pela metade ... Esse brinquedo é interessante também. A gente vai fazer as duas atividades ... que tem a ver com essa propriedade da luz que é quando ela incide num objeto ... transparente ... ela não só passa pelo objeto. Uma parte dela reflete (mostrando no pedaço de vidro plano).*

28. *Marlene – Por causa do reflexo?*

29. *Mônica – Essa ... No espelho ela não atravessa! Né?*

30. *Pesquisador – É.*

31. *Marlene – Por causa do material de que é feito.*

32. *Pesquisador – É. O espelho deixa passar muito pouco ... não deixa passar nada.*

33. *Professoras – (incompreensível)*

34. *Pesquisador – Então o espelho ele é ... principalmente refletor. O vidro ... tanto é que nos carros tem ... nos carros vem ... escrito no vidro o grau de transparência dele ... 90% ... 95% ... Não sei se vocês já viram lá. Blindex ou Santa Marina. Percebam. Na hora que vocês forem ... no carro ... dá uma olhada ... vê se ele tem indicado no vidro ali naquela marquinha ... Blindex etc. ... se tem o grau de transparência dele. Em alguns carros, no vidro tem*

35. *Marlene – Qual seria o grau?*

36. *Pesquisador – 90, 95% de transparência ... ou seja, 95% da luz que bate nele passa. O restante ou ele absorve ou então ele reflete.*

A transparência dos vidros de automóveis é de cerca de 75%, portanto, abaixo dos 95% que eu afirmei.

37. *Marlene – O espelho só reflete?*

38. *Pesquisador – O espelho principalmente reflete.*

Essa afirmação está em desacordo com a do turno 32, quando eu disse que “nada passa pelo espelho”.

39. *Professoras – (Incompreensível)*

40. *Pesquisador – O espelho muito mais, reflete. O espelho é diferente. Sei lá, reflete 98% da luz que bate nele.*

41. *Marlene – E o vidro da casa dela? Eu tô curiosa!*

42. *Eunice – E o fumê também!*

43. *Marlene – Eu tô curiosa. Tem explicação agora?*

44. *Pesquisador – (Silêncio) Como é que vocês analisam?*

45. *Marlene – Bom, tem alguma coisa a ver com a luz, não é? Com a luz ... artificial ...*

46. *Mônica – Eu tô pra fora da minha casa ... a luz que reflete lá dentro ... de noite, é suficiente pra eu enxergar as coisas ...*

47. *Professoras – (incompreensível)*

48. *Regina – Durante o dia tem mais luz lá fora do que lá dentro! (Dirigindo-se à Mônica)*

49. *Pesquisador – Você olhando de fora, durante o dia, não vê o que tá lá dentro. Mas à noite ... o vidro continua deixando passar a mesma quantidade de luz. Como tem pouca luz fora, os 5 ou 10% refletidos é uma luz muito fraca*

comparada com os 90 ou 95% que passa de dentro pra fora. Predomina ... a luz da maior intensidade, ... ou melhor, ofusca a outra, que nem por isso deixa de existir. Certo? (Silêncio entre as professoras, algumas concordam, balançando a cabeça)

Neste último turno, eu afirmei que o vidro “continua deixando passar a mesma quantidade de luz”, quando, na verdade, o que continua passando é a mesma porcentagem da luz incidente.

Há evidências da compreensão, por algumas das professoras, das situações discutidas, evidências observadas pela pertinência das questões e situações propostas. No turno 7, Mônica traz para discussão uma situação concreta, que se relaciona diretamente ao tema tratado.

O vidro que eu coloquei na minha casa, na minha sala, é meio marronzinho. Eu nunca prestei atenção nisso não. O cara que foi colocar que falou, e meu filho chamou a atenção pra isso. Diz que durante o dia a gente olha lá de fora e não enxerga o que tem dentro. À noite, quando a gente acende a luz, enxerga o que tem lá dentro. (Mônica, turno 7)

No turno 14, Marlene, referindo-se à mesma situação, diz ter observado situação semelhante, mas que não sabe de que fenômeno se trata. *"Eu já vi isso, mas eu não sei o que acontece. Qual é o fenômeno?"*.

No turno 2, já tinha sido mencionada a observação sobre o vidro fumê – *"E como funciona o vidro fumê?"* – , que tem um comportamento diferente do vidro "branco", o que acentua a característica em discussão.

A professora Mônica, no turno 46, estava num momento de elaboração:

"Eu tô pra fora da minha casa ... a luz que reflete lá dentro ... de noite, é suficiente pra eu enxergar as coisas ..."

Imaginava uma situação e começava a levantar hipóteses. Foi interrompida pela intervenção de outras professoras e, em especial, pela intervenção de Regina. Pode ter ocorrido uma síntese por Mônica, no momento em que Regina lhe dirigiu a palavra, o que considero pouco provável. O silenciamento de Mônica pode indicar uma

desistência de exposição de suas dificuldades, em virtude da interpelação de Regina. Eu, evidentemente, não percebi as dificuldades da professora.

A entonação dada por Regina a sua fala – "*Durante o dia tem mais luz lá fora do que lá dentro!*" – pode ser compreendida como: "*Mas não é possível, você ainda não entendeu?*". Esse sentido pode ter sido reforçado pela minha fala final, concordando com Regina e dirigindo-me em especial a Mônica. Mas também poderia ser mais uma mediação para o avanço da compreensão da professora Mônica.

Porém, um dos sentidos para a última frase pronunciada por mim pode ser: depois de tudo o que foi dito, era esperado que já tivessem entendido.

A minha frustração, percebida nas gravações, devido à inclusão na discussão de situações que se afastavam do fenômeno discutido no primeiro momento, no turno 1, seria certamente menor ou até inexistente, se eu tivesse levado em conta a riqueza das situações que as professoras trouxeram e que tinham muito em comum com o fenômeno da reflexão parcial no vidro liso comum. Houve, apesar de considerados, uma desvalorização dos fenômenos e dos objetos/situações trazidos pelas professoras (Marlene e Mônica), na medida em que eles se afastavam da situação idealizada no turno 1, para a qual a explicação parecia ser adequada. Eu estive durante todo o episódio fechado em meu esquema explicativo, que me impedia de ver as semelhanças entre os fenômenos, mas somente as diferenças, o que levou à frustração provocada pela incapacidade de compreensão atribuída às interlocutoras. Algo semelhante acontece com o professor diante de seus alunos, e que não significa o não aprendizado, mas o início de um processo de aprendizagem em que os fenômenos e as frases/conceitos vão sendo filtrados, e os sentidos vão se fixando. O conceito, como afirmava Tolstói e, com ele, Vygotsky, apenas começou a se desenvolver. Isso muda radicalmente a forma de olhar para a interação verbal, desprendendo-se do significado fechado pretendido, e percebendo as construções de sentidos nas falas e nos fenômenos que elas trazem. A partir daqui, é possível extrair elementos para reorientar propostas de atividades com professores e com alunos, percebendo a riqueza de informações e de construções que surgem e, tendo-as como referência, outras dimensões dos fenômenos podem ser exploradas. A síntese, se ocorrer, tenderá a ser feita no final do processo e não no seu início, em forma de definição.

Episódio 3 – A diferença que o conhecimento faz

Discutindo com o grupo de professoras algumas propriedades da luz e fenômenos a ela relacionados, físicos ou não, uma delas, após termos mencionado a fotossíntese e de como ela depende da luz, narra um fato por ela observado. Esse episódio ocorreu no nono encontro.

1. *Marlene. Na frente de casa tem uma árvore que tem sementes ... assim, em vagens, assim, grandes. Outro dia eu tava observando a árvore e pensei "com esse sol forte essas sementes vão cair", é o que a gente sempre pensa. Uns dias depois, e as sementes não tinham caído com o sol, eu percebi que quando choveu uma tarde ... fraquinho, a calçada ficou forrada assim, ... com as sementes. Eu pensei: olha como a natureza é sábia mesmo. A árvore esperou chover prá soltar as sementes. Claro ... que com chuva elas tem mais chance de germinar ... brotar.*
 2. *Pesquisador. Interessante. Achei muito boa mesmo a sua observação! Eu nunca teria notado isso. O que vocês acham? (dirigindo-se aos demais)*
 3. *VVPP. Concordo. (algumas falas incompreensíveis)*
 4. *Pesquisador. Só uma coisa: Mas ... como é que a árvore decidiu soltar as sementes depois da chuva? Será que ela pensa e tem capacidade de ... digamos ... tomar decisões?*
 5. *Marlene. Não. Acho que não. Mas ... de alguma forma ela sabe que é hora. Sei lá...*
- (...)
49. *Marlene. Assim... você diz que vão acontecendo mudanças genéticas e ... pelo que eu entendi, esse é o jeito da natureza ir se adaptando. Então, deve ter acontecido um dia o caso de uma árvore que não tinha essa característica ... como eu digo? ... ter se misturado geneticamente com outra e ter, as duas, produzido essa característica. Depois, com o passar do tempo, essa*

característica foi ficando porque pertencia às árvores com mais chance de adaptação. Não é?

50. Pesquisador. É. Acho que é. Vamos ver devagar. (Pausa. Todos esperam uma resposta). É sim. Acho que é a conclusão certa a partir dos elementos que foram falados. Não sei se tem mais algum. Você fala das mutações. Não sei se tem alguma outra forma delas irem acontecendo. Acho que está correto.

Para a análise desse episódio, procurarei usar alguns elementos que servirão de base, de orientadores do olhar.

Particularmente os conceitos de gênero do discurso (Bakhtin) e as características da linguagem cotidiana e da linguagem científica, segundo Vygotsky, serão importantes.

Bakhtin fala da constante incorporação, pelos gêneros secundários, de elementos da língua característicos dos gêneros primários. Na literatura de ficção, por exemplo, os autores se apropriam de termos, gírias, modos comuns de se expressar, e os organizam no romance. Nesse novo contexto, o enunciado típico dos gêneros primários torna-se elemento de um gênero secundário.

Num certo sentido, conforme tentei mostrar, no ensino das ciências na educação formal, ocorre também, e com frequência, o oposto disso. Elementos dos gêneros secundários (ciências, artes etc.) são trazidos para uma esfera de utilização da língua, marcada pelos gêneros primários.

Na escola, no ensino de ciências, elementos dos gêneros secundários são incorporados pelo gênero primário característico dessa esfera de utilização da língua, no cotidiano da aula. E é a partir disso, desse desequilíbrio necessário e da tensão dele decorrente, que o aprendizado ocorre. Tensão não apenas em termos de gêneros, mas expressa através deles, tensão de natureza política, econômica, social, afetiva e outras.

Quando o professor faz uso de uma palavra do aluno, para se referir a um fato ou objeto de importância científica, ou quando, de modo inverso, faz uso de um termo científico para designar um fato corriqueiro, cotidiano, há certamente tensão entre gêneros primário e secundário. Desse ponto de vista, um dificultador no aprendizado é o emprego

de palavras desconhecidas pelo aluno, para designar objetos e fatos igualmente desconhecidos.

No episódio em análise, partiu-se de um fato bem observado, seguido de uma explicação geral, mas que se instala sobre a aceitação de uma característica que a natureza não tem, a consciência, a intencionalidade, a finalidade.

Outro aspecto da explicação dada pela professora é a redução da abstração: posto o fato, imediatamente vem a explicação. Não se incluem outros fatos e outros enunciados típicos da linguagem científica. A abstração presente, embora não explicitada, ocorre quando se presume que, se a árvore soltasse as sementes sob o sol forte, elas teriam menos chance de germinar. Há um condicionante “se” indicando essa abstração, essa situação hipotética. Mas ela termina aí.

Na construção do discurso científico, outros elementos são incluídos. Perguntas são feitas, no sentido de depurar o fato e elucidar suas formas de funcionamento. Pode-se perguntar, por exemplo, como é que aquela árvore se originou, cuja resposta presente na explicação dada deve ser questionada (sabedoria da natureza ou presença de uma intencionalidade superior). No episódio, essa característica da ciência logo foi percebida, marcada pela concordância das professoras de que a árvore não tem a capacidade de pensar, de decidir, de escolher conscientemente o melhor momento para “soltar” suas sementes.

Na situação descrita, houve uma indução da minha parte. Quando falei que o fato observado, seguido da explicação dada, exigia uma (melhor) explicação, certamente induzi as professoras a considerarem inadequada a resposta, tornando-se necessária uma outra. A argumentação parece convencer, ao apontar a atribuição à árvore da capacidade de pensar, de decidir. Admitida a presença dessa característica, na resposta, torna-se necessária uma outra explicação, que não a contenha.

Esse diálogo se aproxima do padrão de discurso destacado por Mortimer (1997), no qual o professor (cuja posição aqui é ocupada por mim) faz uma pergunta que tem o tom de avaliação, uma vez que questiona a validade da resposta dada pela professora, ainda que tenha sido precedida por um elogio. O padrão de resposta “muito bem ... mas ...”,

aqui estabelecido, é freqüente em situações de assimetria, nas quais um pólo detém o conhecimento e o outro, supostamente, não o detém.

As situações de aprendizagem, na escola, são necessariamente assimétricas, não somente pelas diferenças de experiência e de conhecimento que estão presentes, mas também pelos sentidos atribuídos ao “ser professor”, “ser aluno”, e todos os condicionantes histórico-sociais da escola.

Em minha argumentação, questionando a resposta dada, trouxe para discussão outros elementos, iniciando-se um processo de abstração (com a criação de uma situação hipotética de duas árvores), em que tentei encaminhar a construção de um outro modelo, o da evolução.

Elementos desse “novo” modelo, o da evolução, já eram conhecidos pelo menos por uma das professoras, que citou “a genética, nas sementes”, mas há certamente um descompasso entre o modelo e a análise do fato concreto. Uma dificuldade de uso do elemento teórico, na compreensão de um fato do dia-a-dia.

O que interessa nesse momento é a percepção dos modos diferentes de construção do discurso cotidiano e do discurso científico. Nas falas aqui analisadas, estão presentes elementos que indicam a apropriação de um nível de discurso para a explicação de um fato que, se não é cotidiano em sua totalidade (dependeu de uma observação rigorosa, possuía de início uma resposta já complexa), originou-se de uma situação cotidiana e foi enunciado com palavras de uso comum. Há indícios de interferências fortes de um gênero sobre o outro, nas situações escolares, em que um objeto é tratado e sobre ele vários olhares e enunciados são lançados.

Do turno 5 ao turno 50, seguiu-se uma discussão sobre essa característica da árvore, envolvendo genética, evolução e outros temas – dos quais eu tinha apenas um pequeno conhecimento, e o mantenho ainda hoje, muito fragmentado e incompleto – e muitas idéias de senso comum, que não foram superadas pelo ensino de biologia que tive no ensino médio.

O interessante a destacar, nesse episódio, é a dificuldade de lidar com algo que não conhecemos, devido à posição que ocupamos em cada momento. Eu me vi na

obrigação de falar de um assunto que não domino, e ficaram evidentes nas falas as dificuldades que encontrei.

Apesar disso, a conversa se estendeu, permitindo entendê-la inclusive como um teste das professoras para ver até onde iria minha presunção e minhas dificuldades com o tema. Um indício desse sentido é o fechamento feito pela professora Marlene, no turno 49, que articulou com muita desenvoltura os elementos presentes desde o turno 1.

Episódio 4 – Multiplicidade de fenômenos e de vozes: drama

O episódio a seguir foi extraído dos registros do encontro em que foram realizadas as atividades descritas no item **Laser**, acima. A proposta era de explorar algumas das características da luz laser, não encontradas em fontes comuns e, através delas, explorar também algumas características ópticas de objetos como espelho, vidro de faces planas e paralelas, prisma, cuba com água. Para que o feixe de luz pudesse ser visto, foi utilizado vapor de gelo seco, colocado em uma bacia com água. Foram explorados os conceitos de reflexão, refração, raio de luz, feixe de luz, transparência, opacidade, embora não sendo preciso em muitos dos casos tratados utilizar esses termos.

Antes da realização das atividades, foi feita uma rápida explicação do laser, abrangendo desde o seu funcionamento e aplicações tecnológicas recentes até aspectos da história da física, destacando a importância da luz laser. Foi feito um destaque para a ponteira usada no experimento, atualmente muito popular e barata, facilmente acessível a adultos e crianças, considerando seus riscos, que vão desde pequenos danos à parte mais sensível da retina até a cegueira.

Como nas demais atividades, todos se posicionaram em torno de uma mesa, sobre a qual foram dispostos os materiais para a realização das atividades. Também como nas outras vezes, a câmera de vídeo foi posicionada de modo a captar a imagem da maior parte possível do grupo, e o microfone trazido para o centro da mesa.

Com a ponteira nas mãos, coloquei algumas barras de gelo seco numa bacia com água, nas proximidades da bancada onde seriam colocados os objetos ópticos. Imediatamente, o vapor se formou. Acionando o botão da pequena ponteira, a luz vermelha atravessou o vapor, tornando-se visível a todos. Em seguida, o feixe foi interceptado por vários objetos, tendo sua trajetória alterada de diferentes formas.

Apesar da diversidade de fenômenos ópticos presentes, o que mais chamou a atenção do grupo foi o vapor do gelo seco. Sobre seu comportamento, foram feitos muitos comentários e a eles foram ligados outros fenômenos e objetos do cotidiano. Tanto a similaridade dos fenômenos quanto as falas por eles suscitadas possibilitaram a referência a outras situações e objetos.

Nesse episódio, por estarem posicionadas fora do campo de abrangência da câmera de vídeo no momento da fala, algumas professoras não puderam ser identificadas. Na transcrição, essas falas estão precedidas por *Professora 1* e *Professora 2*, devido à distinção possível pela gravação em áudio.

1. *Pesquisador. Vejam só, eu trouxe o gelo seco porque precisava dele pra ver o feixe de luz aqui, mas ele próprio já ...*
2. *Professora 1. Já é um show! As crianças vão adorar.*
3. *Professora 2. Só de você levar o gelo eles já vão gostar.*
4. *Pesquisador. E olha que interessante ... o gelo que se forma em volta e o gás que sai, em bolhas ... não sobe, como a fumaça de coisas que queimam. Ele desce.*

Logo no turno 2, vemos o tipo de busca empreendido pela professora, no sentido de incrementar suas aulas. Busca legítima, mas que mantém a fragmentação e não ajuda a superar as principais dificuldades. A atividade apresentada pode ser adaptada para atrair a atenção dos alunos. Entretanto, na seqüência, percebe-se o vazio que esse uso pode conter, se não houver a contrapartida dos conhecimentos sobre os fenômenos presentes. As tentativas de inovação, pela incorporação de atividades práticas, podem criar impasses, que evidenciam a condição de *drama* vivido pela professora: considera necessário usar atividades práticas, mas não vê sentido nas formas de uso propostas.

O comentário “E olha que interessante” dá um sinal de continuidade e de concordância com a fala da professora, em que aponta o gelo seco como “um show”. Situando essa fala da professora no contexto de busca de enriquecimento das aulas de ciências, segundo a qual o simples fato de levar algo interessante, que possa chamar a atenção dos alunos, já representa uma inovação nos modos de ensinar, a minha fala no turno 4 legitima esse uso.

5. *Eunice. Olha, dá prá explicar o ar quente e o ar frio... já vem o vento...circulação.*

6. *Pesquisador. Uma pergunta relacionada com isso: Por que o congelador da geladeira fica na parte de cima? (Pausa curta. As professoras olham em silêncio, esperando uma resposta. Mas antes que as professoras tivessem chance de dar alguma resposta, eu respondo). – Porque o frio desce, e ele vai gelando de cima pra baixo. E quando a gente quer esquentar as coisas ... panela no fogo ... esquentam... de baixo pra cima.*

7. *Professora 1. A gente não pára pra pensar nas coisas. (com alteração no tom de voz, destaca o verbo pára)*

8. *Pesquisador. Por que o fogo do fogão é por baixo? ... Porque ele esquentam e o ar sobe (indicando com a mão). (E repete) – Se quer gelar alguma coisa, põe o gelo por cima. Se quer gelar cerveja, põe o gelo por cima.*

9. *Eunice. E a gente põe tudo por baixo (ênfatisando com o tom de voz acompanhado com o movimento da mão).*

10. *Marlene. ... Mas tem algumas coisas ... a gente até ... até conhece um pouquinho da teoria ... mas não consegue ligar com a prática.*

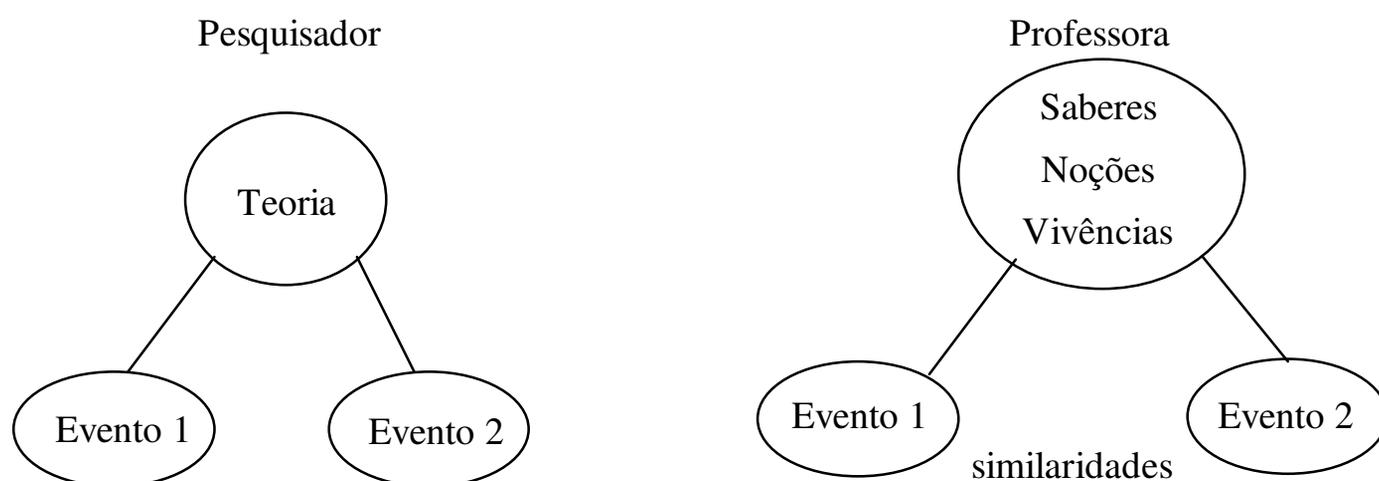
Na fala da professora Eunice, apesar de perceber a similaridade e até a equivalência entre a situação proposta e outras situações trazidas pelas falas (o comportamento do gelo seco e os movimentos do ar quente e do ar frio na atmosfera), a carência de uma estrutura nesse conhecimento, no sentido atribuído ao conhecimento científico por Vygotsky (1993) e Tunes (1995), torna-o limitado para dar as explicações

consideradas necessárias. Na aproximação feita pela professora, falta ainda o “porquê” do movimento do ar frio e do vapor de gelo seco. Essa explicação é que me permitiu saltar do gelo seco e do ar frio e quente para o congelador da geladeira e para o aquecimento no fogão, nos turnos 6 e 8.

No entanto, o movimento do conhecimento estruturado, que vai da teoria mais geral aos casos particulares, não coincide com o processo de construção desse conhecimento. Nos processos de aprendizagem, os movimentos em ambos os sentidos são importantes, na medida em que permitem, num caso, usar situações particulares como apoio às generalizações e, no outro, usar sistematizações para aglutinar outros casos similares e dar novos sentidos às explicações e aos fenômenos.

Note-se que, nas ligações entre o gelo seco, o fogão, a geladeira, feitas pelo mim, não foi dada uma explicação para o movimento ascendente do gás mais quente e para o movimento descendente do gás mais frio. Contudo, esse conhecimento mais abrangente, teórico, abstrato, é que permite o estabelecimento das ligações.

As ligações estabelecidas pelas professoras são feitas mais pela similaridade entre um evento e outro do que por uma teoria geral, que possibilita aproximações. No esquema abaixo, são ilustradas essas tendências. Os saberes que permitem tais ligações são de caráter vivencial.



Para mim, segundo o esquema acima, o que permite transitar do evento 1 para o evento 2 é a mediação da teoria. Para a professora, como a teoria, ainda em construção, não permite saltos conceituais, pois não atingiu ainda o grau de generalização necessário para reunir eventos distintos, as ligações possíveis ocorrem por similaridades entre os eventos, marcadas pela vivência. A partir das similaridades é possível inferir a coincidência entre suas origens causais. Para as professoras, o elemento mediador se fundamenta na vivência, e a teoria correspondente aos fenômenos não está suficientemente desenvolvida (“a gente até ... até conhece um pouquinho da teoria mas não consegue ligar com a prática.” - Profa. Marlene, turno 10)

Durante a discussão, quando fiz a ligação entre os eventos de maneira aparentemente simples, deu-se a impressão de que a explicação está nos próprios eventos (concepção empírico-positivista), bastando atenção e métodos corretos para percebê-la. Se não explicitadas, essas mediações “brilhantes”, além de conduzirem à resignação e à sensação de fracasso e impotência, conduzem a uma concepção equivocada da ciência, construída a partir da observação criteriosa dos fenômenos, como se as explicações neles residissem, bastando acessá-las. Essa característica só pôde ser percebida após a análise dos episódios.

Assim, seguindo a abertura promovida pelas falas das professoras, ao invés de um amontoado de idéias desconexas, o que encontro são indícios de um processo de elaboração através de análises e de sínteses – interpretação de casos singulares e aglutinação de casos similares, sob uma idéia mais abrangente ou de estrutura mais geral.

A fala da professora Marlene, no turno 10, marca com todas as características a condição de drama que vivencia nas aulas, entre o pressentir possibilidades e o não conseguir realizá-las. As dificuldades de realização da ligação entre os modelos teóricos e as situações práticas, tantas vezes trazida por alunos, na persistente pergunta: “mas professor, para que serve isso?”.

O “pouquinho da teoria”, mencionado pela professora Marlene, permite-lhe vislumbrar algumas possibilidades, mas sempre em contraste com a prática (a realidade que se impõe e espera por explicações), fornecendo todos os ingredientes para a instalação do drama.

A condição de drama se agrava com a ampliação das propostas de ensino de difícil realização, como mostram algumas das situações registradas nesta pesquisa. Nos momentos como os desse episódio 4, fica clara a forma como uma intenção de ajuda, cujos efeitos devem ser analisados, pode converter-se em novo obstáculo. Num certo sentido, essa forma de ajuda, metaforicamente, aponta novos caminhos para quem está com dificuldades para andar, ao invés de incentivar um primeiro passo. Retomando o trabalho de Martins (1994), já bastante referido no capítulo 1, vejo também na discussão apresentada pela autora a instalação do drama para as professoras, submetidas às interferências. Isso fica claro a partir das semelhanças entre as proposições, quando Martins afirma:

As diferentes solicitações contidas nas propostas e projetos de ensino e em outros materiais dirigidos aos professores visando a adoção, pelos mesmos, de novas posturas e concepções, podem gerar expectativas de desempenho que, apesar de muitas vezes não modificarem significativamente a prática docente, acabam por acarretar um distanciamento entre o que o professor efetivamente faz e o que ele gostaria de fazer ou o que acha que “esperam” que ele faça. (MARTINS, 1994, p.5)

Essa constatação implica mais cautela nas interferências que pretendem ajudar o professor em seu trabalho, sem no entanto inibir qualquer forma de interferência. Deve, isso sim, constituir mais um parâmetro no seu dimensionamento e direcionamento.

11. Eunice. Acho que não tem ... acho que não se refere a ela.

12. Mônica. (Que até o momento estava em silêncio e com uma expressão de desânimo no rosto, demonstrando não ver muito sentido nos comentários sobre os feixes de luz feitos por mim) É por isso que a gente não consegue chamar a atenção das crianças nas aulas!... Vê só isso aqui (apontando para os materiais sobre a mesa) ... já pensou? ... quanta coisa que não vai sair! É por isso que a aula não é mais interessante ... não é?

13. Professora 2. As crianças mesmo vão colocar propostas ...

14. Professora 1. Elas têm idéias ... Têm muitas idéias ... elas enxergam muito mais coisas, que a gente também ...

15. *Mônica. Tem criança que é bem ... Olha que falam coisas!*
16. *Eunice. São espertas.*
17. *Mônica. São muito espertas.*
18. *Pesquisador. (Atravessando a fala das professoras, retorno a um parágrafo do texto introdutório) – Vygotsky fala dos conceitos científicos e dos conceitos cotidianos. Diz que nos científicos eles se relacionam com os objetos ... denominam, mas também se relacionam entre si. Enquanto que nos conceitos cotidianos ... se referem aos objetos mas se relacionam pouco entre si. Vejam que ... aqui, os conceitos estão amarrados ... resfriamento, aquecimento, pressão, temperatura ... sobe, desce ... e as idéias estão todas amarradas para dar sentido no que a gente observa ... (as professoras olham em silêncio, pensativas. O silêncio é quebrado pelo comentário de Mônica).*
19. *Mônica. Então ... é o tal do negócio ... aí o aluno pergunta ... (ri e pega na mão da colega completando) – e aí a gente se dá mal.*
20. *Marlene. Manda procurar no dicionário.*
21. *Eunice. É isso que eu tenho feito. (comentário seguido de risos desprovidos de qualquer contentamento)*
- (minutos depois)*
22. *Pesquisador. Essa é a distinção que o Vygotsky faz dos conceitos científicos e dos cotidianos.*
23. *Eunice. É uma realidade dos alunos ... não é? De enxergar as coisas. Às vezes a gente está indo para um lado e eles já vão do outro (indicando com a mão um gesto longo de inversão de sentido) ... a gente quer bater, bater, aquele ângulo só (lamentando a insistência com uma forte expressão no rosto) ... e o aluno não aprende. Às vezes ele quer ir no outro (indica novamente com a mão o sentido contrário e arruma o cabelo) ... uma outra janela.*

24. *Pesquisador. A Proposta Curricular e mesmo os Parâmetros falam da necessidade de deixar o aluno falar ... o aluno ter espaço na sala de aula. (risos)*
25. *Marlene. Se eles falam?*
26. *Eunice. Fala ... e sobe ... e pinta*
27. *Pesquisador. Sei, mas falar ... disperso... mas de uma coisa...*
28. *Eunice. Do assunto*
29. *Marlene. É ... é isso que eu acho que a gente não conseguiu ainda ... dominar ... porque ... que nem ... eu dou liberdade pro meu aluno falar na classe. Eu abro o espaço. Mas chega uma hora em que a gente não consegue mais ... controlar mais a fala dele ... porque ... eles não ... eles não sabem fazer isso. E eles só vão aprender com o tempo não é! Trabalhando aquilo. E a gente não tem muita paciência pra isso.*
30. *Pesquisador. Bom, a criança é diferente da gente. Tá falando de uma coisa que tem relação com outra, mas ... a fantasia... outros interesses interferem ... e tem a ver com outra longe (fazendo um gesto de distanciamento com a mão, acompanhado com gestos de concordância das professoras Marlene e Eunice)*
31. *Marlene. Eles não têm noção do tempo ... e o professor está preocupado com o tempo que ele tem ali ... pra dar conta daquilo. Ele [o aluno] pode ficar ali ... a aula inteira batendo papo.*

Nesse episódio, fica bastante caracterizada a condição de drama das professoras, em suas relações com o ensino, com os conteúdos de ciências, e com tudo o que tem sido dito a respeito de seu trabalho, inclusive por mim, enquanto pesquisador.

Percebem-se em vários momentos as dificuldades de desprendimento da professora das amarras do livro didático, originadas na falta de domínio de conceitos de ciências. Há uma clara deficiência em conteúdos de ciências, cuja superação tem sido considerada condição para qualquer avanço.

Tomando como referência a estruturação dos conceitos científicos, em comparação com os conceitos cotidianos, que Vygotsky apresenta, é possível dizer que o indivíduo se move com certa tranquilidade sobre os fenômenos, percebendo-lhe as relações, implicações, presença no dia a dia, quando tem um bom domínio sobre a estrutura conceitual existente sobre dado fenômeno. A compreensão da realidade é possível até os limites da malha conceitual que sobre ela é lançada.

Como as professoras não têm o domínio conceitual que explica os fenômenos em discussão, torna-se difícil esperar que, em sala de aula, se ampliem os debates entre os alunos. Isso conduz, conforme mostram as palavras da professora Marlene, no turno 29, a uma situação insuportável em sala de aula, na qual ela diz perder o controle. Manter o controle, exercer o poder, é uma necessidade, ainda que seja sobre crianças (Fontana, 2000c).

Ocorre que essa é uma das principais características das reformas em curso no Brasil, das quais são representantes os *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Nos *Parâmetros*, encontramos a seguinte recomendação:

O ensino de Ciências Naturais também é espaço privilegiado em que as diferentes explicações sobre o mundo, os fenômenos da natureza e as transformações produzidas pelo homem podem ser expostos e comparados. É espaço de expressão das explicações espontâneas dos alunos e daquelas oriundas de vários sistemas explicativos. Contrapor e avaliar diferentes explicações favorece o desenvolvimento de postura reflexiva, crítica, questionadora e investigativa, de não-aceitação *a priori* de idéias e informações. Possibilita a percepção dos limites de cada modelo explicativo, inclusive dos modelos científicos, colaborando para a construção da autonomia de pensamento e ação. (BRASIL, 1997, p.22)

O “desenvolvimento de postura reflexiva, crítica, questionadora e investigativa” pelo aluno, como esperam os *Parâmetros*, exige uma postura dialógica por parte do professor e da professora, cedendo espaço a várias explicações dos alunos, que devem ser consideradas na construção do conhecimento científico.

Essa postura dialógica de ambas as partes, em sala de aula, depreendida dos *Parâmetros* e de outras propostas de ensino, raramente ocorre, não pela incompreensão das propostas pelos professores, mas pelas implicações que essa postura traz, instalando o

drama: “se deixo os alunos falarem, perco o controle” ou, como expressa a professora Mônica, no turno 19: “Então ... é o tal do negócio ... aí o aluno pergunta ... (ri e pega na mão da colega completando) – e aí a gente se dá mal”.

Quando é dito que o ensino de ciências “é espaço de expressão das explicações espontâneas dos alunos”, há de início a implicação de que os alunos se manifestem, exponham suas idéias. Comparando essa necessidade com a dificuldade expressa nas palavras da professora Mônica, no turno 19, percebe-se o quanto a falta de domínio dos conteúdos específicos pelo professor “faz falta”.

Na mesma direção, e ainda de forma mais profunda, a falta de conhecimentos compromete as solicitações para que os professores trabalhem com a interdisciplinaridade. Como afirma Kawamura (1997), antes da interdisciplinaridade, existe a necessidade de determinar a disciplinaridade, ou seja, quais são os limites de cada disciplina.

Diferentemente de mim, que uso do conhecimento físico que tenho para exercer uma forma de poder sobre as professoras, estas se vêem desprovidas do conhecimento e do poder inerente a ele. Sem atentarmos para as condições em que a professora desenvolve seu trabalho e para os modos específicos de ela se constituir, estaremos construindo novos tipos e mitos, novas formas cristalizadas de professor, inadequadas à realidade e que não apontam para a superação dos problemas. Vejamos como escreve Guimarães:

No relato de Vitória, podemos perceber que a escola faz parte do roteiro de uma história pessoal que, através do imaginário, constrói uma idéia do “ser bom professor” impossível de ser alcançada, não apenas pelo fato de o professor ter perdido ao longo do tempo os instrumentos de autoridade do passado, mas também porque a cristalização deste professor idealizado impediu a construção mais criativa deste lugar. Dona Maria, Dona Noemi, Dona Filomena e Vitória permitiram, através de suas histórias, a compreensão deste entrelaçamento entre condições objetivas e condições internas; o mergulho naquilo que se produz enquanto sentimentos e movimentos únicos, ainda que compartilhados, e em certa medida generalizáveis, porque sociais e humanos. (GUIMARÃES, 1999)

Entre as professoras pesquisadas, percebi dois tipos de comportamento, no que diz respeito às buscas empreendidas.

1. Busca de soluções imediatas para problemas também imediatos do ensino. A professora solicita atividades que possam ser utilizadas diretamente em sala de aula, com seus alunos. É uma busca com caráter pragmático.

2. Busca de uma compreensão mais profunda dos conceitos envolvidos nas atividades e busca de uma compreensão da própria prática, das várias dimensões do trabalho pedagógico, o que o determina e sobre o que ele influi.

As atividades práticas desenvolvidas com as professoras, em sua maioria com características de demonstração, foram discutidas e sobre cada uma foram lançados conceitos. Alguns desses conceitos repousam sobre palavras novas para os participantes, outros não, implicando um enriquecimento de significados das palavras, mas, ao mesmo tempo, a aparição de um obstáculo ao entendimento, pelo emprego de uma palavra com um sentido que difere dos sentidos pré-existentes.

Nos trabalhos com as professoras, busquei suas representações sobre os vários elementos envolvidos: escola, ensino, ciência, luz, ensino de ciências, conteúdos de ensino, atividades práticas, conceitos.

A apropriação de elementos de uma proposta pela professora sempre ocorre a partir das idéias iniciais que ela traz, a partir de suas representações. A compreensão exige construção da parte de quem compreende, e a matéria básica nessa construção são as representações. Reformulando-as, adaptando-as às novas estruturas, refutando-as, sempre haverá uma referência às idéias anteriores, mesmo quando estas forem abandonadas. Seu esquecimento não significa sua eliminação.

Essencialmente, busquei modos de as professoras tomarem uma proposta como palavra alheia, reconstituindo-lhe os sentidos, dando a ela nova forma e novo conteúdo. Das experiências que têm, de suas memórias e de suas expectativas, é que se farão as possíveis leituras, em cuja base estarão suas representações.

A valorização de modos particulares de interação das professoras com o conhecimento físico, presente em nossas discussões, modos cujos indícios encontramos nas

falas, nos gestos, nos silêncios, pode contribuir para a visibilidade pretendida sobre os processos de constituição da professora polivalente, sob o enfoque das ciências naturais.

Focalizando pequenos sinais, presentes nos enunciados acessíveis através das gravações em vídeo, procuro dar visibilidade aos movimentos das professoras nas buscas que empreendem, para compreender os fenômenos que discutimos. Claro está que esses movimentos são contextualizados e neles encontramos sentidos específicos, com predominância do sentido pedagógico e pragmático. Ou seja, um dos modos fortemente explícitos de a professora interagir com o fenômeno e com as explicações é aquele marcado pelas tentativas de tornar o objeto de discussão em algo possível de ser ensinado aos alunos.

Esse fato foi amplamente percebido nos trabalhos que realizei com as professoras. Ao propor e discutir qualquer uma das atividades práticas da unidade de ensino, ficava clara a tentativa de incorporação, pelas professoras, dos conceitos envolvidos na atividade, não somente para entender os fenômenos, mas para integrá-los ao currículo e desenvolvê-los junto a seus alunos.

Um dos problemas apresentados pelas professoras pesquisadas está no perigo representado por algumas sugestões de atividades de guias oficiais e de livros didáticos. Esse fator, segundo as professoras, tem dificultado o uso efetivo de atividades com os alunos, uma vez que, nessas situações, eles se tornam mais agitados, aumentando o risco de acidentes. Para minimizar esses riscos, os *Parâmetros* sugerem que as atividades com algum risco sejam feitas pelo professor e acompanhadas pelos alunos.

Muitas vezes trabalha-se com demonstrações para alunos pequenos, como nos casos de experimentos que envolvem o uso de materiais perigosos — ácidos, formol, entre outros — e fogo, ou quando não há materiais suficientes para todos. (BRASIL, 1997, p.111)

Essa recomendação, apesar de válida, não tem incentivado as demonstrações, pelo fato de as condições materiais nas escolas serem muito precárias, mesmo para esse uso restrito, e as professoras não se sentem seguras para prepararem e desenvolverem as atividades.

Entretanto, um dos fatores que dificultam o uso das atividades práticas, apesar da forte presença no ideário das professoras e nos materiais instrucionais, é a abertura que as mesmas propiciam nas discussões, dificultando o controle da situação pela professora. Normalmente, quando uma atividade é realizada, ocorre um bombardeio de perguntas pelas crianças, e o caráter mais aberto da atividade, comparada ao texto, favorece a abertura das discussões. Nota-se aqui um aparente paradoxo: a característica talvez mais interessante da experimentação e da atividade prática, que é a possibilidade de discutir um ou vários fenômenos, fazendo emergir as idéias dos alunos, promovendo a discussão, é justamente a que dificulta seu uso, pela ampliação da cobrança sobre a professora. O trabalho com texto e questionário, diferentemente de um fenômeno natural em estudo, permite uma restrição de sentidos e exige uma forma de compreensão sobre a qual o professor tem maior domínio que o aluno. Reflete-se, no final das contas, em uma relação de poder, inerente ao conhecimento. A discussão aberta é um convite à participação do aluno, e essa participação provoca uma dispersão nas explicações e relações que são estabelecidas, deixando a professora em grande dificuldade, quando o foco é o controle sobre a classe.

Assim, é possível inferir, das observações que fiz, junto às professoras, que um dos grandes obstáculos no ensino de ciências, agravado pela necessidade de realização de experimentação, é a insegurança da professora polivalente, devido à formação geral que recebeu, na qual estão quase ausentes conhecimentos específicos de ciências, em sua forma mais estruturada.

Como aponta Guimarães (1999),

...hoje o professor se vê desprovido de instrumentos para saber e desprovido do poder inerente a este último. (p.170)

Essa idéia é reforçada por Schnetzler, em sua análise crítica da racionalidade técnica:

Concebidos como técnicos, os professores, ao final de seus cursos de licenciatura, vêm-se desprovidos de conhecimento e de ações que lhes ajudem a dar conta da complexidade do ato pedagógico, ao qual não

cabem receitas prontas nem soluções padrão, por não ser reproduzível e envolver conflito de valores. (SCHNETZLER, 1998a)

Sob essa análise, as propostas oficiais, quando discutem o uso de experimentação e de atividades práticas, parecem ignorar as reais condições de trabalho e de formação dos professores do ensino fundamental, contribuindo para agravar as frustrações que esse profissional carrega. Como afirmam Fontana (2000c) e Martins (1994), as propostas têm atribuído funções, às professoras, que implicam necessidades materiais e formativas que, em geral, não se é possível ter, contribuindo para o sentido de fracasso e de não reconhecimento da própria imagem, refletida pelas pesquisas e propostas.

As diferentes solicitações contidas nas propostas e projetos de ensino e em outros materiais dirigidos aos professores visando a adoção, pelos mesmos, de novas posturas e concepções, podem gerar expectativas de desempenho que, apesar de muitas vezes não modificarem significativamente a prática docente, acabam por acarretar um distanciamento entre o que o professor efetivamente faz e o que ele gostaria de fazer ou o que acha que “esperam” que ele faça. (MARTINS, 1994, p.5)

O tempo necessário para as atividades e o eventual comprometimento dos conteúdos previstos também são levados em conta pelos *Parâmetros Curriculares Nacionais*.

É preciso incentivar a discussão dessas idéias e pô-las em prática, sempre que possível. Não há perda de tempo nisso. (BRASIL, 1997, p.43)

Uma das justificativas dadas pelas professoras, para a resistência ao uso sistemático das atividades, é de que esse uso demanda tempo, o que significaria atraso dos conteúdos ou sua drástica redução. Embora isso seja um fato, reforçado pelo controle exercido no ambiente escolar, no qual somos avaliados permanentemente, através do cumprimento do programa e do controle exercido sobre a classe (manejo de classe), vejo como necessária a inclusão, nessa análise, da abertura que as atividades proporcionam, levando à sensação de perda de controle do professor sobre os alunos. Há casos de relatos de professores em que, para alguns experimentos, os alunos têm demonstrado melhor

desempenho que eles próprios, criando uma sensação de impotência, que dificilmente o professor pode suportar.

Considerações Finais

Que dimensões do funcionamento das atividades práticas de ciências, nas séries iniciais, podem ser atingidas num trabalho como o que foi realizado com as professoras que participaram deste estudo? Que sentidos para as atividades práticas podem ser produzidos ou sofreram deslocamentos nesse tipo de trabalho? Como o conjunto de atividades trabalhadas com as professoras interferiram no drama já existente relativo ao ensino de ciências, e quais outros dramas se colocam, tanto para as professoras quanto para mim enquanto pesquisador? Essas são algumas das questões a serem pensadas ao final deste estudo e que podem contribuir para uma maior visibilidade sobre o ensino de ciências, no início da escolaridade. Foi possível caminhar, aprofundar, pensar formas de pesquisar, e também reformular questões.

Agora julgo necessário lembrar que muitos dos aspectos do uso das atividades práticas com as professoras, destacados neste estudo, não foram utilizados com o grupo que participou da pesquisa, porque somente foram percebidos nas análises das gravações, algumas das quais feitas até três anos após o encerramento das atividades. Devem, portanto, servir de orientação para ações futuras de formação inicial e continuada de professores em condições semelhantes.

As várias concepções de atividades práticas que foi possível notar indicam a necessidade de se trabalhar a explicitação de concepções e objetivos a respeito dessas atividades no trabalho de formação.

Assim, o prático e o lúdico, embora importantes e necessários no ensino para crianças, não equivalem ao que se busca com as atividades práticas de ciências, mesmo sendo estas destinadas às séries iniciais. Essas atividades incluem o prático e o lúdico, mas vão além, considerando a possibilidade de problematização de situações em que estão presentes fenômenos naturais, e que podem conter elementos característicos da produção da ciência.

A partir das análises dos movimentos discursivos, desenvolvidas neste estudo, acredito ter ampliado a visibilidade sobre formas de as professoras procederem, na elaboração e no desenvolvimento de suas aulas de ciências, no que diz respeito ao uso de

atividades práticas. Estas são elaboradas com a junção de elementos do cotidiano, aproximados pela vivência, com pouco apoio de estruturas conceituais. Essa característica aponta a necessidade de reforçar os conceitos científicos das professoras, e as atividades práticas mostraram-se férteis nas mediações nesse sentido, presentes nos processos de elaboração individual e em grupo.

Duas conclusões podem ser tiradas das análises dos movimentos discursivos entre pesquisador e professoras, suscitados pelas várias mediações e pelas atividades práticas:

1. O “pacote” apresentado às professoras, estruturado e fundamentado com base no conhecimento científico, o qual pretendia “fornecer” o conhecimento que eu considerava necessário, ainda assim possibilitou diálogos, nos quais foi possível perceber verdadeiros processos de elaboração pelas professoras. Portanto, cabe analisar e distinguir esses momentos, o da redação do pacote e o da sua colocação em funcionamento, em termos de suas características discursivas, de padrões discursivos que se estabeleceram, além de suas características materiais.

2. Um mesmo evento pode provocar em um indivíduo um agravamento do drama, dos conflitos, das incertezas, das dificuldades e da subordinação/dependência, enquanto que, para outro, pode representar uma síntese ou o início de um processo de busca, em que outras dimensões da realidade começam a ser percebidas, redirecionando o processo de busca no qual o indivíduo já estava engajado. Isso ficou marcado pelos diferentes graus de participação e manifestações das professoras.

Por outro lado, a discussão histórica e o uso das atividades práticas, com o grupo de professoras, mostraram uma tendência de fechamento de sentidos e uma tendência empírico-positivista na proposição de explicações científicas para os fenômenos, segundo a qual a fonte para o conhecimento está fora do indivíduo, sendo internalizado através dos sentidos a partir da observação e da experiência. Apesar de questionada pelas discussões recentes sobre o ensino de ciências, essa a visão resiste e comumente é flagrada nas sutilezas do discurso e nas práticas escolares. Contrariamente à forma como a ciência é produzida, caracterizando-se não por enunciar verdades, mas pelos modos de sua produção (cf. POSSENTI, 1997), ficou evidente nas análises dos movimentos discursivos uma

necessidade de se chegar a uma resposta correta e final, tanto nas concepções das professoras, quanto nas minhas concepções. Esse fato indica uma necessidade de trabalhar essas questões de uma outra maneira num estudo futuro. Colocar atividades práticas em funcionamento para fazer emergir várias explicações, que possam ser analisadas, ressaltando o processo e não somente as respostas cientificamente aceitas, parece ser um caminho viável para esse trabalho. Agindo dessa forma, estaríamos construindo um ambiente mais propício ao diálogo, no qual as idéias sejam expostas e não fiquem subordinadas ou suprimidas pela necessidade de uma resposta única.

Os vários sentidos produzidos pelas professoras, para o uso das atividades práticas no ensino, não se esgotam no contexto de sala de aula. Pelo contrário, abrem-se, buscando, em situações do cotidiano, elementos que tanto possam subsidiar a elaboração de explicações, quanto serem explicadas. Isso ficou marcado nas várias manifestações das professoras, trazendo para a discussão outras situações similares a aquelas em estudo, indicando modos próprios de as professoras se servirem de elementos de origens diversas, na composição de suas aulas. Esse aspecto, também muito rico, deve ser explorado em ações futuras.

Dramas: as professoras, conforme ficou claro em algumas das falas que foram analisadas, embora compreendam a necessidade de abertura para maior participação dos alunos, encontram-se em sério conflito. Por um lado, há a cobrança por um ensino mais significativo, que tenha ligação com a vida cotidiana; há a cobrança de seus pares, da coordenação e dos pais, pelo cumprimento dos conteúdos previstos (que não são poucos); há cobranças implícitas e explícitas, nas propostas oficiais, por um tipo de desempenho das professoras, quase sempre não acompanhadas das condições objetivas para que sejam atendidas; há uma necessidade de resguardar o pouco de poder que ainda lhes resta – mesmo considerando que seja exercido sobre crianças, como aponta Fontana (2000c). Esse conjunto de determinantes, nos quais facilmente são percebidas as contradições, provoca conflitos difíceis de serem resolvidos, ou dramas, como define Vygotsky: 1. Se a professora prioriza a quantidade de conteúdos, perde na qualidade, com implicações sobre a atração exercida pelas aulas sobre as crianças. 2. Se a professora prioriza a abertura para a participação das crianças, isso toma tempo e o conteúdo não pode ser cumprido em toda a sua extensão. 3. A participação efetiva de crianças de oito ou nove anos, em aulas com

atividades, geralmente provoca barulho, e este não é bem visto enquanto indicador de domínio da professora sobre a classe. 4. Promover as aberturas necessárias para manifestação das idéias das crianças, ao contrário do que pode parecer, exige muito conhecimento, para dar as respostas que são solicitadas ou para conduzir as falas de maneira produtiva. Entender o funcionamento das atividades práticas no ensino, através do conceito de drama, pode favorecer a compreensão da complexidade do problema, que certamente contribui para a superação de visões simplistas, as quais consideram a ausência de tais atividades como incompreensão das propostas pelas professoras, má vontade, falta de infraestrutura, cada uma de forma isolada. Também ficou evidente a condição de drama para mim, pesquisador, marcado pelas solicitações conflitantes das professoras, ora buscando respostas imediatas para situações de sala de aula, ora recusando formulações presentes no pacote oferecido. Igualmente importantes para o aprofundamento do drama vivido por mim, foram os deslocamentos promovidos pelas professoras, a partir de suas necessidades e de seus modos de tratar o conhecimento de ciências, diferentes das necessidades e dos modos que eu considerava.

A falta de clareza quanto às diferenças entre as atividades de ciências e outras atividades, comumente usadas nas séries iniciais, e das diferentes conotações para as atividades de ciências, pode ter suas raízes na forma contraditória como estas aparecem nos cursos de formação de professores, nos manuais didáticos, na própria mídia, que também interfere nas concepções sobre o ensino, e nas interferências como a que realizei.

O fato de as professoras muitas vezes se calarem, diante de atividades sobre as quais normalmente as crianças oferecem muitas explicações, leva-me a supor o quanto as relações entre pesquisador e professores estão fundadas na divisão social do trabalho e na hierarquia estabelecida, segundo a qual o professor é um aplicador de formas prontas de ensinar, desenvolvidas por outros, possuidores de conhecimentos e, portanto, revestidos de autoridade para falar.

Essa perspectiva também se aplica à ausência de explicações para os fenômenos, para os quais eu enquanto pesquisador, pela minha formação, potencialmente tinha melhores condições de responder. As professoras se encontram em uma situação de submissão, gerada em boa parte pela falta de segurança que têm nos conteúdos de ciências.

Como mostra Guimarães (1999), as professoras vêm-se desprovidas do conhecimento e do poder a ele inerente. Essa condição pode inclusive ser reforçada pelo tipo de formação adotado. O uso de atividades práticas para o questionamento das várias hipóteses levantadas, no sentido de refutação defendido por Popper (1980), pode ser uma forma adequada para o exercício da produção de idéias e, ao mesmo tempo, um redutor da tendência de fechamento de sentidos com predominância de uma resposta única, a do pesquisador (ou do professor frente às dos alunos). Porém, mais importante do que apontar carências de conhecimentos científicos das professoras, é perceber a riqueza de conhecimentos e de formas de trabalho com os mesmos desenvolvidas pelas professoras, pelas quais passam suas tentativas de apropriação de uma proposta em forma de pacote.

Ao professor e à professora tem sido atribuída a condição de executores e de aplicadores de propostas prontas, não somente quando estas lhes são feitas e apresentadas, mas também quando não lhes é reconhecida a autoridade para questionar e contestar as propostas, apresentando explicações alternativas. Assim, vejo como necessidade urgente trazer o professor para o centro das discussões, como interlocutor e não como simples pesquisado. Na forma como proponho, essa mudança de papéis teria duplo sentido: em primeiro lugar, as pesquisas seriam enriquecidas com os saberes e conhecimentos que os professores produzem, no dia a dia, nas escolas com seus alunos, bem como o que constitui problema na visão deles; em segundo lugar, participando do debate, através da sistematização das idéias que têm, em necessário confronto com as idéias que guias curriculares e pesquisas têm propagado, o professor estaria em reais condições de se apropriar desse discurso, no sentido bakhtiniano, tornando-o palavra própria, a partir da apropriação da palavra alheia. Incentivar a sistematização e a publicação das idéias dos professores é um caminho que considero promissor, nesse sentido.

As análises dos movimentos discursivos no grupo evidenciaram processos de elaboração pelas professoras, nas quais estiveram presentes concepções sobre o ensino de ciências, mas numa composição bastante rica com elementos do cotidiano e outras vozes, incluindo as dos alunos. A presença de outras vozes nas elaborações das professoras pode ser utilizada como indicador de aspirações e de necessidades formativas, tanto das professoras quanto dos alunos, auxiliando nas escolhas de materiais a serem utilizados nos cursos de formação.

Apesar das limitações e contradições percebidas no trabalho realizado, acredito que não se deva evitar fazer propostas e realizar interferências. Considerando que há uma solicitação legítima por atividades que possam ser levadas para a sala de aula, de maneira imediata, e buscas mais profundas, que requerem maior mediação teórica, as interferências devem se servir desses elementos para, aos poucos, buscar uma “afinação” com o que sabem, precisam e solicitam os professores. No entanto, o uso que cada professor faz de uma dada proposta passa necessariamente pela apropriação dessa "palavra alheia".

O acompanhamento do dia a dia de professores, nas escolas, deixa mais forte a certeza de que há que se melhorar as condições de trabalho e de salário dos profissionais da educação, bem como o *status* da profissão. Isso deve ser feito, além do óbvio, que é garantir condições dignas de vida e de aquisição de bens culturais necessários ao trabalho docente, também para que os vãos no campo da pesquisa acadêmica, que assumo como necessários, não resultem em abandono da sala de aula do ensino fundamental. Tem que ser viabilizado o tempo para leitura, estudo, discussão com os pares e com outros pesquisadores em educação.

Além disso, considerada a distância entre as expectativas criadas pelas pesquisas e pelas propostas oficiais e as condições objetivas de implementar as mudanças que estas carregam, é igualmente urgente o trabalho político em todas as instâncias que têm a educação como preocupação, a fim de garantir para o futuro um projeto que de fato coloque a educação como prioridade. A formação de professores, sem dúvida, será um dos focos desse projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Milton José de. As idades. In: VALADARES, Carlos Magno Sady. 24^a Reunião Anual da anped.: Intelectuais, conhecimento e espaço público. Caxambu, MG. 7 a 9/11/2001. [S.l.: s.n.], 2001. CD-ROM.

ALMEIDA, Maria José P.M. de. O papel do professor no material para ensino da física. Ciência e Cultura, 41(3), pp.264-268, março, 1989.

_____, A Luz: enfoque no Ensino Médio e representações de estudantes. Pro-Posições. Campinas, SP: FE/Unicamp. v.7, n.1, p.34 - 40, 1996.

_____, BARRETO FILHO, Benigno. Um diálogo com trabalhos sobre experimentação nas ciências do Ensino Fundamental. In: III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2001, Atibaia. ATAS III ENPEC. Porto Alegre: IF/UFRS, 2001.

_____, MOZENA, Erika R. Luz e Outras Formas de Radiação Eletromagnética: Leituras na 8^a Série do Ensino Fundamental. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 22, n. 3, Setembro, 2000.

_____, RABONI, Paulo César de A. A Luz - Vendo Através de Um Óculos. Campinas: FE/Unicamp. Textos de apoio ao ensino. 1993.

_____, RABONI, Paulo César de A. Representações de professoras do 2^o Ciclo do Ensino Fundamental na (re)construção e uso de uma proposta de óptica. In: UFSM et al.. Atas do VI EPEF: VI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Florianópolis, SC, 26 a 30/10/1998. [S.l.: s.n.]: LANTEC-OPM-UFSC, 1998. CD-ROM.

_____, SOUZA, Suzani Cassiani de. Possibilidades, equívocos e limites no trabalho do professor/pesquisador – enfoque em ciências. Investigações em Ensino de Ciências. v. 1, 1996, p.145-154.

AMARAL, Ivan A. do. Conhecimento formal, experimental e estudo ambiental. Ciência & Ensino. Campinas, SP: FE/Unicamp. n. 3. pp.11-15. Dezembro. 1997.

_____, MEGID NETO, Jorge. Qualidade do Livro Didático de Ciências: o que define e quem define? Ciência & Ensino. Campinas, SP: FE/Unicamp. n.2. pp.13-14. Junho. 1997.

ANDRADE, Carlos Drummond de. Canção amiga. Antologia Poética. Rio de Janeiro: José Olympio. 1978. p.132-133.

BABICHAK, Cezar Cavanha. Laser. Ciência & Ensino. Campinas, SP : FE/Unicamp, n.5, dez. 1998.

BAKHTIN, Mikhail. Estética da Criação Verbal. Tradução por Maria Ermantina Galvão G. Pereira. São Paulo: Martins Fontes. 1997.

_____. Marxismo e Filosofia da Linguagem. Tradução por Michel Lahud e Yara Frateschi Vieira. São Paulo: Hucitec. 1995.

BARBERÁ, O., VALDÉS, P. El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. Revista de Enseñanza de las Ciencias. v.14, n.3, p.365-379. 1996.

BENJAMIN, WALTER. O narrador. Considerações sobre a obra de Nikolai Leskov. In: Magia e técnica, arte e política. Ensaio sobre literatura e a história da cultura. Tradução por Sergio Paulo Rouanet. São Paulo: Brasiliense, 1985, vol.1, pp.197-221. (Obras Escolhidas, v.I). 253p.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais. Brasília: MEC/SEF. 1997. 136p.

CANDELA, Antonia. La Elaboración de Material Didáctico desde la Investigación Educativa en el Aula. DIE/CONAFE. México. 1995.

_____. A construção discursiva de contextos argumentativos no ensino de ciências. In: COLL, C., EDWARDS, D. (orgs). Ensino, aprendizagem e discurso em sala de aula: aproximações ao estudo do discurso educacional. Tradução por Beatriz Affonso Neves. Porto Alegre: Artes Médicas. 1998. pp.143-170.

CARVALHO, Anna Maria. P. O Uso do Vídeo na Tomada de Dados: Pesquisando o Desenvolvimento do Ensino em Sala de Aula. Pro-Posições. vol.7, n.1[19], p.5-13. 1996.

_____. et al. Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico. São Paulo: Scipione. Pensamento e ação no magistério. 1998. 199p.

ELLIOTT, John. Recolocando a pesquisa ação em seu lugar original e próprio. In: GERALDI, Corinta M. G., FIORENTINI, Dario, PEREIRA, Elisabete M. A. (orgs.) Cartografias do trabalho docente: professor(a)-pesquisador(a). Tradução por Elisabete Monteiro de Aguiar Pereira. Campinas, SP : Mercado de Letras : Associação de Leitura do Brasil – ALB. 1998. p.137-152.

FIORENTINI, Dario et al. Saberes docentes: um desafio para acadêmicos e práticos. In: GERALDI, Corinta M. G., FIORENTINI, Dario, PEREIRA, Elisabete M. A. (orgs.) Cartografias do trabalho docente: professor(a)-pesquisador(a). Campinas, SP : Mercado de Letras : Associação de Leitura do Brasil – ALB. 1998. p.307-335.

FONTANA, Roseli A. C. A Constituição do “Ser Profissional” no Trabalho: Rituais de Iniciação de Jovens Professoras. Cadernos de Resumos da III Conferência de Pesquisa Sócio-Cultural. Campinas, SP: FE/Unicamp, p.102. 2000a.

_____. A constituição social da subjetividade: Notas sobre Central do Brasil. Educação & Sociedade, ano XXI, n.71, pp.221-234. Julho. 2000b.

- _____. Como nos tornamos professoras? Belo Horizonte: Autêntica. 2000c. 204p.
- _____. Trabalho e subjetividade. Nos rituais da iniciação, a constituição do ser professora. Cadernos Cedes, Campinas, SP: CEDES. n.50. pp.103-119. 2000d.
- FRACALANZA, Hilário, AMARAL, Ivan. A., GOUVEIA, Mariley S. F. O ensino de ciências no primeiro grau. São Paulo: Atual. 1986.
- FREITAS, Luiz Carlos de. Crítica da Organização do Trabalho Pedagógico e da Didática. Campinas, SP: Papirus. 1995.
- FUNBEC. Laboratório Básico Polivalente de Ciências para o 1º Grau. Manual do Professor. FUNBEC. 3. ed. Rio de Janeiro: FAE, 1987. 448p.
- GERALDI, Corinta M. G., FIORENTINI, Dario, PEREIRA, Elisabete M. A. (orgs.) Cartografias do trabalho docente: professor(a)-pesquisador(a). Campinas, SP : Mercado de Letras : Associação de Leitura do Brasil – ALB. 1998. 335p.
- GINZBURG, Carlo. Mitos, emblemas, sinais: morfologia e história. Tradução por Federico Carotti. São Paulo: Companhia das Letras. 1989. 281p.
- GODED, Pilar Azcárate. El conocimiento profesional: Naturaleza, fuentes, organización y desarrollo. Quadrante: Revista Teórica e de Investigação. Vol. 8. pp.111-138. Lisboa. 1999.
- GÓES, Maria Cecília R. de. A Construção de Conhecimentos e o Conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal. Anais do Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências: linguagem, cultura e cognição; reflexões para o ensino de ciências. Belo Horizonte, MG, 05 a 07/03/1997. Belo Horizonte: FE/UFMG : FE/Unicamp. 1997. pp.114-122.
- _____. A formação do indivíduo nas relações sociais: Contribuições teóricas de Lev S. Vigotski e Pierre Janet. Educação & Sociedade, 71. Campinas, SP: Cedes. pp.116.131. 2000.
- GONÇALVES, Maria E.R. As Atividades de Conhecimento Físico na Formação do Professor das Séries Iniciais. 1997. Tese (doutorado em Educação). FE/USP, São Paulo.
- GOODSON, Ivor F. Dar voz ao professor: as histórias de vida dos professores e o seu desenvolvimento profissional. In: NÓVOA, Antonio (org.). Vidas de Professores. Lisboa: Porto Editora. 1992.
- GUIMARÃES, Ana Archangelo. O amor e o ódio na vida do professor: passado e presente na busca de elos perdidos. 1999. Tese (doutorado em Educação). FE/Unicamp,. Campinas, SP.
- GULLAR, Ferreira. Muitas vozes. Rio de Janeiro: José Olympio, 1999.

IANNI, Octavio (2000). Tipos e mitos da modernidade. In: UNICAMP/USP/PUC-SP. III Conferência de Pesquisa Sócio-cultural: Novas condições de produção do conhecimento: globalização e práticas sociais. Campinas, SP, 16 a 20/07/2000. [S.l.]: GiPh Multimídia, 2000. CD-ROM.

KAWAMURA, Maria Regina D. Disciplinaridade, Sim! Ciência & Ensino. Campinas: FE/Unicamp. n.2, maio/1997. p.3-6.

KRASILCHIK, Miriam. O professor e o currículo das ciências. São Paulo : EPU : Editora da Universidade de São Paulo. 1987.

LOPES, Alice C. R. Conhecimento escolar: ciência e cotidiano. Rio de Janeiro : Editora da UERJ. 1999.

LÜDKE, Menga. Pesquisas em Educação: conceitos, políticas e práticas. In: GERALDI, Corinta M. G., FIORENTINI, Dario, PEREIRA, Elisabete M. A. (orgs.) Cartografias do trabalho docente: professor(a)-pesquisador(a). Campinas, SP : Mercado de Letras : Associação de Leitura do Brasil – ALB. 1998. p.23-32.

MANACORDA, Mario. A. História da educação: da antiguidade aos nossos dias. 9.ed. Tradução por Gaetano Lo Mônaco. São Paulo: Cortez. 2001. 382p.

MARAVILHAS da Luz. São Paulo: Encyclopaedia Britannica Educational Corporation. Barsa Vídeo. 2. ed., 1986. 1 Fita de Vídeo (9 min.), VHS, son. color. dub.

MARTINS, Maria Ivanil C. Interferências no Trabalho do professor de primeira a quarta série segundo sua ótica. Destaque para o Ensino de Ciências. 1994. Dissertação (mestrado em Educação). FE/Unicamp. Campinas, SP.

MARX, Karl. Para a crítica da economia política. Tradução por José Arthur Giannotti e Edgar Malagodi. São Paulo: Abril, p.107-263. 1974. (Os Pensadores).

MORTIMER, Eduardo. Múltiplos olhares sobre um episódio de ensino: “Por que o gelo flutua na água”. Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências. Belo Horizonte, MG : FE/UFMG : FE/Unicamp, pp. 167-190. 1997.

NÓVOA, Antonio. (org.) Vidas de professores. Porto, Portugal: Porto, 1992.

PESCUMA, Derna, CASTILHO, Antonio Paulo F. de. Referências bibliográficas: um guia para documentar suas pesquisas. São Paulo: Olho d’Água, 2001. 113p.

PINO, Angel. O biológico e o cultural nos processos cognitivos. In: Anais (do) Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências: linguagem, cultura e cognição; reflexões para o ensino de ciências. Belo Horizonte: FE/UFMG : FE/Unicamp. 1997.

POPPER, Karl R. A lógica da investigação científica. Tradução por Pablo Rubén Mariconda e Paulo de Almeida. São Paulo: Abril Cultural, 1980. (Os Pensadores).

PORLÁN, Rafael, RIVERO, Ana. El conocimiento de los profesores. Una propuesta formativa en el área de ciencias. Sevilla, Espanha: Díada. 1998. 213p.

POSSENTI, Sírio. Notas sobre linguagem científica e linguagem comum. Cadernos Cedes, 41, Ensino da Ciência, Leitura e Literatura. Campinas, SP: CEDES, pp.9-24. 1997

RABONI, Paulo César de A. A Fabricação de Um Óculos: Resgate das Relações Sociais, do Uso e da Produção de Conhecimento no Trabalho. 1993. Dissertação (mestrado em Educação). FE/Unicamp. Campinas, SP.

_____, ALMEIDA, Maria José P. M. A Construção de uma Unidade de Ensino em Ciências Naturais: Palavra Própria, Palavra Alheia, Experiências Coletivas. Cadernos de Resumos da III Conferência de Pesquisa Sócio-Cultural. Campinas, SP: FE/Unicamp, 2000, p.106.

ROSSI, Paolo. Os filósofos e as máquinas. Tradução por Federico Carotti. São Paulo: Companhia das Letras. 1989. 183p.

SANTOS, Maria Eduarda V.M. dos. Mudança conceptual na sala de aula. Lisboa: Livros Horizonte. 1991.

SÃO PAULO (Estado). Proposta curricular para o ensino de ciências e programas de saúde: 1º grau. SE/CENP. 1989.

_____. Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. Subsídios para a implementação do guia curricular de Ciências; 1º grau - 1ª a 4ª séries. São Paulo: SE/CENP/CECISP. 1982.

SCHNETZLER, Roseli. Contribuições, limitações e perspectivas da investigação no ensino de ciência naturais. Lindóia, SP. ENDIPE. Anais II. 1998a.

_____. Prefácio. In: GERALDI, Corinta M. G., FIORENTINI, Dario, PEREIRA, Elisabete M. A. (orgs.) Cartografias do trabalho docente: professor(a)-pesquisador(a). Campinas, SP : Mercado de Letras : Associação de Leitura do Brasil – ALB. 1998. p.7-9.

SOUZA, Suzani Cassiani de., ALMEIDA, Maria José P. M. de. Leituras na mediação escolar em aulas de Ciências: A fotossíntese em textos originais de cientistas. Pro-Posições. Campinas: FE/Unicamp.v.12. n.1 (34). pp.110-125. Março de 2001.

STAKE, Robert E. Investigación con estudio de casos. Tradução por Roc Filella. Madrid: Morata. 1998. 159p.

TUNES, Elisabeth. Os conceitos científicos e o desenvolvimento do pensamento verbal. Cadernos Cedes 35. Implicações Pedagógicas do modelo histórico cultural. Campinas, SP: Papirus : CEDES. 1995. pp.29-39.

VYGOTSKI, Lev S. Pensamento e linguagem. Tradução por Jeferson Luiz Camargo. São Paulo: Martins Fontes. 1993. 135p.

_____. Manuscrito de 1929: Psicologia Concreta do Homem. Tradução por Alexandra Marenitch. Educação & Sociedade, nº 71, Número Especial. Campinas, SP: CEDES. 2000.

_____. A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. Tradução por José Cipolla Neto et al. São Paulo: Martins Fontes, 1994. 191p.

_____. Teoria e método em psicologia. Tradução por Cláudia Berliner. São Paulo: Martins Fontes. 1996. 524p.

ZEICHNER, Kenneth M. A Formação Reflexiva de Professores: Idéias e Práticas. Lisboa: EDUCA. 1993. 131p.

Anexos

**Anexo 1 - TEXTO INTRODUTÓRIO PARA UM TRABALHO SOBRE O TEMA
LUZ, DESTINADO AO 2º CICLO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

**TEXTO INTRODUTÓRIO PARA UM TRABALHO SOBRE O TEMA LUZ,
DESTINADO AO 2º CICLO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

*Paulo C. A. Raboni
Unesp – Presidente Prudente
Doutorando, FE/UNICAMP[?]
grupo de estudo e pesquisa
em Ciência e Ensino - gepCE
e-mail: pauloraboni@uol.com.br*

Introdução

A unidade de ensino que aqui discutiremos, se destina a alunos de 3ª ou 4ª série do ensino fundamental. O tema escolhido é *luz*, e procuraremos desenvolvê-lo por meio de atividades variadas, tais como leituras de textos, atividades práticas, observações do meio natural e cultural, discussões em grupos, aulas expositivas, uso de vídeo e produção de texto pelos alunos.

Para a escolha do tema, consideramos, entre outras características, a relevância social e científica dos fenômenos luminosos, a presença no cotidiano do aluno (São Paulo, 1989 - Proposta Curricular para o ensino de ciências e programas de saúde: 1º grau), a sua quase ausência no ensino fundamental, as qualidades estéticas das atividades envolvendo *luz*, a riqueza das idéias prévias de crianças na faixa etária a que nos dirigimos (basicamente 9 e 10 anos) (Gonçalves, 1997; Santos, 1991), a nossa relativa experiência adquirida em trabalhos anteriores sobre o tema (Almeida e Raboni, 1994; Raboni, 1993) e a existência de materiais de ensino sobre *luz* elaborados, aplicados e analisados, e de outros em fase de elaboração, por pesquisadores do grupo de estudo e pesquisa em Ciência e Ensino – gepCE, a que pertencemos. Pode-se dizer que *luz* é um dos temas que têm recebido uma atenção especial de nossa parte.

* Orientadora: Profa. Dra. Maria José P.M. de Almeida

Os itens que seguem são reflexões sobre o referencial sócio-histórico no qual procuramos nos basear, e algumas possíveis implicações para o ensino nessas séries. O centro das atenções na forma de ensino que proporemos são as interações dos alunos, com ênfase nas interações verbais (escritas e faladas). Estas se darão em meio às relações dos alunos entre si, deles com a professora e de todos com os materiais práticos e escritos de que faremos uso.

Pressupostos e algumas implicações para o ensino

Um ponto de partida para as discussões que iremos fazer, referente ao aprendizado escolar de ciências naturais, é a aceitação de que os alunos aprendem em qualquer proposta de ensino a que estejam submetidos. O problema, portanto, não se situa no não aprendizado, mas sim na qualidade daquilo que se aprende.

O aprendizado ocorre pelo menos em dois níveis: o primeiro, refere-se ao conteúdo explícito, geralmente acessível pelos conceitos veiculados, pelas conexões entre eles e pela forma como se referem aos objetos; o segundo, refere-se ao conteúdo implícito, presente nas representações de ensino, de ciência, de mundo, de sociedade e outras, que podem ser inferidas de uma proposta mediante sua análise.

Pode ocorrer que essas e outras representações estejam explicitadas na proposta. Defendemos aqui a idéia de que estejam, e ainda mais, que sejam coerentes com os demais componentes da proposta. Haverá da nossa parte um esforço nesse sentido.

Uma vez que sempre há interação no espaço de sala de aula, na qual os alunos escutam e falam e estão sujeitos às regras e modos do mundo adulto, sempre haverá algum aprendizado. Esta é uma decorrência da teoria de Vygotsky, que propõe a grande contribuição para a constituição do indivíduo a partir de fora, pela internalização das relações sociais. Os conceitos de **mediação** e **internalização**, centrais na perspectiva histórico-cultural do desenvolvimento humano, levam a essa concepção. Segundo essa teoria, a atividade humana é essencialmente social e simbólica. O homem, apenas em suas relações diretas (não mediadas) com os objetos, não se desenvolve em todas as suas potencialidades, o que significa dizer que o desenvolvimento humano é marcadamente social e cultural. A mediação pelo outro e pelo signo (que tem na palavra sua forma mais

forte de expressão) está na origem do desenvolvimento humano e, conseqüentemente, do processo de conhecimento, visto como produção tanto simbólica quanto material.

No entanto, a mediação sozinha não explica o desenvolvimento cultural humano. A internalização, entendida como reconstrução pelo indivíduo das ações materiais e simbólicas ocorridas no plano intersubjetivo, é a característica do desenvolvimento humano que, ao lado da mediação, o concebe como essencialmente cultural.

Para Vygotsky, as funções psicológicas superiores (atenção voluntária, por exemplo) são relações sociais internalizadas. Elas aparecem duas vezes no processo de desenvolvimento: primeiro no plano interpsicológico e só depois no plano intrapsicológico. Em especial um exemplo dado por Vygotsky ajuda a entender sua compreensão sobre esse processo: *o movimento fracassado de uma criança que tenta alcançar um objeto distante, é interpretado pela mãe, que leva o objeto até ela. A partir daí a criança começa a apontar.* Vê-se nesse caso a ação material mediada social e culturalmente. A interpretação pela mãe faz da ação material da criança, ocorrida dentro do seu campo visual, ação simbólica, que uma vez internalizada constituirá uma função psicológica. O ato material interpretado se torna ato simbólico, e aí está a raiz do desenvolvimento humano.

A reflexividade da fala, social em sua origem pela necessidade da comunicação entre os indivíduos nos processos de trabalho, internalizada, permite a antecipação das ações, ao nível simbólico. A abstração oriunda desse processo de internalização é o que difere o homem dos demais animais. Citando um trecho de Marx, Vygotsky enfatiza essa diferença:

Uma aranha executa operações que se assemelham às manipulações do tecelão, e a construção das colméias das abelhas poderia envergonhar mais de um mestre-de-obras. Mas há algo em que o pior mestre-de-obras leva vantagem, logo de início, sobre a melhor abelha, é o fato de que, antes de executar a construção, projeta-a em seu cérebro. No final do processo de trabalho, brota um resultado, que antes de começar o processo já existia na mente do operário; ou seja, um resultado que já tinha existência ideal. O operário não se limita a fazer mudar de forma a matéria que lhe oferece a natureza, mas, ao mesmo tempo, realiza nela seu objetivo, objetivo que ele sabe que rege como uma lei as modalidades de sua atuação e à qual tem necessariamente de submeter sua vontade. (Marx, apud Vygotsky, 1996, p.55)

Para Vygotsky, a origem do pensamento verbal está na fala para si mesmo decorrente do processo de internalização da fala para o outro. A criança passa a falar para si mesma da mesma forma como fala com o outro, se apropriando da palavra do outro. Uma ordem dada em uma situação concreta, se tornará, internalizada, uma função psicológica de “ordem para si mesmo” pelo uso da palavra, de origem social.

As idéias sobre qualquer objeto de conhecimento têm origem, em parte, nos contatos dos indivíduos com o mesmo, relações diretas sujeito-objeto. Mas elas ocorrem sempre num contexto cultural e ideológico, sendo portanto mediadas pelo outro. Tornam-se assim relações do tipo sujeito-sujeito-objeto. Assim, a produção de conhecimento sobre um objeto adquire, em sua origem, o caráter social e mediado, sendo qualitativamente superior ao conhecimento resultante das relações imediatas com os objetos.

Sobre o aprendizado de conceitos

O aprendizado de conceitos não é linear, como se fosse sempre necessário aprender um conceito para prosseguir no aprendizado de outro. O aprendizado de um conceito pela definição do mesmo mostra-se ineficaz (Tolstoi, apud Vygotsky, 1991, p.722) uma vez que no lugar de uma palavra colocam-se outras palavras também desconhecidas pelo aprendiz, ou das quais desconhecem-se as relações. O aluno repete a frase sem que as palavras o tenham marcado. Ou seja, não houve construção de conhecimento. O aprendizado se dá sempre sobre os conhecimentos existentes, e sempre por um processo de construção pelo aprendiz.

Isso não quer dizer que idéias não possam ser comunicadas. Uma palavra dita pelo outro, numa situação concreta e significativa para o aluno, tanto reflete quanto refrata a realidade. Desde o início de nossa formação (muito antes da entrada na escola) nossas relações com as coisas são mediadas pelo outro. Neste processo, nos apropriamos da palavra do outro para nos referirmos às coisas e para estabelecermos relações com outras palavras nossas. A construção de uma réplica, segundo Bakhtin, nos ajuda na compreensão desse processo. Para Bakhtin,

A cada palavra da enunciação que estamos em processo de compreender, fazemos corresponder uma série de palavras nossas, formando uma réplica. Quanto mais numerosas e substanciais forem, mais profunda e real é a nossa compreensão. (Bakhtin, 1981, p.132)

A construção da réplica, da maneira como a considera Bakhtin, se aproxima da aquisição de novos conceitos pela criança segundo Tolstoi:

Quando ela ouve ou lê uma palavra desconhecida numa frase, de resto compreensível, e a lê novamente em outra frase, começa a ter uma idéia vaga do novo conceito: mais cedo ou mais tarde ela...sentirá a necessidade de usar essa palavra - e uma vez que tenha usado, a palavra e o conceito lhe pertencem... Mas transmitir deliberadamente novos conceitos ao aluno... é, estou convencido, tão impossível e inútil quanto ensinar uma criança a andar apenas por meio das leis do equilíbrio. (Tolstoi, p.143, apud Vygotsky, 1993, p.72)

Aprender ciências significa, entre outras coisas, incorporar conceitos científicos e suas estruturas na constituição de estruturas de pensamento do sujeito que aprende. Significa passar a olhar pela refração permitida pelos conceitos aprendidos os objetos que se quer conhecer. Nesse sentido é que merecem atenção especial as formas como a mediação age sobre as crianças, como elas se apropriam das palavras dos outros (alunos, professor, livro, etc.) para se referirem aos objetos estudados (textos, atividades práticas, elementos do cotidiano).

Nosso referencial permite inferir sobre como a realidade passa a ser percebida por alguém a partir da mediação pela fala do outro: a realidade é refletida e refratada pela palavra. As palavras não têm o uso restrito de informar, mas também “orientam a observação, persuadem, convencem, e ajudam a estruturar o pensamento” (Candela 1997, p.1, citando Vygotsky 1984). Obviamente não poderemos prescindir das relações diretas do sujeito com o objeto de conhecimento. As atividades práticas propostas têm justamente a finalidade de acentuar essas relações. No entanto elas serão sempre mediadas pelos elementos da cultura: saberes que as crianças já trazem, conceitos apresentados pelo professor, conceitos e explicações lidos em um texto. Assim, ao observarmos como um aluno realiza uma atividade, não estaremos restritos às modificações que ele promove em sua ação a partir da prática, do contato direto, da ação e da avaliação

das reações do objeto. Serão importantes as modificações nos modos de agir resultantes das conversas com os colegas e com o professor. Igualmente importantes serão a produção e a negociação de sentidos, estabelecidas entre professor, alunos e conhecimento sistematizado, frente aos fenômenos em estudo e em meio às relações possíveis entre as partes envolvidas.

A imitação e a Zona de Desenvolvimento Proximal

A imitação, segundo nosso referencial, é fator importante de aprendizagem. Para Vygotsky, quando ocorre a imitação de um procedimento por exemplo, a "ajuda" do outro atua no que ele denomina zona de desenvolvimento proximal (ZDP). Quem imita está fazendo algo que depois conseguirá fazer sozinho. Assim, é importante que os alunos vejam o professor realizando tarefas que depois deverão realizar sozinhos (Candela, 1995, p.5), como a construção da câmera de orifício e outras atividades práticas desta unidade de ensino proposta.

Também é importante considerar que a "ajuda" não ocorre sempre em situações harmônicas, de colaboração, conforme aponta Cecília Góes (Góes, 1997, p.119-120). Os alunos encontram apoio para suas ações e verbalizações nas palavras e ações dos outros, em situações de conflito em que idéias e pontos de vista diferentes estão em choque. A criança tem que unir argumentos a favor de suas idéias e para isso faz uso das palavras do outro, dos argumentos do outro, modificando-os. Convém lembrar que nem sempre a lógica empregada nessas argumentações é formal, do tipo "se ... então". Outros valores entram em jogo, próprios do universo da criança e de suas estruturas mentais. De uma forma ou de outra, há o esforço para se contrapor a uma idéia, o que já implica em um movimento de pensamento característico do aprendizado.

A especificidade do aprendizado na escola

Sobre o aprendizado tipicamente escolar, o conceito de **currículo oculto** como é apresentado por Michael Apple (1982), nos dá pistas que permitem ir além do imediato. Por trás dos conteúdos específicos de cada disciplina, e das formas de

organização da escola, os alunos aprendem outros conteúdos implícitos sobre comportamentos considerados adequados, envolvendo habilidades e atitudes.

Nessa análise, também ajuda a esclarecer esse aprendizado do currículo não explícito a categoria **avaliação**, conforme apresentada por Freitas, que enfatiza os modos informais de avaliação. A avaliação informal é entendida como “a construção, por parte do professor, de juízos gerais sobre o aluno, cujo processo de constituição está encoberto e é aparentemente assistemático.” (Freitas, 1995, p.145). O aluno quando submetido ao espaço escolar, passa, continuamente, por um processo de avaliação, e isso ocorre não só nos momentos formais, como as provas. Os modos informais de avaliação incluem a comparação entre alunos, a comparação dos alunos com um aluno ideal, o julgamento de comportamentos, de modos de se vestir, de modos de falar, de responder às exigências escolares, a concessão de espaço e voz aos alunos que mais se aproximam de um ideal, as análises apressadas que relacionam fracasso profissional com fracasso escolar (“se você não estudar, vai acabar sendo lixo como seu pai”), e outros.

Esses modos peculiares da escola proceder moldam o aluno muito além daquilo obtido com o currículo explícito, constante dos manuais didáticos e propostas de ensino, dos planos de aula e dos projetos pedagógicos das escolas.

O contexto de sala de aula tem uma especificidade em termos lingüísticos. Como esfera particular da atividade humana, o ensino escolar possui o que Bakhtin denomina gênero de discurso. As relações dos indivíduos entre si, e deles com os objetos de conhecimento, são marcadas pelas características historicamente adquiridas pela instituição escolar. O típico da escola demanda formas específicas de ação e de comportamento. Para citar um exemplo, as perguntas feitas pelo professor aos alunos, em geral já têm respostas conhecidas, e produzem no contexto escolar modulações do comportamento das crianças. Além dos conteúdos que elas evocam, os alunos aprendem modos de comportamento. O caráter modulador de comportamentos fica evidenciado pela constante avaliação a que os alunos são submetidos, tanto a formal quanto a informal (Freitas, 1995).

Outra especificidade da escola diz respeito ao conhecimento nela veiculado. Historicamente a escola se tornou o local de acesso ao conhecimento científico.

Entendemos conhecimento científico como aquele em que os conceitos se constituem em rede, relacionando-se uns com os outros, além de se relacionarem com os objetos de conhecimento. Vygotsky difere conhecimento científico de conhecimento de senso comum, apontando que neste segundo os conceitos se relacionam diretamente com os objetos, enquanto que no conhecimento científico os conceitos relacionam-se fortemente entre si, além de se dirigirem aos objetos (Vygotsky, 1991). Uma palavra que se dirige a outra palavra, e, constituindo-se em forma de rede, fazem a mediação dos sujeitos com os objetos.

Para que o aluno desenvolva sua capacidade de apresentar idéias, tentar explicar, argumentar, etc., é necessário que haja espaço para isso na sala de aula. Conforme já foi dito, sempre ocorre algum aprendizado, mas se queremos que as crianças aprendam que suas idéias são importantes, que as idéias dos demais podem ser questionadas (inclusive as do professor e dos materiais de ensino), é importante que exercitem a argumentação, o debate, o confronto de idéias.

Em um ambiente onde as crianças têm liberdade para falar, onde são ouvidas e suas opiniões são levadas em conta, são questionadas, onde estão em constante relacionamento com os objetos e com os outros na busca de respostas para problemas bem determinados e compreendidos, não só os conceitos encontrarão campo propício para serem construídos, mas também habilidades e atitudes mais livres frente ao conhecimento e ao outro poderão se desenvolver. Fazendo isso estaremos construindo um ambiente propício não somente ao aprendizado dos conceitos específicos da disciplina ensinada, mas também ao aprendizado da liberdade de expressão, da atitude crítica e ao mesmo tempo de respeito frente às idéias dos demais. O aluno estará aprendendo a se manifestar, a ouvir os outros, a não ter medo de se expor, a não ter medo de se equivocar, e também a ver a ciência como algo mais próximo.

É nosso interesse que os alunos incorporem a idéia de que têm capacidade de aprender, e que o façam tendo também um relacionamento agradável com o tema e com o ensino do mesmo. Repetindo a frase de Georges Snyders, já muitas vezes dita (Snyders, 1988), pode e deve haver “alegria na escola”, e alegria não só pela convivência e pelas brincadeiras, mas também pelo esforço de superação das dificuldades e pelo exercício de

transformação do próprio pensamento. No caso das crianças a que esta unidade de ensino se dirige, é notável a proximidade existente entre o aprendizado formal e o lúdico. Realidade e fantasia se mesclam gerando uma visão de mundo rica e propícia a transformações.

Também é de nosso interesse que o aluno forme uma idéia a respeito da ciência não como algo distante, mas acessível e possível de ser aprendida por ele. Ou seja, queremos que os alunos se iniciem no aprendizado das ciências naturais, não apenas nos conteúdos específicos das mesmas, mas iniciando uma percepção da ciência em outras dimensões como a social, a política, a tecnológica.

Nesse sentido, serão necessárias tanto a explicitação dessas intenções quanto a coerência de todo o projeto com as mesmas.

Considerando a faixa etária dos alunos a quem o material se destina, é importante que a forma de apresentação e a linguagem utilizadas sejam leves, que ressaltem o aspecto lúdico da produção de conhecimento, que sejam divertidas e que remetam a elementos do dia-a-dia das crianças.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M.J.P.M. de; RABONI, P.C. de A. (1993). *A Luz - Vendo Através de Um Óculos*. Campinas: FE/UNICAMP. Textos de apoio ao ensino.

APPLE, M.W. (1982). *Ideologia e currículo*. São Paulo: Brasiliense.

BAKHTIN, M. (1981). *Marxismo e filosofia da linguagem*. São Paulo: Hucitec.

CANDELA, A. (1995). *La Elaboración de Material Didáctico desde la Investigación Educativa en el Aula*. DIE/CONAFE. México.

FREITAS, L. C. de (1995). *Crítica da Organização do Trabalho Pedagógico e da Didática*. Campinas: Papirus.

FREITAS, L. C. de (1997). Avaliação: Construindo o Conceito. *Ciência & Ensino*, n.3, dez/97

GÓES, M. C. R. de (1997). A Construção de Conhecimentos e o Conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal. In: *Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências*; Belo Horizonte: UFMG-FE: UNICAMP-FE.

GONÇALVES, M.E.R. (1997). *As Atividades de Conhecimento Físico na Formação do Professor das Séries Iniciais*. São Paulo: FE/USP. Tese de Doutorado.

RABONI, P.C. de A. (1993). *A Fabricação de Um Óculos: Resgate das Relações Sociais, do Uso e da Produção de Conhecimento no Trabalho*. Campinas: FE/UNICAMP. Dissertação de Mestrado.

SANTOS, M.E.V.M. dos (1991). *Mudança conceptual na sala de aula*. Lisboa: Livros Horizonte.

SÃO PAULO (Estado) (1989). *Proposta curricular para o ensino de ciências e programas de saúde: 1º grau*. SE/CENP.

SMOLKA, A. L. B. e GÓES, M. C. R. de. (orgs.)(1993). *A linguagem e o outro no espaço escolar: Vygotsky e a construção do conhecimento*. Introdução (pp. 9-13). Campinas: Papirus.

SNYDERS, G. (1988). *A alegria na escola*. São Paulo: Manole.

VYGOTSKY, L.S. (1993). *Pensamento e Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes.

_____. (1996). *Teoria e Método em Psicologia*. São Paulo: Martins Fontes.

Anexo 2 - ATIVIDADES DE CIÊNCIAS PARA AS SÉRIES INICIAIS

TEMA: LUZ

ATIVIDADES DE CIÊNCIAS PARA AS SÉRIES INICIAIS

TEMA: LUZ[?]

Paulo César de Almeida Raboni

Princípios Norteadores

- ? *As atividades propiciam o contato (relação) das crianças com os materiais, e este contato é sempre mediado, seja pelo professor, seja pelo texto ou outro recurso didático. Recomenda-se que as crianças se sintam livres para agir, mas alguns objetivos devem ser apresentados com antecedência. É importante que o professor observe as crianças em atividade tentando perceber seus modos de pensar observáveis pelas ações sobre os materiais. A intervenção do professor é recomendada mas esta não deve atropelar os raciocínios das crianças. Não pode haver pressa de fazê-las darem as respostas que consideramos certas.*
- ? *As atividades propiciam a interação verbal das crianças. Elas por si só já falam dentro e fora da escola sobre variados assuntos de sua preferência. Assim, as atividades oferecem elementos que direcionam as falas aos objetos presentes nos fenômenos a serem estudados. Também durante as falas haverá necessidade da intervenção do professor. Mas do mesmo modo esta não pode adiantar-se demasiadamente com relação ao que as crianças estão falando e propondo. O professor pode questionar, solicitar mais argumentos dos alunos na defesa de suas idéias. O debate, a argumentação, a troca, o uso das palavras dos outros são elementos importantes no aprendizado. Pretende-se que a problematização possível frente aos fenômenos fortaleça a necessidade de argumentação nos alunos.*

[?] Exceto pela inclusão das figuras, este texto corresponde em forma e conteúdo ao que foi utilizado com as professoras. Durante a realização das atividades, as figuras foram substituídas pelos objetos reais que representam.

Descrição das Atividades

- 1. Leitura de estória em quadrinhos**
- 2. Fotografia**
- 3. Sombras**
- 4. Caleidoscópio**
- 5. Exploração do meio com uma lupa**
- 6. Microscopia**
- 7. Laser**
- 8. Leitura de texto**
- 9. Vídeo sobre o tema Luz, da Enc. Britânica**
- 10. Persona. Um jogo com espelho semi-refletor**

Obs: A ordem das atividades não será necessariamente esta

1. Leitura de estória em quadrinhos

Características da HQ: (parte da HQ encontra-se em anexo – Figura 17)

- tem como centro atividades e brincadeiras sobre o tema luz. As personagens da HQ são desafiadas a obterem objetos e instrumentos que tenham a luz como parte importante em seu funcionamento. Uma espécie de gincana em que as crianças da HQ deverão se mobilizar.
- Procura trazer o universo da criança, suas preocupações, seus modos de pensar e de falar, suas fantasias, o querer ser notado pelos pais, pela professora, etc.
- É uma estória bem humorada, cheia de piadas e brincadeiras, na tentativa de enfatizar o aspecto lúdico, o divertimento propiciado pela leitura

Características do trabalho a ser desenvolvido

As crianças recebem a revista de presente, podendo levar para casa, etc. Dependendo da forma como iniciarem a interação com a mesma (se já começarem a ler) não é necessária a solicitação da leitura pelo professor. Esta deve ocorrer somente se os alunos não tomarem a iniciativa. Espera-se, pelas características dos alunos e do texto oferecido, que a leitura seja iniciada espontaneamente pelas crianças.

O professor pode caminhar pela classe acompanhando a leitura dos alunos, vendo como lêem, que tipo de dúvidas e curiosidades têm, auxiliando-os na leitura de alguma palavra desconhecida ou outras dificuldades.

Depois que todos tiverem terminado a leitura, o professor pede que se reúnam em pequenos grupos e conversem sobre a estória. Nesse momento ele acompanha as conversas das crianças atento às suas idéias.

Finalmente, num grande círculo, as crianças são incentivadas a falarem sobre a estória e das coisas que ela evoca. É o momento das crianças trazerem para a discussão suas experiências com os assuntos e coisas tratados no texto. Estes momentos de conversa entre as crianças com a mediação do professor são fundamentais para que a leitura se aprofunde. Os sentidos atribuídos ao texto por cada leitor serão enriquecidos pelos sentidos atribuídos pelos demais. Lembramos que esses sentidos dependem tanto do sentido mais estável da palavra no contexto em que foi citada (léxico-dicionário) quanto da memória dos leitores, da história de cada um.

Ligado ao item anterior, vemos que a compreensão do texto depende da atribuição de sentidos pelos alunos, que estará sempre em tensão com o sentido pretendido pelo autor. Ler um texto não é somente decifrar cada palavra ou oração que o compõe, mas sim adentrar num espaço de significados onde os vários conceitos-palavras se relacionam entre si e se referem aos objetos que nomeiam/definem/conceituam de maneira particular. Para citar um exemplo, a palavra luz pode ter conotações diferentes dependendo da área em que for considerada. Cotidianamente pode ser uma referência à lâmpada, pode ter o sentido de idéia (“me dá uma luz”). No contexto religioso pode representar divindade. Sob o ponto de vista da física, o conceito de luz é muito particular, e sua construção atravessou milênios, tendo sido preocupação de pensadores desde Demócrito (460?-360 a.C.). A compreensão pelo aluno desse modo particular da física conceber a luz, que requer a construção do conceito por ele, pode passar por esses e outros sentidos comumente atribuídos. Dar espaço a esses outros sentidos no contexto escolar não significa banalizar o conceito conforme a visão da ciência e nem admitir que “tudo vale”. Significa buscar o estabelecimento de pontes para que o aluno possa transitar entre sua esfera de uso da palavra para a esfera da ciência. De certa forma, significa construir um sentido na tensão deste com os outros sentidos pertencentes a gêneros de discurso diferentes. É bom lembrar que os outros sentidos não perdem sua validade e importância, mesmo porque continuam a ser usados nas situações em que não se requer o rigor científico no tratamento dos objetos e das palavras.

Na HQ em questão, outros sentidos aparecem. Além deles, outros sentidos serão atribuídos pelas crianças. A valorização desses sentidos é fundamental para que outros sentidos possam ser experimentados pelos alunos.

2. Construção de uma câmera de orifício e seu uso na produção de fotografias em preto e branco.

Nesta atividade, as crianças serão orientadas na construção de uma câmera de orifício simples, com uma lata de leite em pó ou similar, e aprenderão a fazer fotos em preto e branco utilizando esse tipo de câmera. Desenvolverão todo o processo, desde a construção da câmera até a revelação das fotografias em uma sala escura.

Esta é uma atividade que requer tempo e paciência pois é necessário desenvolver tanto a compreensão do funcionamento da câmera quanto habilidades manuais para a construção da mesma e para a revelação das fotos.

Este processo simples para fotografar é mencionado na HQ que os alunos já terão lido na atividade 1, portanto já terão curiosidades sobre o assunto e algumas dúvidas, bem como algumas explicações. Tudo isso poderá ser explorado durante a realização da atividade.

Ela é rica em processos que envolvem o centro desta unidade de ensino: Luz. Muitas das características da luz estão envolvidas no funcionamento da câmera, de modo a favorecer as discussões sobre os modelos das crianças sobre o comportamento da luz a percepção dos argumentos que elas usam para explicar o que vêem e fazem.

A ajuda do professor é fundamental no desenvolvimento desta atividade.

Desenvolvimento da atividade

Exploração das idéias e conhecimentos dos alunos sobre fotografia.

Nesse momento inicial, procura-se estabelecer uma conversa com os alunos, na qual eles contem o que sabem, o que já viram, e suas histórias sobre fotografia (fotos que já tiraram, máquinas que já viram, etc.). Espera-se que muitas idéias se manifestem nessa conversa, fazendo com que o professor tenha pontos onde se apoiar nas explicações que der. No final da conversa, o professor propõe animadamente que sejam construídas câmeras fotográficas pelos alunos. Perguntas surgirão, e o professor terá que explicar que tipo de câmera será construída e o que os alunos terão que fazer. O fundamental nesse momento é dizer que a câmera será bastante simples, mas apesar disso, pode-se obter boas fotos e aprender muito sobre o processo.

Seguem-se a organização de pequenos grupos e a solicitação de alguns materiais. Cada aluno deverá conseguir uma lata de leite em pó com tampa de lata. Os demais materiais podem ser conseguidos também pelos alunos, mas não é necessário que cada um tenha o seu: martelo, prego, papel alumínio, tinta esmalte preta fosca, pincel pequeno e macio, fita adesiva, tesoura, lâmpada vermelha fraca (20w), fio de extensão, fita isolante, agulha, vidro liso de 20cmx20cm, lâmpada incandescente branca.

Além desses materiais comuns, são necessários os específicos para a produção de fotografias. São eles: papel fotográfico em preto e branco, revelador, fixador, 3 bandejas. O espaço deve ser adaptado para a montagem das câmeras e para a revelação das fotografias: sala escura com instalação de água e luz (um pequeno banheiro pode ser adaptado).

Os pequenos grupos de alunos permanecerão pouco tempo nesta sala escura, mas o professor não. Por isso, se estiver muito calor, recomenda-se a instalação de um ventilador na sala improvisada.

A construção da câmera demora um certo tempo devido principalmente à pintura interna da lata. Assim, sugere-se que depois de feita, o professor siga com uma outra atividade enquanto espera a secagem e conseqüentemente condições para continuar a fazer as fotos. Pelo menos um dia de secagem é necessário.

Construção da Câmera

Tendo em mãos todos os materiais necessários para a primeira fase (lata, martelo, prego, fita adesiva, papel alumínio, tinta e pincel), pode-se iniciar a construção da câmera. A câmera que será construída é bastante simples, sem lentes, funcionando apenas com um furinho de agulha. Por isso ela é chamada de câmera de orifício, ou pin-hole (buraco de alfinete). A primeira coisa a fazer é limpar a lata por dentro, para garantir a adesão da tinta e da fita adesiva. Depois disso, faça um furo no fundo da lata com o prego e o martelo, conforme a figura 1. Esse furo deve ter um diâmetro de 3 milímetros aproximadamente, e deve ser feito no centro do fundo da lata.



Figura 1



Figura 2

Com auxílio do cabo do martelo ou de outro objeto, bata pelo lado de dentro da lata para eliminar as rebarbas do furo.

Em seguida, com fita adesiva, cole um pequeno pedaço de papel alumínio pelo lado de dentro da lata, vedando o furo feito com o prego (figura 2). O papel alumínio comum pode ser fino demais para essa construção, tornando-se muito frágil. Se puder, substitua-o com um papel mais grosso, normalmente encontrado na própria lata de leite em pó não aberta, por baixo da tampa.



Figura 3



Figura 4

A câmera já está pronta para ser pintada por dentro com tinta preta fosca (figura 3). Essa pintura requer cuidado pois a tinta não é lavável e tem cheiro forte. Uma alternativa seria a de revestir a lata com papel preto fosco (figura 4). Em qualquer uma das opções, tome o cuidado de não deixar falhas pois elas permitirão a reflexão da luz, o que pode prejudicar a qualidade final da fotografia.

No caso de optar pelo revestimento com papel, pode-se dar um acabamento com tinta guache preta, principalmente sobre o papel alumínio que é uma parte importante da câmera (figura 5).



Figura 5



Figura 6

Agora é só fazer um pequeno furo com a ponta da agulha no papel alumínio (figura 6) que a câmera estará pronta. Por esse furo é que entrará a luz que produzirá a fotografia. Se ele for muito grande a foto perderá a nitidez. Assim, tenha cuidado quando for furar.

Normalmente o diâmetro da agulha é muito grande, devendo ser usada somente a ponta da agulha. Pode-se utilizar uma corda de aço para violão (a mais fina). Ela tem um bom diâmetro para essa aplicação e é cilíndrica, eliminando o risco de afundar demais e tornar o furo muito grande, como é o caso da agulha. Finalmente, cole pelo lado de fora da lata, sobre o furo, um pequeno pedaço de fita isolante. Ela evitará a entrada de luz na câmera, devendo ser retirada somente no momento de fotografar.

Sua câmera já está pronta. Basta colocar o papel fotográfico e escolher o que irá fotografar.

As câmeras podem também ser enfeitadas. Uma idéia interessante é que cada aluno crie uma decoração externa para a sua câmera, recortando figuras de revistas ou pintando as próprias figuras e colando-as na lata.

Adaptação da sala escura

A sala da montagem do papel fotográfico na lata (câmera) e da revelação da fotografia deve ser protegida da luz do dia e da luz de lâmpadas comuns brancas. A única iluminação permitida é a de uma pequena lâmpada decorativa vermelha (15 ou 20 Watts). O papel fotográfico que será utilizado é pouco sensível a essa luz, podendo ficar exposto à mesma. Isso é fundamental pois, caso contrário, toda a montagem

e revelação teria que ser feita no escuro absoluto. Assim, na adaptação da sala escura, vede bem as janelas e frestas da porta com cortinas, cobertores, cartolinas grossas ou coisas similares.

Ilumine o local onde será feita a montagem (mesa ou carteira) colocando a lâmpada vermelha a uma distância de aproximadamente 1 metro (figura 7). Deixe sempre sobre a mesa uma caixa de sapatos para guardar o papel entre uma montagem e outra, uma tesoura para cortar as folhas no tamanho da tampa das latas, fita adesiva e fita isolante.



Figura 7



Figura 8

Para a fase da revelação será necessária uma pia ou um reservatório de água de 20 ou 30 litros para a lavagem final das fotos, além das três bandejas (figura 8).

Montagem do papel nas câmeras

Divididos em pequenos grupos, os alunos entrarão na sala para montarem suas câmeras. Lá estando, eles observarão o professor durante a montagem.

A montagem consiste na fixação do papel fotográfico na tampa da lata. Esta fixação pode ser feita com fita adesiva. Retire as folhas de papel fotográfico da caixa e do envelope, uma a uma, corte-as num tamanho apropriado para a tampa da lata. Enrole pequenos pedaços de fita adesiva e cole-os na parte de trás do papel. É importante notar que na parte de trás do papel existem pequenas marcas impressas, bem fraquinhas, com o logotipo do fabricante (Kodak, Fuji, etc.). A outra face é a que deverá ficar exposta à luz que entrar pelo furo. Abra as latas, uma a uma, e cole o papel nas tampas conforme descrito, fechando as latas em seguida.

Certifique-se de que os pequenos furos de agulha estejam cobertos com a fita isolante (figura 9). Acabou! Você tem em suas mãos uma câmera de orifício (pin-hole) prontinha para ser usada. Os alunos deverão levá-la para casa para fotografarem o objeto que quiserem.

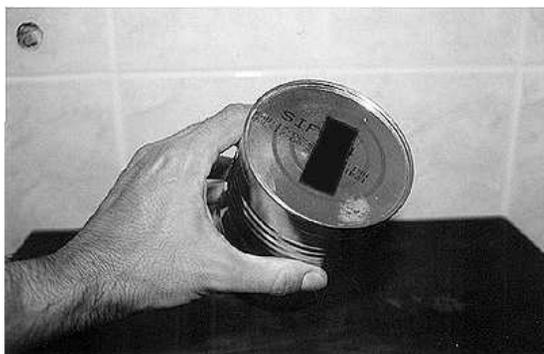


Figura 9

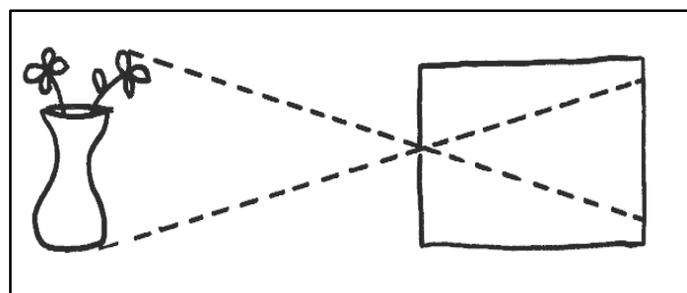


Figura 10

Como fazer a fotografia

Devido à simplicidade da câmera, seu uso exige mais cuidados do fotógrafo. Ele deve estar atento a uma série de detalhes como iluminação do objeto a ser fotografado, distância da câmera ao objeto, direcionamento da câmera, fixação da câmera, tempo de exposição.

A câmera de orifício não permite que seja visto pela lente ou pelo lado de dentro o objeto que será fotografado. Assim, não será possível um alinhamento exato e nem focalização (desnecessária neste caso pois não há lentes na câmera).

Para o objeto não fique nem muito pequeno e nem muito grande na foto, é necessário um controle da distância.

Na figura 10 vemos alguns detalhes desse controle. Nela vemos dois triângulos semelhantes, formados pelas linhas retas que ligam os extremos do objeto fotografado aos extremos do papel fotográfico.

Isso deve ser feito porque a luz caminha em linha reta enquanto não muda de meio (do ar para a água, do ar para o vidro de uma lente, etc.)

Pelas proporções dos triângulos, mostra-se que a distância que a câmera deve estar do objeto que se quer fotografar deve ser aproximadamente o dobro do tamanho desse objeto, já que o comprimento da câmera é mais ou menos o dobro do tamanho do papel. Assim, se queremos fotografar uma árvore de três metros de altura, a câmera deve ser colocada a uns 6 metros de distância da árvore.

Não dá pra focalizar. Assim, é necessário ter pontaria quando for direcionar a câmera para o objeto.

Recomenda-se não fotografar objetos muito grandes e que estejam muito distantes pois a qualidade da foto pode cair.

Quanto às condições de iluminação, recomenda-se que a câmera seja colocada com a tampa voltada para a fonte de luz e a frente voltada para o objeto, já que a luz que importa para fazer a foto é aquela refletida pelo objeto e não a que vem direto da fonte (sol ou lâmpada) [figura 11].

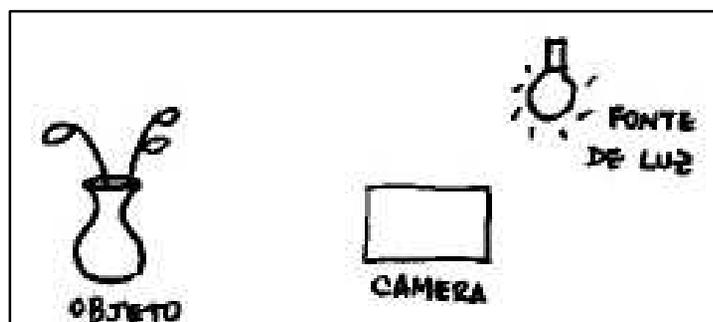


Figura 11

Evite colocar a câmera no sol. O que não quer dizer que o objeto fotografado não possa estar no sol. Escolhido o objeto e feitos os cálculos aproximados da distância da câmera, ela deve ser fixada na posição correta. Faça para isso um apoio com tijolos ou livros, ou mesmo colando a câmera sobre uma mesa com fita adesiva.

O orifício já pode ser aberto para que a luz entre e produza a fotografia no papel. Retire para isso a fita isolante colada sobre o furo.

Mas quanto tempo devemos deixar a câmera aberta?

Nossa câmera tem poucos recursos e pelo furo entra somente uma pequena quantidade de luz refletida pelo objeto. Assim, ela deve ficar aberta por um tempo muito maior que as câmeras com lente automáticas. Nosso tempo é da ordem de minutos ou até horas, dependendo das condições de iluminação. Abaixo temos uma tabela com alguns tipos de iluminação e os respectivos tempos de exposição. Eles são aproximados, e podem variar em função da câmera. Só para que se tenha uma idéia, se o diâmetro do furo de uma câmera for o dobro do de outra câmera, entrará quatro vezes mais luz, exigindo um tempo de exposição de um quarto portanto. Se a câmera de furo menor tiver que ficar dez minutos, a de furo maior deverá ficar só 2 minutos e meio para não queimar a foto.

Condições de iluminação	Tempo de exposição
Lâmpada incandescente 60W	De 2 a 3 horas
Luz do sol	5 minutos
Luz do dia à sombra	10 minutos

Tabela 1 – tempo de exposição

Após a exposição, a câmera deve ser fechada novamente com a fita isolante e levada para a revelação, na sala escura.

Revelação

A revelação é feita em duas etapas. Na primeira etapa é revelado o negativo da foto. Na segunda etapa, pelo contraste proporcionado pelo negativo, é revelada a foto definitiva.

Revelação do negativo

Leve os alunos em pequenos grupos para a sala escura a fim de proceder a revelação. Na sala já deverão estar preparados com antecedência o revelador [ver anexo – preparação do revelador], o fixador [ver anexo – preparação do fixador], o interruptor da revelação [ver anexo - preparação do interruptor da revelação], e o reservatório com água.

Abra uma câmera, retire com cuidado o papel fotográfico e retire dele os pedaços de fita adesiva. Mergulhe-o com uma pinça na bandeja com o revelador e deixe até que a imagem apareça. Quando a imagem aparecer, retire-o rapidamente e coloque na bandeja com o interruptor da revelação. Não é necessário deixá-lo muito tempo nesta bandeja. Alguns segundos são suficientes. Agora transfira o papel para a bandeja com o fixador, mexendo com a pinça por alguns minutos. Finalmente retire o papel e mergulhe no reservatório com água, para a lavagem que removerá os resíduos dos processos anteriores. O negativo da foto está pronto. Note que os contrastes de claro e escuro estão invertidos. O que era claro no objeto fotografado está escuro no papel fotográfico. Isso ocorre porque o papel é sensível à luz, e onde ela incide ocorre uma reação que altera a cor quando revelado. Cada ponto onde bateu luz fica marcado com um ponto preto. Cores diferentes produzirão no papel tons diferentes de cinza. Deixe as fotos para secar, em um varal improvisado ou sobre uma toalha de algodão seca.

Revelação da fotografia

Depois que todos os alunos tiverem seus negativos revelados e secos, passe para a fase de revelação da fotografia final.

Para fazê-la, entre novamente na sala escura em pequenos grupos. Lá estando, pegue uma folha grande de papel fotográfico e a coloque sobre a mesa com o lado sensível para cima. Sobre ele, distribua os negativos com a face para baixo, prendendo-os contra o papel com auxílio do vidro liso (figura 12) . Depois de fazer esta montagem, acenda a lâmpada incandescente branca por um curto intervalo de tempo, contando até três (dois ou três segundos aproximadamente). Apague a luz, retire o vidro e os negativos de cima do

papel, e faça a revelação das fotos. Ela segue os mesmos passos da revelação dos negativos, só que agora o contraste será invertido: onde estava branco deixará passar luz e produzirá na foto um ponto preto, e vice-versa.

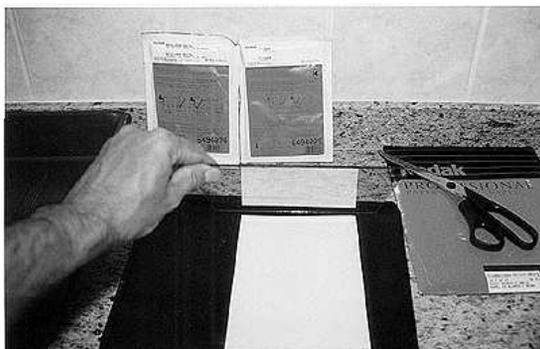


Figura 12

O tempo de exposição poderá variar um pouco em função da potência da lâmpada e de sua distância até o papel fotográfico. Provavelmente alguns testes terão que ser feitos até que se chegue ao tempo ideal.

3. Sombras

3.1. A primeira das atividades sobre sombras será uma adaptação da atividade apresentada por Gonçalves (1995) [GONÇALVES, M. E .R.; CARVALHO, A. M. P. As atividades de conhecimento físico: um exemplo relativo à sombra. Caderno Catarinense de Ensino de Física. Volume 12, número 1, pp. 7-16. 1995.]. Nessa atividade as crianças são questionadas sobre a possibilidade de produzirem sombras iguais com objetos de diferentes formatos como os descritos na figura abaixo. Em uma sala onde tenha sido instalada previamente uma lâmpada incandescente, os alunos em grupos tentam produzir sombras iguais a partir de tantos pares de figuras quantos conseguirem entre os cartões quadrados, retangulares e circulares, nas cores preta e branca.

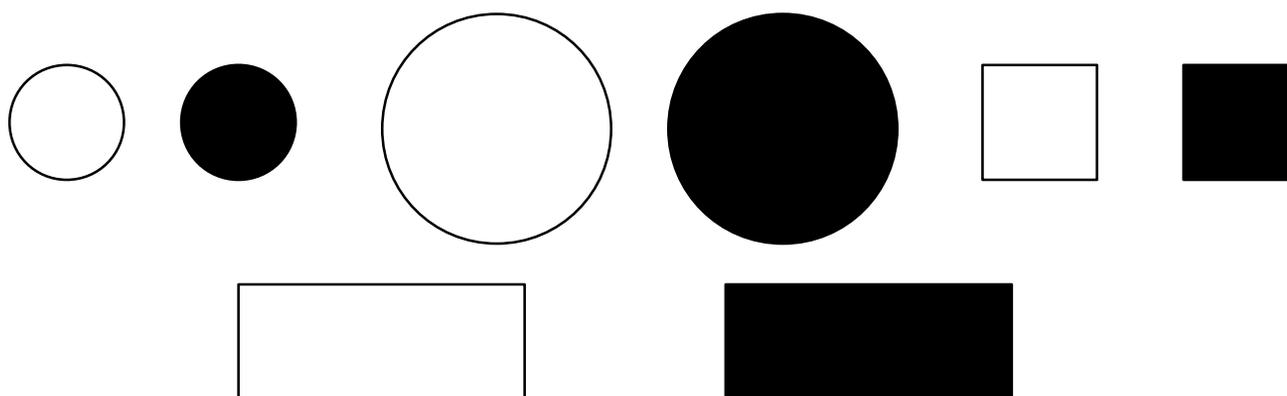


Figura 13 – modelos dos cartões

3.2. Na segunda atividade com sombras, será construído um teatro de sombras utilizando-se materiais simples. Um biombo com um corte retangular preenchido com um tecido branco, com a instalação de uma lâmpada incandescente na parte de trás, possibilitará a produção de sombras projetadas sobre a tela a partir de figuras opacas colocadas entre esta e a lâmpada, conforme indicado na figura.

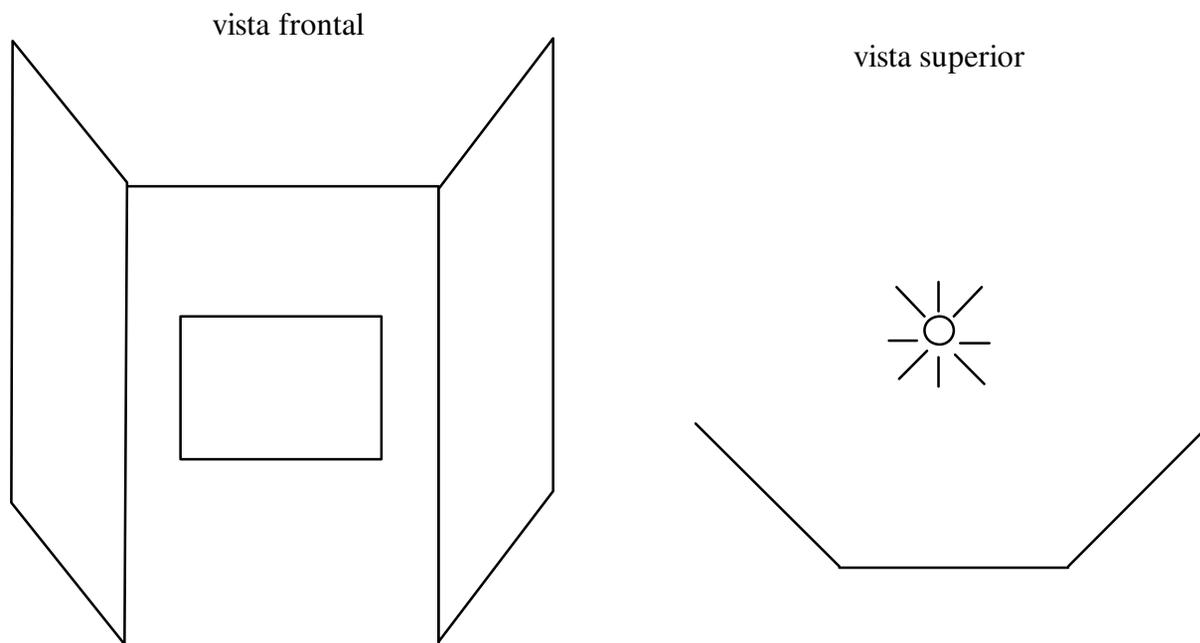


Figura 14 – vistas do biombo

4. Caleidoscópio

Nesta atividade os alunos divididos em grupos recebem os materiais necessários para a construção de um caleidoscópio. Os materiais são: tubo, tampas e espelhos, pequenos objetos transparentes e coloridos para variar as formas nos caleidoscópios. Os alunos podem utilizar folhas e insetos mortos recolhidos no pátio da escola para produzirem as imagens no caleidoscópio.

Esse brinquedo produz imagens em série a partir de três espelhos dispostos em forma de triângulo eqüilátero como na figura abaixo:

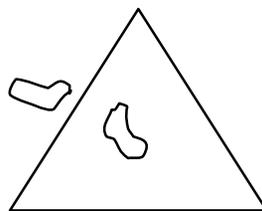


Figura 15 – Reflexão em um espelho

Um objeto colocado no espaço entre os espelhos terá uma imagem produzida por cada um deles. Mas cada espelho produz também a imagem da imagem produzida pelo outro, e assim sucessivamente. No limite, teremos infinitas imagens se distribuindo em triângulos que preenchem todo campo visual no interior do caleidoscópio.

5. Exploração do meio com uma lupa

Nesta atividade, as crianças em duplas percorrerão o pátio da escola munidos de uma pequena lupa do tipo facilmente encontrado nas lojas de “1,99”. Com as lupas, as duplas receberão como tarefa localizar pequenos objetos (folhas, insetos mortos, pedras, pedaços de papel e tecido, areia, fragmentos de árvores, etc.) e observá-los atentamente, descrevendo sua textura e composição. Com a atividade pretende-se encaminhar as crianças à compreensão do uso de instrumentos pelo homem de modo a ampliar sua capacidade de observação e de intervenção.

6. Microscopia

De forma idêntica à da atividade anterior, as crianças coletarão pequenos objetos e observarão os mesmos ao microscópio, comparando sua capacidade de ampliação com a da lupa. Serão incentivados a fazerem desenhos dos objetos observados, destacando os detalhes que conseguirem observar. Após a atividade, os desenhos serão expostos e comparados, e sobre eles a professora conversará com a classe. Novamente destaca-se a ampliação da capacidade de observação conseguida por instrumentos, no caso, o microscópio.

7. Laser

O laser é uma das mais importantes conquistas tecnológicas da física de todos os tempos, desenvolvido a partir da evolução da mecânica quântica no início do século. Presente atualmente em várias aplicações, desde aquelas já presentes no dia a dia de boa parte da população como os aparelhos de CD até as mais sofisticadas utilizadas em tecnologias da comunicação e em tratamentos médicos e pesquisas na física de partículas.

Chega a ser espantoso que esse instrumento que incorpora os mais importantes avanços da física e da tecnologia esteja disponível no mercado por alguns reais.

A ponteira laser, como ficou conhecida, é utilizada para os mais diversos fins, passando pela aplicação em conferências como indicador de texto projetado em tela, como indicador de objetos e detalhes de museus e monumentos por guias de turismo, chegando a ser utilizado, nas mãos habilidosas das crianças, para apagar lâmpadas dos postes durante a noite.

Além dessas aplicações, a ponteira laser pode ser utilizada para o estudo de algumas propriedades da luz, pois produz um tipo particular de luz com características especiais: uma só cor, com alto índice de colimação (feixes paralelos), concentrada, em fase (permitindo experimentos de interferência). Sobre essas e outras propriedades, é recomendada a leitura do texto:

BABICHAK, C. C. Laser. Ciência & Ensino, Faculdade de Educação - Universidade Estadual de Campinas, SP, n.5, dez. 1998.

As atividades que faremos consistem basicamente na exploração das propriedades da luz produzida pela ponteira laser, fazendo-a incidir sobre objetos variados e vendo os resultados dessa incidência. Os objetos escolhidos são: espelho plano, prisma, lente convergente, vidro de faces paralelas, pedaços de metal, papel de cores variadas (branco, preto, verde, azul, vermelho).

Para ser possível visualizar o feixe em sua trajetória no ar, faremos um pouco de “fumaça” com gelo seco. Isso permitira enxergar os vários feixes que se propagam, incidindo, refletindo e refratando em cada superfície. Este artifício é utilizado em shows com holofotes comuns ou mesmo com laser, produzindo efeitos muito interessantes. Em substituição ao gelo seco pode ser utilizada a própria atmosfera em locais com alto índice de poluição ou mesmo as nuvens.

8. Leitura de texto

O texto produzido para dar subsídios às discussões que faremos sobre o ensino de ciências chama-se: **TEXTO INTRODUTÓRIO PARA UM TRABALHO SOBRE O TEMA LUZ, DESTINADO AO 2º CICLO DO ENSINO FUNDAMENTAL**. Nele procuro explicitar alguns princípios utilizados na escolha do desenvolvimento das atividades com crianças. Todas as justificativas para a proposta aqui encaminhada estão contempladas no texto. Se necessário, recorreremos a ele outras vezes, para retomar aspectos do tema, do desenvolvimento, das atividades, e da proposta pedagógica da qual faz parte.

9. Vídeo sobre o tema Luz, da Enciclopédia Britânica

Neste vídeo produzido pela Britânica, são mostradas crianças envolvidas em uma série de brincadeiras que fazem uso de propriedades da luz. Por ser um vídeo destinado a crianças, mostrando crianças em situações comuns às vivenciadas pelos alunos das séries iniciais, pode ser muito explorado na discussão em classe de propriedades da luz e da visão, importantes no nosso dia a dia e importantes para o desenvolvimento da ciência.

A atividade consiste em ver o vídeo e discutir detalhadamente cada ponto, cada brincadeira e cada propriedade da luz envolvida. Faremos referência, quando possível, às situações do nosso dia a dia em que estejam presentes as mesmas propriedades.

10. Persona. Um jogo com espelho semi-refletor

Nesse jogo, que foi comercializado há alguns anos, é explorada uma propriedade dos espelhos semi-refletores. Esses espelhos são construídos para deixar passar apenas uma parte da luz que neles incide. Um substituto para o espelho semi-refletor original, facilmente conseguido atualmente, é o adesivo insul-film. Aplicando o insul-film sobre um vidro “branco”, isto é, transparente e sem cor, obtém-se um vidro semi-refletor com reflexão próxima de 50%, que é o ideal para o persona. Se o vidro reflete próximo de 50% da luz que nele incide, quer dizer que deixa passar os outros 50%. Na brincadeira persona, ficam duas pessoas frente a frente numa mesa, separadas pelo espelho fixo verticalmente exatamente no meio do caminho. Quando o ambiente está escuro e cada pessoa ilumina um dos lados do rosto com uma lanterna, olhando-se frente a frente, cada qual verá uma imagem surpreendente.

A montagem necessária é mostrada na figura abaixo.

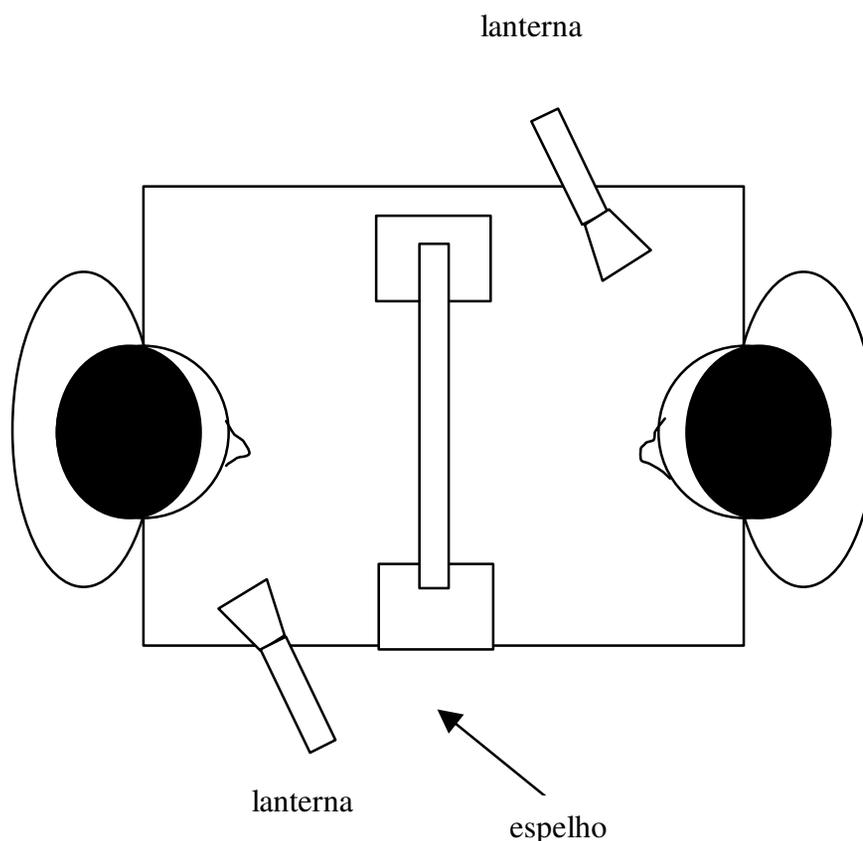


Figura 16 – Persona

ARTUR E
SUA TURMA
EM:

A LUPA

PAULO C. A.
RABONI



Figura 17

Anexo 3 – Autorização para o uso das imagens

AUTORIZAÇÃO

Eu, _____,
RG _____, Professora da EMPG *****,
autorizo gravações em áudio e vídeo de minhas participações em reuniões de grupo realizadas nas dependências dessa escola, destinadas exclusivamente à pesquisa de doutorado do Prof. Paulo César de Almeida Raboni.

O acesso aos dados assim coletados ficam restritos ao professor responsável pela pesquisa, à sua orientadora, e aos professores do grupo pesquisado.

Campinas, ____ de _____ de 1998.

Assinatura