

BENIGNO BARRETO FILHO

*ATIVIDADES PRÁTICAS NA 8ª SÉRIE DO ENSINO  
FUNDAMENTAL: LUZ NUMA ABORDAGEM  
REGIONALIZADA*

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE EDUCAÇÃO

2001

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO  
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**TÍTULO: Atividades práticas na 8ª série do ensino fundamental: Luz numa abordagem regionalizada.**

**AUTOR: Benigno Barreto Filho.**

**ORIENTADORA: Profª. Drª. Maria José Pereira Monteiro de Almeida.**

Este exemplar corresponde à redação final da dissertação defendida por Benigno Barreto Filho e aprovada pela Comissão Julgadora.

29/08/2001

---

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

Comissão Julgadora:

---

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

---

**Prof. Dr. Roberto Nardi**

---

**Profª. Drª. Roseli Cação Fontana**

**ANO: 2001**

"O som do mar"

... as barreiras e o estar distante  
não me impedem de fazer chegar  
aos ouvidos, o som do mar.

Essa linguagem mutante,

ora beijando a areia

num ciclo delicado,

ora num movimento brusco

e furioso da arrebatção.

Como um ser vivo,

se permite ir do acarinhar

à rudeza dos movimentos.

Impregnada e enigmática linguagem, ...

"O som do mar"

Benigno

## ***AGRADECIMENTOS***

A difícil tarefa de agradecer, reside em parte, nas limitações das palavras. Estas, parecem não expressar totalmente o que sentimos.

Agradeço à

Helena S. Barreto e Benigno Barreto, (meus pais), por terem me presenteado com a vida, pela presença afetiva e pela sabedoria que transborda através da forma simples pela qual resolveram levar a vida.

Débora Amanda e Mariana, (minhas filhas), por serem a motivação, a esperança, os desafios, as discordâncias, o choro, o sorriso, o amor, ... , o que não tem fim.

Minha família, pela confiança carinho e afeto.

Meus amigos, pelas palavras de estímulo e perseverança.

Meus alunos, pelos incontáveis momentos de troca e principalmente por tudo que me ensinaram.

Meus professores, pela dedicação e contribuições dirigidas a este trabalho.

Colegas do GepCE, (Cezar, Erika, Henrique, Michinel, Odisséia, Paulo, Pedroso Pedro e Suzani), pela convivência amigável, pelas palavras de estímulo e pelas contribuições ao trabalho.

Professores Antonio Carlos, Roseli Cação e Roberto Nardi, pela receptividade e disposição em realizar a leitura, no sentido de trazer contribuições valiosas ao trabalho.

Funcionários da Faculdade de Educação pela presteza e atenção com que fui tratado durante este programa de Mestrado.

## *Um agradecimento especial*

À minha orientadora, Maria José.

*“Parece que fui apenas um menino brincando na praia e descobrindo de vez em quando um seixo mais liso, uma conchinha mais bonita, enquanto o grande oceano na verdade lá estava inexplorado, diante de mim”.*

*Isaac Newton.*

O entendimento do muito já navegado e da imensidão do mar que se oferece como desafio esteve presente no desenvolvimento deste trabalho. Traçar o roteiro desta viagem não foi tarefa fácil, precisou de orientação criativa, incansável e persistente. Desde o projeto inicial, você acreditou na possibilidade de mudanças, fez críticas, cobranças, sugestões mas, principalmente, soube trazer o estímulo, nos momentos mais difíceis, a compreensão e a coerência ao lidar com as limitações que, nos diferentes momentos deste percurso, foram se colocando.

## ***SUMÁRIO***

<b>Resumo. ....</b>	<b>xiii</b>
<b>Abstract. ....</b>	<b>xv</b>
<b>Apresentação.....</b>	<b>01</b>
<b>Navegar o mar.....</b>	<b>03</b>
<b>*Travessia.....</b>	<b>03</b>
<b>*Ancorar. ....</b>	<b>12</b>
<b>Como uma quilha corta as ondas. ....</b>	<b>21</b>
<b>*As últimas quatro décadas. ....</b>	<b>24</b>
<b>*O lugar ocupado pela experimentação no ensino de Ciências.....</b>	<b>30</b>
<b>Entender o mar. ....</b>	<b>41</b>
<b>*A metodologia deste estudo. ....</b>	<b>51</b>
<b>Luz, arco-íris e o imaginário. ....</b>	<b>56</b>
<b>Navegar é preciso. ....</b>	<b>94</b>
<b>Referências bibliográficas. ....</b>	<b>102</b>
<b>Bibliografia complementar. ....</b>	<b>105</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>108</b>

## **RESUMO**

Este projeto de pesquisa propõe a análise do ensino de Ciências, em nível fundamental, com foco nas *atividades práticas*, aqui entendidas como modalidades de procedimento que visam buscar informações, como nos casos da observação ambiental, da observação laboratorial, e complementadas pela da leitura, da escrita, do dialogar com colegas e professor e que desenvolvidas de forma a se complementarem podem propiciar ao aluno, a possibilidade de chegar à internalização do conhecimento formal. O conteúdo em estudo tem como tema “Alguns fenômenos produzidos pela luz” e o seu desenvolvimento ocorre em etapas que se complementam: A busca de idéias prévias do aluno, valorizando os fenômenos ambientais e condições sócio culturais. – A experimentação realizada no laboratório, na busca de informações no sentido de, inclusive, estabelecer comparações entre o fenômeno e a forma de representá-lo. – A sistematização e a aplicação dos conhecimentos sistematizados. É significativo evidenciar que esta pesquisa ocorre numa escola pública estadual em Ilhabela, região litorânea de São Paulo, onde as especificidades econômicas e sócio culturais se acentuam quando comparadas com as de outras regiões do Estado. Notadamente, esta realidade está presente na pesquisa, ao identificar e analisar a importância das *atividades práticas*, no sentido de gerar reflexões que podem facultar a possibilidade de reconhecer as “idéias prévias” e a linguagem, que o aluno já vem elaborando dentro de um contexto sócio cultural específico.

## ***ABSTRACT***

The purpose of this research project is to analyze the teaching of natural sciences, in middle school, focusing on **practical activities**, understood here as procedure modalities that seek information through environment and laboratory observation, complemented with reading, writing and exchanging information with classmates and teacher.

All of this should give the student the possibility reach internalization of formal knowledge the subjected this study is "Some phenomena produced by light" and it developments into stages that complement each other: the search for student's previous ideas, emphasizing the environmental phenomena and social cultural conditions; experiments made in laboratory so as to draw parallels between the phenomena and the way to represent it"; systemization and application of formal knowledge."

It is important to stress that this research is being done in a state school in Ilhabela, a coastal city of São Paulo State. This situation is specially is present in the research when identifying and analyzing the importance of **practical activities** in order to bring up considerations that will yield the possibility of recognizing the "previous ideas" and language that the student has already been elaborating in a specific social cultural condition.

## **APRESENTAÇÃO**

Este trabalho consiste numa pesquisa que estuda o ensino de Ciências na escola, em nível do ensino fundamental, dando ênfase para as *atividades práticas* entendidas como modalidades de procedimento que objetivam conseguir informações, como nos casos da observação ambiental, observação laboratorial, da leitura, da escrita, do dialogar com colegas e professor, e ainda, desenvolvidas de forma que se complementem pode contribuir com o aluno, no sentido de chegar a internalização do conhecimento formal. Sua estrutura está organizada em cinco fases e simula o roteiro de uma viagem que se projeta assim:

Na primeira fase, "*Navegar o mar*", descrevo a minha trajetória como professor, percorrendo os diversos momentos vivenciados no contexto do ensino escolar. Desses momentos emergem os questionamentos sobre o ensino de Ciências, e em particular, como ele é encaminhado nas escolas da rede pública estadual de Ilhabela. Ainda, nesta fase, apresento o levantamento de dados feito junto aos professores de Ciências que lecionam nas escolas estaduais deste município. Tal levantamento precedeu este projeto de pesquisa e contribuiu parcialmente para justificar o desenvolvimento do mesmo.

A segunda fase do roteiro, "*Como uma quilha corta as ondas*", reserva espaço para se resgatar um fragmento histórico, enfocando algumas das diferentes propostas de utilização das atividades práticas, relacionadas com as tendências da construção do conhecimento e concepções históricas.

Na terceira fase, "*Entender o mar*" ocorre a descrição do encontro do professor com o pesquisador, sob as luzes da fundamentação teórica que contribuiu na elaboração deste projeto de pesquisa e influenciou a metodologia aqui utilizada.

Na quarta fase, "*Luz, arco- íris e o imaginário*", é relatado o processo de desenvolvimento da coleta de dados e sob as luzes projetadas pelas fases anteriores deste roteiro, é desenvolvida a análise e interpretação dos discursos, buscando a compreensão do ensino de Ciências, em nível fundamental, em particular das atividades práticas, nas escolas públicas estaduais de Ilhabela, por intermédio da qual é possível que esse ensino se dê sob novas diretrizes de ação pedagógica.

O roteiro reserva para a quinta fase, "*Navegar é preciso*", as conclusões deste estudo, na qual a viabilização deste projeto é vista e analisada através de um descortinar, não apenas da contextualização do modelo educacional mas, sobretudo, buscando as suas ramificações no modelo político social.

Para tanto, é importante repensar: - "Como a atividade prática, nos processos de ensino e aprendizagem, pode levar o aluno ao entendimento de um fenômeno e a convivência ética com o mesmo, dentro de um contexto sócio-cultural?"

## ***NAVEGAR O MAR***

Olho-d'água

E já passou não quer passar  
E já choveu não quer chegar  
E me lembrou qualquer lugar  
E me deixou não sei que lá.  
Não quer chegar e já passou  
E quer ficar e nem ligou  
E me deixou qualquer lugar  
Desatinou, caiu no mar.  
Caiu no mar, ...

(Milton Nascimento, Ronaldo Bastos e  
P. Jobim)

### ***\*A TRAVESSIA***

de mares, ora calmos, ora bravios,  
é um mergulhar em direção aos desafios.

Início estes escritos e percebo que estas palavras brotam com a preocupação de se tornarem inteligíveis ao mais amplo espectro de seres humanos e com tal pretensão vão se lançando sobre o papel à procura de um leitor que se disponha a navegar este mar de buscas e questionamentos, onde vão se revelando paisagens cuja nitidez passa a se delinear à

medida que o nosso corpo se aproxima do corpo da escola e esta passa a mostrar os seus múltiplos contornos.

Os passos desta pesquisa foram deixando marcas que, imagino eu, possam ser descritos e entendidos como o roteiro de uma viagem que precisa ser vivido na sua plenitude, como um espaço de múltiplas relações e como uma travessia de mares, ora calmos, ora bravios, que nos faz mergulhar em direção aos desafios. Sentir o espaço escolar e enxergá-lo sem os muros que o isolam da sociedade, requer a sensibilidade de alguém que procura entendê-lo com todas as suas contradições e particularidades.

Onde delimitar o início desta viagem? No momento em que senti os pés pisarem o chão escolar pela primeira vez, nos tempos de ainda menino? Nos cursos de ensino médio? Na Academia? Neste dia-a-dia de professor? Estas fases de vida, aparentemente tão distintas, foram se mostrando com seus limites entrelaçados, à medida que trouxeram consigo os elementos que passaram a compor esta bagagem, da mesma forma que as diferentes correntes de água trazem registros de vivências por onde passaram e ao se encontrarem provocam choques, turbulências, desestabilizam, buscam novos rumos e começam a se deslocar noutra direção, arrastando com seus movimentos e linguagens a possibilidade de novas propostas e novos caminhos.

Como alguém que se detém diante de um dos momentos belos desta viagem, e procura compreendê-lo na sua essência, passo agora a detalhar o meu navegar como professor, sem me desvincular da percepção de que estes rumos vêm sendo traçados bem antes do início desta travessia e para traçá-los foi necessário transpirar os sonhos, mergulhar na vida como um ser que busca libertar-se das verdades reinantes e dos saberes hierarquizados.

Eram tempos de pouca liberdade e muita perseguição aos ideais divergentes do sistema em vigor. Nessa época, meados dos anos setenta, enquanto o país vivia uma sequência de governos ditatoriais, eu experienciava as primeiras atividades como professor. Trazia na memória a imagem daqueles que haviam sido meus professores e que em momentos diferentes, da minha vida de estudante, haviam deixado suas influências marcantes.

As salas de aula, tanto do ensino médio como dos cursos pré vestibulares e o entusiasmo voluntarioso do início de carreira me proporcionaram viver um modelo de ensino no qual a pedagogia tecnicista favorecia um processo educativo vincado por diretrizes operacionais.

Com a chegada dos anos oitenta foi possível perceber o sopro de novos ares que criticavam essa proposta reprodutivista de ensino e buscavam superá-la com outra proposta pedagógica, para a qual era necessário se valorizarem os componentes sociais que favorecessem as conexões entre trabalho pedagógico e as relações sociais. Nesse período tive a oportunidade de atuar como professor em escolas públicas tanto municipais como estaduais, nas cidades de Santos e São Paulo.

O segundo quinquênio da década de oitenta possibilitou uma mudança extremamente significativa para a minha carreira docente. Passei a viver e atuar como professor efetivo da rede estadual de ensino do Estado de São Paulo, mais especificamente, na cidade de Ilhabela<sup>1</sup>, local onde permaneço até hoje, desenvolvendo atividades educacionais, nas escolas deste município. Esta pesquisa, bem como os questionamentos e dados que a alimentam são frutos oriundos desta última fase.

Logo nos primeiros anos desta nova convivência pude perceber que a minha prática pedagógica precisava ser revista. Não se tratou de desconsiderar as experiências trazidas de trabalhos e estudos desenvolvidos anteriormente, em outras cidades, mas sim de questioná-las e buscar outras alternativas que se adequassem e ao mesmo tempo brotassem desta nova realidade.

Esta cidade, Ilhabela, mostrou-se como um cartão postal, exibindo suas cachoeiras<sup>2</sup> cobertas pela mata nativa<sup>3</sup> e o murmúrio das suas exuberantes praias mas

---

<sup>1</sup> O município de Ilhabela é formado pelas ilhas de São Sebastião, dos Búzios, da Vitória e outros ilhotes formando um arquipélago, cuja sede administrativa municipal esta assentada na maior delas, ou seja, a ilha de São Sebastião. A Secretaria do Meio Ambiente através do Instituto Florestal considera que 85% deste município (27,025 hectares) fazem parte do Parque Estadual de Ilhabela.

<sup>2</sup> A ilha de São Sebastião apresenta relevo com elevações bastante acentuadas como é o caso dos Picos do Baepi, com 1025m, o do Papagaio, com 1307m, e o de São Sebastião, com 1379m. Essas formações constituem verdadeiras barreiras para os ventos carregados de umidade, trazidos pelo mar. Por essa razão o clima tropical úmido que aqui se forma, provoca grande ocorrência de chuvas gerando muitos córregos e riachos que se precipitam pelas encostas, formando, segundo o levantamento mais recente do Parque Florestal, 250 cachoeiras. Esse cadastramento considerou apenas aquelas com volume d'água significativo.

revelou também uma comunidade caiçara<sup>4</sup> muito conservadora, com relação aos seus hábitos, costumes, tradições e cultura, cujo enraizamento foi se estruturando nos últimos séculos da sua história<sup>5</sup>.

Considero que a análise das condições de funcionamento da escola pública no nível fundamental, na Rede Estadual de Ensino de São Paulo, juntamente com esta realidade regional, revelada pelo litoral norte do Estado e suas características geo-políticas e culturais foram os principais fatores que me levaram a repensar o ensino de Ciências no âmbito da educação escolar.

Na cidade de Ilhabela há duas escolas particulares, que juntas, atendem aproximadamente 400 alunos, numa população de estudantes que se aproxima de 5000. Entendo que este fato revela a abrangência do ensino público neste município. Para atender à população que procura pela escola pública a cidade conta com seis escolas estaduais. Destaco que desde 1995 vem sendo tentada a municipalização das quatro primeiras séries do ensino fundamental, com a perspectiva de que, futuramente, as escolas municipalizadas possam atender às oito séries do ensino fundamental, permanecendo o atendimento das três séries do ensino médio feito pelas escolas estaduais. Para tanto foram construídas pelo governo municipal e com incentivos do governo estadual de São Paulo, três unidades escolares. Essas mudanças estão ocorrendo de forma muito lenta devido a resistência

---

<sup>3</sup> A Mata Atlântica, predominante neste arquipélago, juntamente com seus ecossistemas associados, como os mangues e restingas, favorecem as condições de vida para seres da avifauna como: macuco, tiê-sangue, jacu, tucano, jacutinga, maritaca, ou mamíferos como: jaguatirica, macaco-prego, caxinguelê, entre tantas outras espécies que ajudam a compor este ecossistema.

<sup>4</sup> Caiçara - Aqui, entendido como habitante natural do litoral paulista. Pescador das praias do Estado de São Paulo.

<sup>5</sup> Chamam a nossa atenção os olhos azuis e cabelos cor de fogo de famílias de caiçaras, principalmente aquelas que se isolaram em praias de difícil acesso, características herdadas do encontro dos nativos com os franceses e holandeses que ao serem expulsos do Rio de Janeiro, pelos portugueses, vieram se refugiar nesta Ilha. Também, há registros de um período que se arrastou até o final do século passado, quando os negros trazidos como escravos, chegavam ao Brasil debilitados e antes de serem levados para Santos, onde seriam vendidos, eram "desembarcados" e "tratados" nesta ilha, onde passavam por um "período de engorda", para conseguir melhor preço de venda.

A cultura caiçara de Ilhabela tem suas raízes plantadas não só por nativos e portugueses, mas também, por negros, franceses e holandeses. Embora, hoje, o nome Ilhabela tenha forte vocação turística, a economia deste município não teve sempre essa perspectiva, passou por diversos ciclos. Como é possível constatar, o turismo é muito recente, pois até os anos cinquenta o que se encontrava, por aqui, eram as atividades agrícolas e pesqueiras. As canoas de voga são heranças desse período quando a produção de cana de açúcar, cachaça, coco, banana e pescado eram levados para serem comercializados em Santos.

oferecida pela população que deixou de ser atendida em seus bairros, e principalmente, por terem entendido que essas mudanças não consideraram os seus valores culturais, sobre os quais farei menção adiante. Tais valores culturais têm laços fortes com a escola, principalmente, nesta cidade onde não há sala de cinema, de teatro ou outro espaço que propicie a realização das diferentes manifestações culturais. Isso contribuiu para que o espaço escolar fosse utilizado para atender as diferentes necessidades desta população.

Para situar melhor esta realidade cito como exemplo a E.E. Gabriel Ribeiro dos Santos, situada no bairro do Centro, onde estou vinculado como professor e onde desenvolvi esta pesquisa. Atualmente, esta escola tem seu espaço físico estruturado com salas para diretoria, secretaria, coordenação, professores, biblioteca, vídeo, informática, laboratório, salas de aula, quadra de esportes, cozinha, refeitório, banheiros e pátio. Neste ano de 2001 esta escola completa cem anos de existência e durante todo esse tempo, vem atendendo a população do bairro central da cidade. A força dessa escola, como espaço de criação e de certa forma como fator de preservação dos traços culturais, pode ser constatada em apresentações como a da "Congada", que acontece anualmente na festa de São Benedito. Durante os dias da apresentação, a escola, a igreja e as ruas do centro tornam-se um palco onde os atores, bisavós, avós, pais e netos participam da mesma cena. Em momentos como este, o espaço da escola se abre como local de ensaio, de vestuário, de rancharia, enfim como espaço de criação e de transmissão de tradições. Estas diferentes gerações ao pisarem o chão da escola não a vêem apenas como a escola dos seus filhos ou netos mas sim como a escola onde estudaram e a qual ajudaram a construir. É comum ouvir deles; "o muro da escola foi construído em tal ano"; " a quadra de esportes foi acimentada com o dinheiro arrecadado na quermesse de tal ano"; enfim, cada parede ali erguida tem uma história ligada às suas vidas. Essas ligações contribuem para que eles não aceitem a intervenção de alguém, supostamente distante desta realidade, no sentido de decidir se seus filhos ou netos podem ou não freqüentar a mesma escola que eles ajudaram a construir e entendem como sendo sua.

Utilizei-me deste detalhamento para tentar revelar um pouco do apego destas pessoas pelas suas tradições que foram sendo construídas e transmitidas por várias gerações de caiçaras desta Ilha.

Olhando esta escola que acabo de descrever, como um espaço projetado para o desenvolvimento do conhecimento formal, percebo, baseado no meu dia-a-dia docente, que não bastou equipá-la com cinco computadores, um aparelho de TV com antena parabólica e vídeo para gravações da TV Escola, criar cargos de coordenador pedagógico, fazer chegar os Parâmetros Curriculares Nacionais, (PCNs)<sup>6</sup>, e distribuir livros didáticos, gratuitamente. As dificuldades encontradas pelos professores, ao tentarem utilizar esses recursos materiais, foram se revelando e gerando o sentimento de insatisfação, no que se refere ao seu desempenho. Por exemplo: Que estratégias adotar com uma classe de quarenta alunos utilizando cinco computadores? Com que objetivo? Em que momento, como e com que objetivo explorar uma fita de vídeo? Como utilizar o livro didático, sem que ele se torne apenas um roteiro do conteúdo a ser planejado para o ano letivo? Como, numa jornada de 40 aulas semanais, encontrar tempo para estudar e discutir os PCNs, cuja elaboração foi feita por especialistas e da qual o professor não teve oportunidade de participar? Como e com que objetivo planejar uma aula para o espaço<sup>7</sup> reservado ao laboratório, sem condições<sup>8</sup> de uso?

Por outro lado, dirigindo o olhar para a mesma escola, agora, considerando-a como o espaço onde é possível se desenvolver o conhecimento que parte das experiências vividas nas manifestações culturais e artísticas desta região, percebo que os alunos sentem prazer no convívio que decorre de atividades como a construção e conservação da horta, do jardim, das atividades esportivas, das manifestações folclóricas e religiosas, do festival de música, de dança, das exposições feitas pelo Parque Estadual de Ilhabela e das brincadeiras sob os pés de manga, carambola, jambolão e ingá que há anos sombreiam o pátio.

---

<sup>6</sup> Parâmetros Curriculares Nacionais (terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental) produzido pelo Ministério da Educação e do Desporto / Secretaria de Educação Fundamental.- Brasília: MEC/SEC,1998.

<sup>7</sup> Há nesta escola uma sala projetada para funcionar como laboratório, dentro da qual estão dispostos cinco mesas com banquetas, cadeiras, três pias, um tanque e quatro armários.

<sup>8</sup> A falta de condições de uso se deve principalmente ao fato deste espaço ter sido utilizado, pela direção da escola, como mais uma sala de aula, visando suprir a carência de vagas. A manipulação inadequada e sem orientação específica do material, que ali existia, por parte dos alunos, causou o sucateamento e sumiço do já carente instrumental. Como exemplo desse material posso citar os Kits: os que acompanhavam os subsídios para implementação do guia curricular de 1977, produzido pela Secretaria de Estado da Educação – São Paulo, (SE) /Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas, (CENP) /Centro de Treinamento Para Professores de Ciências Exatas e Naturais de São Paulo, (CECISP). 1977-SP;os que foram produzidos pela Fundação Brasileira para o desenvolvimento do Ensino de Ciências, (Funbec) e Abril Cultural.- São Paulo, 1972.

A percepção do encontro entre esses dois olhares trouxe a imagem da travessia dos mares ora calmos ora bravios, mas trouxe também, a necessidade de mergulhar em direção aos desafios que se projetam na busca de condições para desenvolver um trabalho pedagógico, no qual esses recursos materiais oferecidos pela escola possam ser explorados, de tal forma, que se adequem e considerem as condições socioculturais desta mesma escola.

A seqüência de questionamentos brotados do conviver de quatorze anos com esta realidade caíçara, diferenciada do restante do Estado, não deixaram dúvida de que a minha prática pedagógica precisava ser revista e analisada. Nesta busca, iniciei o Curso de Especialização “Ciência, Arte e Prática Pedagógica”, do Departamento de Metodologia de Ensino, da Faculdade de Educação da UNICAMP. Durante este curso pude conviver com professores de diferentes áreas do conhecimento e de diversas regiões do Estado, propiciando um intercâmbio relevante de experiências.

Outro fator importante na elaboração deste projeto foi a oportunidade de conhecer novas alternativas de literatura. Durante este curso foram realizadas leituras sobre a área específica de Ciências e sobre aspectos gerais da educação, que favoreceram e estimularam minha reflexão.

Motivado pelas experiências proporcionadas por este curso, iniciei um levantamento junto aos profissionais do ensino de Ciências, que trabalham nas cinco escolas públicas de Ilhabela, buscando conhecer as condições em que se desenvolve a Atividade Prática.

Estes dados coletados, que descrevo adiante, sob a denominação "Ancorar", foram utilizados durante a elaboração da monografia do Curso de Especialização e são subsídios que constatarem uma realidade atual e permitem um estudo mais detalhado que se propõe a criar diretrizes para uma maneira diferenciada de trabalho escolar.

Como professor, projetei sobre esta pesquisa, não apenas, as luzes que visavam rever e aprimorar a minha prática pedagógica, refletindo sobre os meus valores, o conhecimento das características escolares desta região e dos saberes produzidos pela Educação em Ciências; mas vou além, busco com a possível divulgação deste trabalho possibilitar a troca de experiências com outros professores, e talvez influenciar outras práticas pedagógicas.

Direcionei este projeto de pesquisa para o ensino de Ciências, no âmbito da educação escolar fundamental, mais especificamente, para a oitava série desse ensino. Para alavancar os objetivos específicos do projeto tomei como base a necessidade de se facultar a formação de um cidadão crítico que possa conviver, participar, integrar e compreender uma sociedade com inúmeras transformações, inclusive no que se refere ao conhecimento científico e tecnológico. Nessa linha de pensamento, enfatizo que, inclusive, os objetivos gerais do ensino de Ciências, propostos para o ensino fundamental, pelos PCNs visam possibilitar ao aluno o desenvolvimento de competências que lhe permitam compreender o mundo no qual está inserido e valer-se dos conhecimentos de natureza científica e tecnológica para agir como indivíduo e cidadão.

Sem perder de vista estes objetivos gerais, busquei com a estruturação deste projeto de pesquisa, desenvolver uma unidade de estudo na qual o aluno pudesse observar e refletir sobre o seu ambiente, realizar atividades laboratoriais, ler, escrever e dialogar com o professor e com outros estudantes. Com a estruturação dessas atividades pretendi criar condições educacionais que contribuíssem para que os estudantes reconhecessem a insuficiência dos seus conceitos cotidianos, enquanto explicações de alguns fenômenos naturais, e compreendessem aspectos do saber científico.

A articulação do conjunto de atividades foi feita no sentido, não apenas, de contribuir para a obtenção de informações isoladas, mas visando, principalmente, que os estudantes chegassem à elaboração de idéias e atitudes, através da valorização de características regionais do contexto onde o estudo foi realizado.

Na análise do desenvolvimento da unidade de estudo, embora me debruçando sobre o material produzido pelos alunos, nas diferentes atividades, me detive, especialmente, na reflexão sobre o ambiente e na atividade laboratorial, atividades que passei a chamar indistintamente de atividades práticas, e que me possibilitaram buscar resposta para questões relacionadas à grande ênfase que os professores de Ciências costumam dar à experimentação como solução para os problemas do ensino.

Coloco assim como principal questão de estudo deste trabalho a pergunta:

- Como a atividade prática, no contexto da unidade colocada a funcionar, pode contribuir para que os estudantes compreendam os fenômenos estudados?

No subtítulo "Ancorar" resgato e analiso os depoimentos dos professores de Ciências que lecionam nas escolas estaduais de Ilhabela. Embora estes dados tenham sido coletados na fase que precedeu este projeto de pesquisa, foram subsídios que contribuíram em parte para justificar o desenvolvimento do mesmo.

Chegando nesta fase da travessia em que os olhos já começam a projetar imagens de um novo ancorar, esclareço o leitor, que tanto aqui quanto lá, faço uso e ênfase ao sonho. Não a palavra sonho mas o sonho que existe na palavra e principalmente neste estudo.

## **\*ANCORAR**

com pés descalços

é sentir o chão se revelar.

Lançar a âncora, percebê-la bater na areia, agilizar os procedimentos para descer em terra desconhecida e, principalmente, querer tocá-la com pés descalços é sentir o chão se revelar. Estas revelações foram se dando no dia-a-dia escolar e produzindo questionamentos que me levaram a desenvolver este estudo.

Motivado pela convicção de que as aulas de Ciências devem ser ministradas de forma a fazer associações com as características da região<sup>9</sup> onde estão ocorrendo, pelos valores pedagógicos que valorizo<sup>10</sup>, como professor de ciências das escolas públicas estaduais de Ilhabela, e pelo propósito de contribuir com a melhoria do ensino, na forma de conhecimentos produzidos sobre a prática pedagógica, desenvolvida nas aulas que ministro na disciplina Ciências, foram os principais incentivadores deste estudo.

Ciente de que a escola pública está vinculada a um modelo<sup>11</sup> político educacional que visa atender as necessidades da organização social e sobre o qual seria possível traçar outros questionamentos, refiro-me, neste momento, apenas àqueles ligados à escola pública

---

<sup>9</sup> Em regiões específicas, por exemplo, Ilhabela, situada no litoral norte do Estado de São Paulo, a escola não tem considerado as características sócio-econômicas e culturais de uma cidade com raízes caiçaras e com noventa e cinco por cento do seu território sendo ocupado por uma área de preservação natural, onde está o Parque Estadual de Ilhabela, no qual ainda resistem algumas comunidades isoladas, convivendo com um turismo predatório e desordenado.

<sup>10</sup> Os valores pedagógicos que valorizo têm como objetivo principal a criação de condições que possibilitem ao aluno sentir-se como cidadão e agir como tal, com a possibilidade de expressar opiniões, assumir as responsabilidades dos seus direitos e deveres. Nesse sentido é preciso que o aluno possa desenvolver o espírito investigativo e a visão crítica, de forma mais abrangente, sobre alguns assuntos específicos mas também possa acessar, selecionar e integrar os assuntos relativos a cultura geral. Facultar a ele a possibilidade de desenvolver a capacidade de encontrar soluções para os problemas que se apresentarem. Nessa busca de soluções é importante que ele venha a valorizar as relações de grupo, as interdependências, a compreensão, o lidar com os limites do outro e o respeito ao pluralismo de idéias.

<sup>11</sup> Reconheço que as relações que decorrem da organização do trabalho pedagógico na sala de aula estão vinculadas à organização do trabalho pedagógico da escola. Por sua vez, a instituição escola e o modelo educacional no qual ela esta inserida estão estruturados e atendem as influências de fatores culturais, ideológicos políticos e econômicos cuja interação se dá num processo social contínuo.

de Ilhabela, na qual alguns fatores sócio culturais específicos desta cidade proporcionaram a possibilidade da reavaliação das práticas pedagógicas.

Recordo que durante dois anos tive a oportunidade de trabalhar na Oficina Pedagógica como Monitor de Ciências (1991 a 1992), período no qual pude manter contato e trocar experiências em sala de aula com professores de Ciências, não só de Ilhabela, mas também de São Sebastião, Caraguatatuba e Ubatuba, municípios que integram o litoral norte do Estado de São Paulo. Destes professores pude ouvir depoimentos que revelaram preocupações semelhantes às minhas, das quais, destaco algumas:

Como permitir ao aluno mostrar-se, revelar-se, ou melhor, como criar o espaço dentro da estrutura escolar para que ele tenha condições de participar e contribuir com conhecimento anteriormente construído por ele, fora da escola?

Como criar condições para procurar em fontes variadas, outras informações, num procedimento que favoreça o ensino e a aprendizagem?

Como trabalhar essa procura para que o aluno além de conseguir informações, possa elaborar idéias e atitudes?

Como trabalhar com algumas modalidades desse procedimento de obtenção de informações, como por exemplo: o estudo do meio, a leitura, a observação e a experimentação?

Diante, desses questionamentos, procurei de modo mais sistemático inteirar-me dos questionamentos e realidades de outros professores de Ciências que lecionavam nas cinco escolas estaduais da cidade de Ilhabela. Para tanto, iniciei, através de questionário<sup>12</sup>, o levantamento de opiniões de treze professores de Ciências, dos quais dois abandonaram as aulas por motivos financeiros, (ambos não contribuíram com seus depoimentos), os outros, sete professoras e quatro professores, com idade variando de 22 a 46 anos, deixaram registrado que exceção feita a uma professora, todos tinham residência próxima à escola onde lecionavam. Os cinco que possuíam licenciatura representam 45% dos professores e dentre os não licenciados, três fizeram magistério no ensino médio, dois fizeram Engenharia e um fez Pedagogia. Entre os oito que concluíram o terceiro grau, seis são

---

<sup>12</sup> O questionário elaborado para fazer este levantamento está integralmente reproduzido no Anexo VIII.

formados por Faculdades particulares, um pela Universidade Estadual Paulista e um pela Universidade de São Paulo, destes, apenas um é pós graduado. Revelaram que lecionam em classes nas quais o número de alunos varia de 35 a 45, recebendo por isso remuneração que varia de 1,5 salário mínimo, recebido por um professor com dezessete aulas semanais, até 8,5 salários mínimos, recebidos por uma professora com quarenta aulas semanais na escola pública e pelo cargo de coordenadora numa escola particular. Exceção feita a uma professora efetiva, seus vínculos contratuais com a Secretaria Estadual da Educação são como ACT, (Admitido em Caráter Temporário). Quatro desses professores também lecionam em escolas particulares e três desempenham outras atividades, não ligadas ao magistério. Os valores salariais<sup>13</sup> são referentes ao segundo semestre de 1997, período em que estes depoimentos foram colhidos.

Antes de prosseguir com o relato deste estudo que busca identificar as condições nas quais se desenvolve o ensino de Ciências, além de outros fatores que possivelmente interferem na prática pedagógica destes professores, enfatizo e reconheço as limitações do questionário, no que se refere à obtenção das opiniões dos professores, porém, tanto a elaboração como a aplicação deste instrumento foram realizadas observando as reais condições de trabalho do conjunto de professores, inclusive a minha, na tentativa de percorrer todas as escolas desta cidade para obter, da forma mais abrangente possível, as informações trazidas pelos docentes. O contato feito com estes professores ocorreu individualmente, na escola onde cada um desenvolve o seu trabalho pedagógico, o que permitiu, através de conversas informais, obter depoimentos que puderam se somar às respostas ao questionário.

Na seqüência destes depoimentos, a maioria dos professores revelou que o papel da Ciência na sociedade é o de estudar os fenômenos ligados à natureza e a sua interação com a vida, entendem também que deva ser o de desenvolver novas tecnologias e a melhoria das condições de vida da humanidade. Quando perguntados se achavam que a Ciência deveria se ocupar de outras finalidades, três não responderam, três disseram que não, outros, aparentemente, compreenderam que a questão se referia à disciplina Ciências e não à Ciência propriamente dita, ao fazerem afirmações como: "ela deve desenvolver métodos para aproximar a escola da comunidade", enquanto outros disseram: "deve ser melhor

---

<sup>13</sup> O valor vigente do salário mínimo no 2º semestre de 1997 era R\$120,00

aplicada", "deve ter como objetivo principal as condições de vida", "despertar a criatividade dos alunos". Por outro lado, a pergunta que abordava a função da disciplina Ciências, obteve 70% das respostas apontando para a interação entre homem e natureza, outras, respostas ainda colocam "integrar o aluno na sociedade", "estimular a criatividade do aluno".

Indagados sobre as suas contribuições como professor para a formação dos alunos, a maioria mostrou-se preocupado em incentivar o aluno a refletir sobre a natureza e a própria vida, como nestas falas: "Procuro destacar aspectos ecológicos e sociais pela preservação do meio ambiente.", "Preparar o aluno para o exercício da cidadania e integrá-lo ao meio ambiente.", "Além de informar procura contribuir na formação do indivíduo." Constatou-se também a preocupação em explorarem temas atuais, o exercício da cidadania, a informação sem descuidar da formação e entender a relação da Ciência com as próprias vidas ou compreender a ciência sob uma visão holística, conforme as afirmações: "Tento fazer com que compreendam a importância da Ciência nas suas vidas. "Procuro fazê-los entender Ciências dentro de uma visão holística."

Questionados sobre as idéias de Ciências que os livros didáticos transmitem, a mais enfatizada foi: "a distância entre os assuntos abordados e a realidade dos alunos", foi citado também, a necessidade de uma abordagem menos superficial dos assuntos em estudo. Já, sobre a avaliação, a maioria dos professores mostrou acreditar que a avaliação contribui para o aprendizado do aluno e a forma como isso ocorre foi entendida de diversas maneiras, isto é, "como uma forma do aluno superar desafios e dificuldades", "uma forma do aluno perceber o que aprendeu", e ainda, "a avaliação só terá validade se estiver ligada ao aspecto diagnóstico."

Todos relataram que os alunos gostam da aula de Ciências e alguns justificaram esse fato alegando que a matéria desperta curiosidades e esclarecimentos, além de estabelecer uma ligação com a vida. Esses professores escreveram sobre as diversas idéias que os alunos têm sobre Ciência, ao iniciar o curso e revelaram algumas, como: "é difícil", "não gosta", "ligadas à preservação da natureza", "ligados ao corpo humano", "descobrir o desconhecido", "faz coisas fantásticas", "o cientista é um gênio". E, 90% deles revelou entender que seus alunos, durante o curso, modificam as suas idéias, passando a entender

que "a Ciência está presente no seu cotidiano", "por adquirirem novos conhecimentos", por terem despertado o espírito observador e crítico.

As respostas da maioria dos professores evidencia algumas perspectivas com as quais eles desenvolvem ou gostariam de desenvolver o seu trabalho pedagógico. Identificam alguns modelos já trazidos pelos alunos e lidam com a possibilidade de questioná-los e transformá-los.

Entendo, como eles, que o aluno na procura de respostas para as suas perguntas, sobre os fenômenos naturais, desenvolve fora da escola, explicações que de alguma forma o satisfazem. É possível identificar essas explicações e adotá-las como ponto inicial do desenvolvimento de um trabalho, no qual tais explicações se mostrem insuficientes diante de determinado fenômeno e possibilitem ao aluno a busca de outras informações, avaliações e explicações.

Quando perguntados sobre as idéias que gostariam que seus alunos adquirissem durante o curso, os professores disseram fazer parte das suas pretensões que os alunos entendam a interação da Ciência com as suas vidas e, também, fazem parte dessa expectativa que eles possam elaborar algumas idéias sobre os assuntos estudados, como nestes casos: "possam elaborar algumas idéias sobre os assuntos estudados"; "interesse pelos fenômenos físicos químicos e biológicos e as suas interações com a vida"; "como os fenômenos que ocorrem na natureza influenciam nossa vida".

Aparentemente, estas colocações se aproximam de um discurso pré elaborado ou, de alguma forma, assimilado e que projeta uma possível representação ideal, do que se pretende, seja em relação à Ciência ou às Ciências escolares. Reconheço, entretanto, a importância de se levar em conta que a própria formulação das perguntas pode ter contribuído para alguma das respostas dos professores, como também, o fato deles me olharem como um dos seus colegas. Se considerarmos as condições da realidade escolar, as pretensões aqui relatadas, pelos professores, me parecem distantes da viabilização. Entendo que estas pretensões teriam maior probabilidade de ocorrer se ao serem perseguidas, se reconhecesse no desenvolvimento dos processos de ensino e de aprendizagem as estruturas de conhecimento trazidas pela Ciência, pelo professor, e pelo aluno, com as suas idéias prévias, do senso comum e com características próprias do saber escolar.

Entre outros comentários obtidos dos professores, em resposta à indagação sobre as condições oferecidas pela escola que mais dificultam o desenvolvimento do seu trabalho, obtive de seis, entre os onze que responderam o questionário, a citação de "falta de material e laboratório".

Por outro lado, quando questionados sobre os fatores que contribuem para o aprendizado dos alunos na escola, predominaram o material didático e o bom ambiente escolar, mas também foram citadas, atividades práticas, palestras, passeios ecológicos, boa alimentação e estrutura familiar. Paralelamente, responderam que os fatores que atrapalham esse mesmo aprendizado são a falta de material didático, classes numerosas, indisciplina, baixa frequência, má alimentação, excesso de burocracia da parte do governo que não valoriza a Educação.

A importância para os professores do material didático, incluindo o do laboratório e a citação da atividade prática, dos passeios ecológicos e outras atividades, consideradas por eles como adequadas, foram elementos levados em conta quando pensei este trabalho.

Foi-lhes também perguntado sobre as atividades mais utilizadas em aula e praticamente todos faziam uso das aulas expositivas com o intuito de transmitir conceitos, usavam textos para aprofundar esses conhecimentos e audiovisuais quando possível. Noutra pergunta 60% dos professores revelaram que suas escolas têm laboratório mas sem condições de uso, ainda assim, oito dos onze que responderam, deixaram claro ser possível desenvolver atividades práticas fora do laboratório, dependendo da atividade e do material a ser utilizado.

Quando questionados sobre as condições necessárias para se desenvolver a atividade prática, todos citaram o material didático como o fator mais importante; com menor frequência, foi citado o laboratório em si, monitores, grupos menores de alunos e a atenção do governo com as escolas mais afastadas.

A realidade das escolas estaduais de Ilhabela aqui revelada pelos professores de Ciências, é retrato fiel do abandono dos espaços reservados ao funcionamento do laboratório. Em síntese, concluí desse levantamento de dados que o professor entende que a atividade prática é um recurso que pode contribuir com os processos de ensino e de aprendizagem, mas sente-se impossibilitado de usá-la.

Diante das condições precárias já relatadas entendo que dificilmente se viabilizariam as mudanças que nas questões anteriores os professores aparentemente propõem e pretendem que ocorram. Vejo, como eles, a necessidade de se buscar condições para viabilizar essa atividade e tenho clareza que a observação, a reflexão sobre o ambiente, a atividade no laboratório, a leitura e a escrita podem ser modalidades de um procedimento que busque informações e sistematização em diferentes fontes. Reforço, entretanto que, tais modalidades não devem ser desenvolvidas isoladamente e sim de forma a se complementarem, criando possibilidades para a internalização do conhecimento formal.

Além destes depoimentos, os professores foram convidados a fazerem alguns comentários adicionais e completaram esta entrevista deixando registros como estes; "Estas informações refletem a realidade da rede estadual", "O Estado deve olhar para o aluno como um cidadão e não como uma pessoa que não pode repetir de ano, porque custa muito para Estado", "Estou feliz por esta iniciativa, nos sentimos muito isolados", "Uma aula prática é mais proveitosa, embora seja mais trabalhosa, por isso precisamos de apoio".

O sentimento revelado nesta fala: "Estou feliz por esta iniciativa, nos sentimos muito isolados" representa a decepção dos professores com relação às condições de trabalho oferecidas pela escola pública estadual. Particularizando, os professores de Ilhabela, sentem-se muito distantes dos grandes centros regionais do Estado, onde as Faculdades Públicas estão localizadas. Os órgãos institucionalmente encarregados de capacitar e manter atualizados estes professores revelam-se inoperantes no sentido de facultar ao professor a possibilidade da formação continuada e de criar canais que aproximem a produção acadêmica da realidade da sala de aula no ensino fundamental. O professor sente-se isolado diante da impossibilidade de realizar a troca de experiências, geradas pela sua prática em sala de aula, e de reavaliá-las.

Este levantamento de opiniões emitidas pelos meus colegas facultou-me a visão de algumas semelhanças entre a minha vida docente e a deles, especialmente, no que se refere a algumas idéias<sup>14</sup> educacionais, a situação profissional e as possibilidades e limitações

---

<sup>14</sup> Algumas dessas idéias, já destacadas anteriormente, nas quais a escola deve valorizar o pensar e o agir do aluno como cidadão, o desenvolvimento do espírito investigativo e crítico, a capacidade de estabelecer relações e propor soluções para os problemas específicos de sua realidade e sobre assuntos ligados à cultura geral. E ainda, o trabalho pedagógico desenvolvido pela escola precisa se adequar e considerar as condições socioculturais desta mesma escola.

para se desenvolver o trabalho pedagógico. A forma de ver o ensino de Ciências em Ilhabela, por estes professores, revela idéias educacionais frutificadas de seus conhecimentos e vivências. Deixam a evidência de que se há fatores positivos como a proximidade entre a residência e a escola, possibilitando maior interação com a comunidade, há também, fatores inibidores como a má remuneração, instabilidade profissional e a escassez de tempo para estudo e pesquisa.

Iniciei este levantamento de opiniões, que acabo de relatar, convencido de que o objetivo deste trabalho era apenas um pequeno passo, do qual outros poderiam decorrer. Quando me debrucei sobre a organização e análise dos depoimentos, obtidos junto a estes professores de Ciências, pude perceber que novos passos se projetam de forma bem mais ampla. Merecem o estudo de uma literatura educacional abrangendo o trabalho pedagógico desenvolvido com a atividade prática, em condições semelhantes à da escola pública de Ilhabela. Requerem a reflexão sobre a importância dessa atividade para o ensino de Ciências, no âmbito escolar, e particularizando, no âmbito da escola pública de Ilhabela, levando em consideração a sua geografia com os recursos locais, sua economia turística e pesqueira, os fatores socioculturais.

A vivência dos últimos anos, como professor do ensino de Ciências em Ilhabela, ampliou minhas possibilidades de perceber que estas peculiaridades e os múltiplos componentes sociais interagem com o cotidiano escolar sendo fatores de estímulo para análise e desenvolvimento de ações que permitem mediar o conhecimento.

Esta busca leva-me a reconhecer na atividade prática um dos recursos a serem utilizados no ensino de Ciências. Pensar nesta atividade com a perspectiva de um projeto escolar culturalmente transformador é o principal desafio. Essa trajetória é permeada por muitas interrogações e revisões de estratégias de ação, visando reconhecer na fala do aluno um conhecimento com reflexões, argumentos e linguagem que se insere e tende a romper com o seu cotidiano.

Em síntese, os professores consideram como fatores inviabilizadores da atividade prática, o número excessivo de alunos em cada sala, a falta de instrumentos adequados para a montagem dos experimentos, a falta de monitores para ajudar a preparar esse instrumental, a falta de situações nas quais ocorram discussões, análises e propostas para

viabilizar o desenvolvimento dessa atividade. Mas, entendem ainda, que a atividade prática é um recurso que pode contribuir com os processos de ensino e de aprendizagem. Como eles, avalio que há necessidade de se buscar condições para se viabilizar essa atividade, tendo como entendimento que modalidades de procedimento que visam buscar informações como é o caso do estudo ambiental, da observação laboratorial, a leitura, a escrita, dialogar com o professor e com os colegas, além da própria exposição do professor, que devem ser desenvolvidos de forma a se complementarem, gerando a possibilidade de se chegar à internalização do conhecimento formal.

Na fase seguinte deste roteiro de viagem, "Como uma quilha corta as ondas", com o objetivo de buscar informações que contribuíssem com a perspectiva do desenvolvimento deste projeto, utilizei, como recurso, a elaboração de um resgate histórico dando enfoque a algumas das diferentes proposta de utilização da atividade prática.

## ***COMO UMA QUILHA CORTA AS ONDAS***

E então que quer eis... ?

...O mar da História  
é agitado  
as ameaças e as guerras  
havemos de atravessá-las,  
rompê-las ao meio,  
cortando-as  
como uma quilha corta  
as ondas.

MAIAKÓVSKI . (escrito em 1927)

O sopro intermitente da brisa marinha, provocando o murmúrio e o remanso quase imperceptível da maré, num deslizar sobre a areia ainda morna pelo sol, é emoldurado pelo silêncio da praia deserta que se deixa quebrar, apenas, pelo canto dos pássaros se acomodando no arvoredo. A paz trazida pela natureza neste fim de tarde, contrasta com a forma inquieta dos pensamentos do navegador que ali passa alguns momentos, atraído pelo descortinar desta cor de ferrugem derramada pelo quase adormecer do sol, fazendo parecer indefiníveis os limites do mar com o céu, cena que numa seqüência de transformações pode deixar para trás essa calma e desenhar a fúria transformadora dos ventos, correntezas e arrebentações, numa coreografia enigmática e tão arrebatadora quanto a anterior. Nessa alternância de cenas, a se repetir impunemente e nos fazendo crer que esses quadros vão se compondo às gotas, como num transpirar do pincel de Van Gogh,

escondem-se desafios, movimentos, matizes, conhecimentos a serem revelados, meandros a serem explorados, que o olhar do navegador busca vencer com o traçado de novos rumos e a experiência das rotas já percorridas.

**O mar da História**, como o mar da Educação, **é agitado**, e exige daqueles que buscam conhecê-lo, o olhar observador e crítico dirigido ao que, dele, já se conhece, no sentido de gerar novas expectativas que emergem da possibilidade de superar essas agitações e num ousar de análises e ações, projetar novas quilhas que possam ultrapassá-las, como o fazem com as ondas.

As reminiscências, que vou buscar na minha bagagem docente, trazem-me, por vezes, situações de sala de aula que me levam a compará-las com as de quem navega, tal é a riqueza de momentos inesperados, que se colocam à frente daqueles que põem em prática as teorias, planos e rotas traçados em terra firme, onde o balanço do mar não faz tremer as mãos, no momento de segurar o lápis para riscar o roteiro.

Mantendo diante da retina estas imagens do viver escolar, procuro conhecer, com maior abrangência e riqueza de detalhes, como tem se desenvolvido, historicamente, o ensino de Ciências, em particular, nas últimas décadas. Dirijo o foco deste fragmento histórico, em estudo, para a atividade prática, e neste encaminhar, faço o levantamento de situações e argumentos que me possibilitem uma análise crítica, sobre as condições históricas em que esta atividade vem se realizando.

Lendo os relatos dos professores envolvidos com o ensino de ciências, no contexto escolar, anteriormente descrito, é possível dizer que a maioria desses profissionais trazem no seu imaginário o vínculo da experimentação com esse ensino, revelando na totalidade dos depoimentos desses professores, de alguma forma, as frustrações por eles sentidas, de não poderem desenvolver tal atividade, ainda que tenham sido citadas diferentes condições, como fatores inviabilizadores.

As raízes dessa necessidade marcante, que faz parte da prática docente destes professores, vêm se ramificando há algumas décadas e a retomada de alguns modelos educacionais que balizam o ensino de Ciências, para análise histórica no contexto da educação em Ciências, pode contribuir para o entendimento desse processo.

Embora o ser humano tenha a constante e tendenciosa ilusão de acreditar que é protagonista e vive no momento mais importante da história da humanidade, não é possível negar às últimas décadas do século XX o papel de uma época sem precedentes, no que diz respeito, principalmente, ao desenvolvimento dos meios de comunicações de massa que possibilitaram a divulgação das convulsórias agitações sociais, modificando a vida e aproximando milhões de seres humanos de diferentes regiões da Terra.

Início esta retrospectiva a partir dos anos sessenta, por entender que a chamada área de Educação em Ciências sofreu, de maneira formal e sistematicamente, grandes modificações no seu desenvolvimento nestes últimos quarenta anos, pelo menos no que se refere à bibliografia acumulada sobre os estudos referentes à área. De acordo com Schnetzler,(1998):

*"Em termos históricos, o crescente interesse em pesquisa sobre Educação em Ciências foi resultado do movimento de reforma curricular que ocorreu principalmente nos Estados Unidos e Inglaterra no início da década de 60", (p. 387).*

## AS ÚLTIMAS QUATRO DÉCADAS

No nosso país o início da década de sessenta reservou, politicamente, a interrupção de dois mandatos presidenciais, o de Jânio Quadros e João Goulart. Estes presidentes tiveram como herança do antecessor Kubitschek, as conseqüências financeiras da política "cinquenta anos em cinco" inclusive com a construção de Brasília, em tempo exíguo. Transferir a capital do país com toda a sua classe política, encastelada no Rio de Janeiro, e administrar um programa de governo que não passava de diretrizes gerais, foram fatores agravantes para esse tumultuado período que Werebe (1994), entendeu assim:

*"Sem conseguir implantar um plano governamental bem definido e desenvolver ações dentro de uma linha coerente, Jânio Quadros acabou por renunciar seu mandato sem ter cumprido dois anos de governo. Seguiu-se um período bastante tumultuado, dentro do qual assumiu a presidência o vice-presidente João Goulart.*

*O governo populista de Goulart veio aumentar as inquietações de vários setores da sociedade brasileira, em particular da burguesia conservadora. De certa forma forneceu elementos para os que preconizavam uma intervenção militar que pusesse fim a seu governo. Celso Furtado refere-se ao fato de que o governo americano (de Kennedy) estava seriamente convencido de que a situação brasileira era pré-revolucionária. Já em março de 1963 Kennedy apresentara ao Congresso americano para denunciar as "infiltrações comunistas" no Brasil. Furtado relata uma sua visita ao presidente americano, às vésperas do golpe militar no Brasil, afirmando que ele "estava tenso, preocupado com a ameaça de um golpe de esquerda" no Brasil. O exemplo de Cuba e o malogro da "infeliz" operação da baía dos Porcos em Cuba ajudaram a criar esse clima de temor contra uma nova revolução esquerdista na América, e desta vez não numa pequena ilha, mas num quase continente", (p. 75).*

Os anos setenta fizeram cair a máscara da ditadura de transição que se arrastava desde 1964, e "mostraram" a face repressiva e arbitrária do regime ditatorial. Sobre esse período Werebe (1994), escreve:

*Em 1969 um novo golpe, "dentro do golpe", veio não apenas reforçar, mas endurecer mais a repressão. O ato institucional nº 5 (AI-5) pôs fim à fase mais "branda" da ditadura. O sinistro período do governo Médici, seguido pelo governo Geisel, foi marcado por perseguições, torturas e*

*assassinatos que atingiram não somente os líderes de esquerda mas também os liberais que se manifestavam contra a ditadura.*

*Um verdadeiro clima de terror de "tipo Kafkiano" foi instituído no país: qualquer pessoa a qualquer momento, sem razão válida, poderia ser presa, torturada e até mesmo assassinada, como de fato ocorreu, no caso do deputado Rubens Paiva, no Rio de Janeiro, e do jornalista paulista Vladimir Herzog. O isolamento das pessoas, o silêncio em torno dos acontecimentos e, por que não dizer, o medo, a paranóia impediram, por muito tempo, a reorganização de grupos de contestação. Referindo-se ao clima de medo e desconfiança que se instalou na própria USP, determinado inclusive pela intromissão de policiais "disfarçados" na instituição, Marilena Chaui (1988, p.253) escreveu: "Policiais transformados em professores, funcionários e estudantes, ou professores, estudantes e funcionários transformados em policiais, transitam em toda a parte", (p. 77).*

Esse clima de arbitrariedade atingiu e lesou instituições e os poderes constituídos que desde a instauração dos seguidos governos militares, através de atos institucionais e medidas provisórias viram seus direitos cerceados, deixando espaços para que ocorressem privilégios escandalosos, como no caso da educação, na qual o aumento das isenções fiscais às escolas particulares, revelavam o favorecimento ao ensino particular. Essa proteção revela-se mais prejudicial às escolas públicas quando da aprovação do decreto nº 72495 de junho de 1973, no qual estados, territórios e Distrito Federal deveriam orientar seus planos de educação, no sentido de criar estabelecimentos públicos somente onde houvesse insuficiência de atendimento, à demanda contida, por parte da escola particular. Prevendo inclusive o uso do dinheiro público para custear bolsas de estudo aos alunos carentes. A constatação destes favorecimentos vem se juntar a outros fatores que contribuíram para acelerar a deterioração enfrentada pelo ensino público, nos anos seguintes.

Se por um lado havia a organização de empresários exercendo a função de ideologia partidária e influenciando diretamente nas diretrizes educacionais, também havia do outro lado, mobilizações estudantis, sob inspiração do movimento ocorrido em maio de 1968, na França. Esse movimento estudantil pautava suas reivindicações nas concepções humanistas modernas. Nas escolas que foram ocupadas foi possível desenvolver projetos,

com professores e alunos, cujos eixos refletiam essas concepções. Sobre esse momento, Saviani (1984), faz a seguinte referência:

*"Nesse mesmo ano de 1968 se desencadeou uma grande mobilização dos estudantes universitários, na esteira do movimento de maio ocorrido na França, que culminou com a tomada pelos alunos, de várias escolas superiores. As reivindicações de reforma universitária feitas pelo movimento estudantil se pautavam, fundamentalmente, pela concepção humanista moderna. Com efeito, nas escolas ocupadas foram instaladas comissões paritárias compostas por professores e alunos e organizados cursos pilotos que valorizavam os interesses, a iniciativa e as atividades dos alunos, desenvolviam o método de projetos, o ensino centrado em grupos temáticos extraídos das preocupações político-existenciais dos alunos, o método de solução de problemas, a valorização das atividades grupais (trabalho em equipe) da cooperação e etc.; características essas, todas elas integrantes da concepção humanista moderna de filosofia da educação", (p.278).*

Essa mobilização estudantil gerou uma corrida pela reforma universitária, por parte dos poderes constituídos, desaguando na Lei 5.540, de novembro de 1968 e ainda, na reforma do ensino primário e médio que passaram a se chamar 1º e 2º graus, através da Lei 5692, aprovada em agosto de 1971. Com o amparo legal, predomina e ganha corpo a neutralidade científica, sob a orientação de uma pedagogia que defende um processo educativo seguindo diretrizes operacionais e objetivas, aproximando-se de modelos empresariais. As características dessa orientação pedagógica foram sumariadas por Saviani (1984), da seguinte maneira:

*"A partir do pressuposto da neutralidade científica e inspirada nos princípios da racionalidade, eficiência e produtividade, essa pedagogia advoga a reordenação do processo educativo de maneira a torná-lo objetivo e operacional... Buscou-se planejar a educação de modo a dotá-la de uma organização racional capaz de minimizar as interferências subjetivas que pudessem pôr em risco sua eficiência. Para tanto, era mister operacionalizar os objetivos e, pelo menos em certos aspectos, mecanizar o processo. Daí, a proliferação de propostas tais como o enfoque sistêmico, o microensino, o teleensino, a instrução programada, as máquinas de ensinar e etc. Daí, também o parcelamento do trabalho pedagógico com a especialização de funções, postulando-se a introdução no sistema de ensino de técnicos dos mais diferentes matizes. Daí, enfim, a padronização do sistema de ensino a partir de esquemas de*

*planejamento previamente formulados aos quais devem se ajustar as diferentes modalidades de disciplinas e práticas pedagógicas", (p. 156).*

Os anos setenta ainda são bafejados pelos ares da guerra fria, nos quais a corrida espacial entre outros desenvolvimentos tecnológicos clama por produções científicas que caminhem na direção dos desenvolvimentos tecnológicos, e para tanto, organismos internacionais investem na produção de novos cientistas. Essa iniciativa seria uma das justificativas para o uso de verbas públicas nas pesquisas científicas e na educação científica. Desta forma, o ensino de Ciências estaria encarregado de estimular, já nos primeiros ciclos escolares, o método investigativo e a formação de pretensos cientistas. Nesse contexto, no qual o capitalismo internacional vincula o desenvolvimento do país ao alinhamento com as diretrizes por ele estabelecidas para a educação, o ensino de Ciências convivia com as influências da chamada Escola Nova. Essa tendência difundia a preponderância dos objetivos formativos sobre os informativos.

Nesse contexto é atribuído às atividades experimentais papel importante na compreensão de conceitos. Pretendia-se, dessa forma, que o aluno diante da observação de um fenômeno, pudesse levantar hipóteses, testá-las, avaliá-las e refutá-las ou não.

Nos anos oitenta, ao especificar o contexto político educacional no qual se desenvolveu essa década, Gouveia, (1992), destaca que no âmbito da educação, no estado de São Paulo, tivemos:

*"Ao nível estadual, novos espaços surgem em 1982 com a eleição direta dos governos de Estado. No Estado de São Paulo as esperanças renascem, pois teríamos, a partir de 83, um **Governo de Oposição**. A proposta de educação do Governo Montoro estava apoiada no tripé: a) autonomia para as unidades escolares; b) participação dos educadores nas reformas necessárias e c) valorização do Magistério. A meta seria a Democratização da Educação e a Descentralização do Sistema Público de Ensino. Tudo apontava para significativas mudanças educacionais" (p. 50-51).*

Se por um lado o contexto político educacional dos anos 80 influenciou mudanças na Secretaria de Educação e nos seus órgãos, como por exemplo na Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas, (CENP), de onde surgiram propostas como a do ciclo

básico e da reorganização da escola de primeiro e segundo graus, por outro lado, sob a óptica do professor que viveu essa década na sala de aula, como foi o meu caso, as propostas de democracia, autonomia e participação apenas tangenciaram a escola. A prática e o dia-a-dia escolar mostraram e ainda mostram que as discussões e análises sobre a educação parecem ecoar das vozes distantes ou privilegiadas, vindas dos cursos de pós-graduação e dos órgãos governamentais encarregados de fazer interagir a produção acadêmica e a realidade escolar do ensino fundamental.

Mesmo reconhecendo a distância entre as propostas e as suas viabilizações, é possível dizer que nos anos 80 as mudanças políticas em curso influenciaram discussões no sentido de se tentar reformas educacionais com maior participação da comunidade escolar. A educação foi palco da análise do processo educacional, no qual passam a ser considerados com ênfase, dentre outros aspectos, o aluno com seus saberes prévios e o processo pelo qual ele constrói o conhecimento científico.

A influência da produção teórica destes estudos desenvolvidos particularmente na academia se faz sentir na elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais, (PCNs/1998) que nos anos 90 são propostos como balisadores do sistema educativo brasileiro.

Por outro lado, a viabilização dessas influências no dia-a-dia da sala de aula não se evidencia, ou melhor, basta direcionar o olhar à minha volta e posso identificar que a realidade na qual estou inserido é regada por "pesadas gotas" de aulas que se repetem de forma apenas expositiva e apego excessivo ao livro didático, que queiram ou não, continua sendo o recurso mais freqüente nas mãos de professores e alunos. Essa mesma realidade escolar, à qual me refiro, também é regada por "leves gotículas" de leitura a respeito dos estudos e pesquisas, que de certa forma, se fazem presentes nos PCNs.

Quando falo das leves gotículas de leitura, refiro-me aos três dias iniciais do ano letivo (reservado para o planejamento escolar) quando os PCNs possibilitam ao professor discutir algumas alternativas para a sua prática docente, as quais no decorrer do ano letivo vão sendo esquecidas e inviabilizadas.

Dirigindo o olhar para a realidade da escola pública, na qual desenvolvo a minha atividade docente, reconheço em alguns depoimentos dos professores, relatados no capítulo anterior, como estes: "Estou feliz por esta iniciativa, nos sentimos isolados" e "Uma aula

prática é mais proveitosa, embora seja mais trabalhosa, por isso precisamos de apoio"; a forma sintética de revelar a distância existente entre as propostas educacionais e as possibilidades de viabilizá-las. Nesse sentido, escrevendo sobre o tema: "Contribuições, limitações e perspectiva da integração no ensino de Ciências Naturais", Schnetzler, (1998), escreve:

*"No entanto, é voz corrente que entre a produção da pesquisa e o seu uso na sala de aula há obstáculos e entraves seríssimos. Apesar do rápido desenvolvimento da pesquisa sobre Educação em Ciências nestes últimos 40 anos, e de suas potenciais contribuições para a melhoria da sala de aula, elas não têm chegado aos professores e professoras que, de fato, fazem acontecer a educação científica em nossas escolas. Constatase que a pesquisa educacional tem sido desenvolvida sem a participação daqueles atores. Porque estes, então, se sentiriam comprometidos com a sua adoção?"*

*Muito se tem produzido e dito sobre o que os professores e professoras deveriam fazer, usar e pensar para darem "boas aulas de ciências". Do alto das estruturas acadêmicas e governamentais, prescrições têm sido propostas que, em sua maioria, são literalmente ignoradas pelo professorado ou implementadas, na prática da sala de aula, de forma bastante distinta.*

*Na realidade, o professor tem sido afastado da pesquisa educacional porque o espaço para tal não foi criado durante a sua formação inicial e nem em sua formação continuada. Concebidos como meros executores, aplicadores de propostas e idéias gestadas por outros, os professores e as professoras têm sido ainda culpabilizados pela baixa qualidade da nossa educação", (p.386).*

## ***\*O lugar ocupado pela experimentação no ensino de Ciências.***

Sou levado a reconhecer na colocação da Schnetzler, reproduzida anteriormente, um retrato praticamente fiel da realidade que o palco do cotidiano escolar tem colocado diante dos meus olhos, com cenas nas quais têm se revelado as condições reais para o desenvolvimento do trabalho educacional.

Vejo na convivência com a minha prática pedagógica, que estou detalhando ao escrever esta dissertação, a ocorrência de experiências que contribuíram com esta pesquisa. Vejo, também, a necessidade de buscar em outras experiências escolares as contribuições que têm se direcionado ao desenvolvimento do ensino da Ciência, considerando especialmente o papel das atividades práticas, nesse ensino.

Nesse sentido, busquei inicialmente avaliar o lugar que nas últimas décadas, a experimentação tem ocupado, no que se refere ao ensino da Ciência. Esse lugar tem sido privilegiado se não no conjunto de todas as escolas, pelo menos no imaginário do professor, como solução para os problemas de ensino, e em várias das propostas dos que têm pensado a educação nessa área. Entretanto, as justificativas para o seu uso escolar têm sofrido grande variação na medida em que diferentes concepções do que é a Ciência, diferentes tendências pedagógicas e diferentes aportes teóricos ocupam a cena educacional.

A complexidade dessas justificativas pode ser avaliada se considerarmos que, mesmo em nossos dias não existe posição unânime nem mesmo sobre o papel da experimentação na construção científica; e, além disso, o conhecimento escolar a respeito do saber científico não se confunde com este último. Mesmo assim, o sonho de muitos professores é levar seus alunos para o laboratório, ou mesmo realizar atividades práticas em classe, ou ainda ir a campo, fazendo com que os estudantes se detenham em certas características do ambiente.

As respostas fornecidas pelos professores que registrei em "Navegar o mar", trazem à tona alguns inviabilizadores desse sonho, além de recursos materiais e de tempo, lembrados por eles, quando questionados sobre o uso ou não da experimentação, também as ações e momentos que possibilitariam o conhecimento e a reflexão sobre concepções de

ensino e de Ciência, e sobre funções e funcionamento dessa atividade, isoladamente ou agregada a outras de natureza diversa, parecem não estar ocorrendo a contento. Se a experimentação parece tão desejável, com que objetivos e como deve ser realizada? Tendo em vista o aprendizado de que conteúdos, habilidades e atitudes? Como essa atividade pode se tornar significativa para a compreensão pelo estudante da Ciência e sua inserção na sociedade? Como levar em conta as idéias primeiras dos estudantes ao realizá-la?

Numa pesquisa recente de revisão bibliográfica Santos, (2001) analisa tendências em dissertações e teses publicadas do Brasil de 1972 a 1995, relativas à experimentação no ensino de Ciências de 5ª a 8ª série do ensino fundamental.

O autor num conjunto de 572 teses e dissertações sobre ensino da Ciência, em diferentes níveis, encontrou 53 trabalhos que trataram a experimentação e entre eles 12 voltados para o ensino de 5ª a 8ª série do ensino fundamental, sendo que na tabela por ele elaborada (p.56) seis estudos investigam 8ª séries, três deles abordando conteúdos da física, em outro quadro (p.64) o autor registra que em dois dos trabalhos o pesquisador é o próprio professor, que planeja e orienta o trabalho, enquanto que em um dos trabalhos não ocorre propriamente atividade experimental, sendo que o pesquisador aplica um questionário. O referencial predominante nesses trabalhos é o piagetiano presente nos três, que remetem para o conteúdo da física e enquanto dois trabalhos centralizam-se em fenômenos um deles volta-se para conceitos isolados.

Entre as considerações finais de Santos, chamou-me a atenção a sua afirmação de que nas doze dissertações analisadas.

*"(...)mesmo os pesquisadores que se utilizaram de referenciais teóricos construtivistas, reproduziram, de um modo geral, abordagens comportamentalistas nas atividades, o que evidencia uma incoerência. Usam, por exemplo, referenciais teóricos piagetianos e terminam reforçando o modelo de atividade por redescoberta que tem por base o comportamentalismo(...).Até mesmo quando lançam mão de recursos lúdicos o fazem mais com a intenção de ilustrar conceitos que estão querendo transmitir, é um reforço à transmissão de conhecimentos", (p.77).*

Minha compreensão é de que essas ocorrências estão associadas a complexidade dos processos de ensino e sua análise, e, entre outros fatores, se originam na maneira

desagregada como são associadas comunicações de caráter filosófico (valorativos), referenciais teóricos, procedimentos e resultados na própria investigação educacional. Se agravam na divulgação das pesquisas, quando freqüentemente, só é dado relevo aos resultados, e culminam na prática efetiva e diária da sala de aula onde as condições existentes quase sempre impossibilitam que as propostas subentendidas nos resultados se efetivem.

Acredito, por outro lado, na positividade da complexidade das relações de ensino em sala de aula. Os múltiplos processos ali existentes, alguns detectados nas pesquisas, e outros não, devido à própria impossibilidade destas darem conta do todo, uma vez que só podem ser realizadas a partir de questões especificamente formuladas.

No que se refere às tendências pedagógicas, pensadas e analisadas na academia, seu ideário acaba de algum modo atingindo a escola e influenciando-a.

Delimitando um período, no caso, a segunda metade do último século no Brasil, encontrei em trabalhos como os de Libâneo (1983), Saviani (1983) e Gadotti, (1984) classificações e delimitações de períodos de predominância das tendências chamadas tradicional, nova e tecnicista.

Entendo não ser importante, neste momento, a reprodução dessas classificações mas parece-me relevante lembrar que através de documentos oficiais, subentendidas em livros didáticos, em cursos de educação básica ou continuada de professores, ou de outros modos, a escola foi sendo influenciada por certas idéias, e as que as substituíram posteriormente. Assim, o importante na prática educacional seria aprender, aprender a aprender ou aprender a fazer? O eixo da ação pedagógica seriam os conteúdos, o intelecto, a lógica ou o sentimento, o aspecto psicológico, o interesse? O professor é um transmissor de conteúdo, um facilitador, orientador ou um técnico aplicador de meios adequados? Os objetivos deveriam obedecer a sequência lógica do conteúdo, o desenvolvimento do aluno ou a preocupação deveria ser apenas em operacionaliza-los? Deveriam ser avaliados apenas os conhecimentos adquiridos ou as atividades precisam ser valorizadas?

Se consideradas as oposições que essas questões compreendem é difícil acreditar que no cotidiano de uma escola respostas para essas questões tenham sido dadas de forma a compor um todo coerente segundo uma única tendência pedagógica.

Ao escrever sobre os modelos de ensino no Brasil, Martins (1994), em sua dissertação de mestrado, diz que, em geral, esses modelos refletem as tendências educacionais oriundas de fora do país, citando como exemplos dessas tendências a pedagogia tecnicista e a escolanovista. Reconhece que como toda atividade humana, as tendências educacionais são passíveis de sofrer influência de interesses políticos e econômicos e vê como possível a existência simultânea de diferentes tendências educacionais num mesmo contexto, e escreve:

*"O que geralmente se observa num determinado momento e para uma dada realidade, é a coexistência de várias tendências, com o predomínio de uma delas. A pedagogia tradicional, por exemplo, não sucumbiu às idéias escolanovistas que, por sua vez, não desapareceram com o modelo tecnicista ou com o surgimento das teorias críticas.*

*Regra geral, observa-se que as tendências dominantes nas diferentes áreas do conhecimento, num determinado período, são muitas vezes divulgadas e/ou assimiladas como padrões desejáveis nos processos de modernização dos países em desenvolvimento. Isto ocorre também na educação", (p. 13).*

No que se refere à experimentação no ensino da Ciência, Amaral (1997), partindo do tripé conhecimento formal, experimentação e estudo ambiental, identifica três tendências: tradicional, redescoberta e descoberta. Quanto ao papel educacional da experimentação o autor afirma que na visão **tradicional** o papel dessa atividade é a verificação da teoria, enquanto que na **redescoberta** ela visa a reconstituição induzida do conhecimento científico e na **descoberta** objetiva-se fazer com que o estudante adquira postura de cientista mirim. Também segundo Amaral na tendência **tradicional** o estudante aprende por imitação, memorização e repetição, na **redescoberta** através de processo induzido e simplificado de redescoberta do conhecimento científico, enquanto que na **descoberta** a aprendizagem se daria de modo autônomo num processo que visa simular a pesquisa científica. Quanto ao mundo real, para o autor, a visão **tradicional** o abstrai, sendo pontos de saída e de chegada o conhecimento científico, a **redescoberta** simula o fenômeno no laboratório e a **descoberta** trabalha com fenômenos naturais mas de modo simplificado. Assim, segundo esse autor, a tendência **tradicional** e a **redescoberta** trabalhariam unicamente com dois eixos do tripé, Ciência, experimentação e ambiente, no

caso, com os dois primeiros, enquanto que a *descoberta* incluiria o trinômio, mas com a questão ambiental sendo trabalhada de forma distorcida.

Já, segundo o meu entendimento sobre a atividade prática passa por uma análise, na qual considero que o processo de ensino, ao contar com a mediação do professor, revela a necessidade de ações que permitam a ocorrência de situações problematizadoras, da procura de diferentes fontes de informações, da elaboração de idéias e atitudes, e também, da sistematização.

Ao utilizar a terminologia **Atividade Prática**, tive como preocupação não vê-la identificada apenas com a experimentação. À "atividade prática" que proponho como objeto desta pesquisa pretende buscar a viabilização, num contexto escolar regionalizado, já detalhado anteriormente, levando em consideração que a experimentação será explorada como uma modalidade de procedimento, de forma complementar com outras fontes de informações, como é o caso do estudo do ambiente, da observação, da leitura e da exposição do professor.

As situações problematizadoras podem contribuir para que o aluno adquira consciência da insuficiência do seu modelo, para explicá-la. A medida que as explicações trazidas pelos alunos a respeito dos fenômenos naturais, elaborados fora da escola, vão sendo questionados e vão se revelando insuficientes, é possível criar situações que estimulem o aluno na busca de outras informações, facultando a ele rever os limites das explicações anteriormente apresentadas e propor solução para o problema em estudo. Com as situações problematizadoras objetiva-se levar ao aluno a possibilidade de promover a mudança dos conceitos alternativos em conceitos científicos ou pelo menos conceitos mais próximos destes últimos. Ainda que, haja a possibilidade do aluno internalizar o conceito científico mantendo os conceitos alternativos, e utilizando uns ou outros conforme o contexto.

É possível dizer que essa mudança conceitual nem sempre ocorre, principalmente, se tivermos como entendimento que a sala de aula propicia a construção do conhecimento no decorrer do processo, no qual os alunos se apropriam dos significados e da linguagem do professor, numa construção de conhecimento compartilhado. Segundo, Mortimer & Machado (1997).

*"O ensino não pode ser visto simplesmente como um processo de reequilíbrio (Piaget,1965), no qual a exposição dos sujeitos à situações de conflito levaria à superação das concepções prévias e a construção de conceitos científicos. A superação de obstáculos passa necessariamente por um processo de interações discursivas, no qual o professor tem um papel fundamental, como representante da cultura científica. Nesse sentido, aprender ciências é visto como um processo de "enculturação" (Driver, Asoko, leach, Mortimer & Scott,1994), ou seja, a entrada numa nova cultura diferente da cultura do senso comum. Nesse processo, as concepções prévias do estudante e sua cultura cotidiana não têm que, necessariamente, serem substituídas pelas concepções da cultura científica. A ampliação de seu universo cultural deve leva-lo a refletir sobre as interações entre as duas culturas, mas a construção de conhecimentos científicos não pressupõe a diminuição do status dos conceitos cotidianos, e sim a análise consciente das suas relações" (p140-141).*

Entendo que tanto conceitos científicos, elaborados, produzidos e reconhecidos como válidos pela comunidade científica, como os conceitos cotidianos, elaborados com embasamento no senso comum, precisam da ação do professor no sentido de possibilitar a ocorrência da interação educativa. Ao dimensionar a sua ação pedagógica o professor deve colocar-se, não apenas, como alguém cujo objetivo é o de divulgar os conhecimentos científicos, mas sim, o de valer-se dos conhecimentos cotidianos, trazidos pelo aluno e das suas necessidades em compreender as situações em estudo, para possíveis mediações num trabalho que almeja a compreensão do conhecimento científico

A procura de informações, a busca de soluções e, algumas vezes o confronto de diferentes idéias e atitudes supõe um processo contínuo e dinâmico que pode contribuir para o domínio de aspectos da cultura científica. Estes aspectos, entretanto, se relacionam aos conteúdos de ensino selecionado. E neste estudo, optei, pelo tema: "Luz, numa abordagem regionalizada", para complementar uma unidade de ensino.

Na busca de contribuições, feitas anteriormente, sobre o tema, destaco pesquisas como:

Com o título "Conceitos espontâneos de crianças sobre fenômenos relativos à luz: análise qualitativa". As autoras Goulart e outros (1989), desenvolveram um projeto com crianças de 7 a 13 anos, de três escolas públicas do 1º grau no Rio de Janeiro e estudaram

as representações espontâneas dessas crianças, sobre fenômenos relativos à luz e seus modelos de visão. Tiveram como proposta levar informações sobre a linguagem empregada por eles para explicar os fenômenos físicos do cotidiano e desenvolver metodologia apropriada para que os professores possam se valer dela. Para tanto padronizaram uma entrevista com duração de trinta minutos, composta por um conjunto de questões chave e atividades concretas, de acordo com o método piagetiano, na qual, a criança foi incentivada a analisar uma sequência de situações que caracterizam determinado fenômeno.

A entrevista contou com uma fase diretiva, na qual foi apresentada à criança uma situação de laboratório permitindo o manuseio e a observação para satisfazer a curiosidade do aluno, seguido de um conjunto de perguntas, (padronização da entrevista). Já, a outra fase, não diretiva, foi feita apresentando à criança os mesmos fenômenos e perguntando como ela os explicaria, encorajando-a a dizer o que pensa, construindo um diálogo com o mínimo de linguagem verbal, por parte do entrevistador.

Na fase conclusiva do estudo, as autoras fazem uso de uma classificação, segundo elas piagetiana, para as respostas (randômicas, romanceadas, sugeridas, convicção liberada e convicção espontânea).

Baseadas na compilação de respostas, (liberadas e/ ou espontâneas), partem do que foi chamado de "estado de conhecimento da criança" e sugerem algumas implicações para o desenvolvimento curricular, e para o treinamento de professores de Ciências.

Ainda, sobre o tema abordando fenômenos relativos à luz, destaco a pesquisa com o título "Um teste para detectar questões alternativas sobre tópicos introdutórios de óptica geométrica", no qual o autor Harres (1993), tem como objetivo detectar se o aluno tem concepções cientificamente corretas, em alguns tópicos introdutórios da óptica geométrica.

Esses tópicos dizem respeito ao processo de visão, propriedades de propagação da luz e formação de imagens em espelhos planos. Para tanto, elaborou um teste de 15 itens, de escolha múltipla, que foi aplicado em 152 estudantes de 2º e 3º graus que já tinham estudado óptica geométrica.

O autor cita o reduzido número de trabalhos, (cinco), a respeito de concepções alternativas, relacionados a óptica geométrica, e (três), se considerados os tópicos introdutórios da óptica geométrica.

O levantamento feito pelo autor em literatura que cita concepções alternativas sobre tópicos introdutórios da óptica geométrica revela o não conhecimento, por parte dos alunos, sobre a propagação da luz, por exemplo: - a luz é identificada como "estando" na fonte emissora ou no objeto iluminado.

Já no processo da visão há dificuldade em reconhecer e aplicar corretamente as propriedades da propagação da luz, principalmente, quando da dissociação entre o processo de visão e a propagação da luz, por exemplo: - "para ver o objeto não é necessário vir luz do objeto até nossos olhos".

Baseado nos dados o autor entendeu que as concepções alternativas levantadas são, na maioria, concepções errôneas<sup>15</sup> e conclui propondo:

*“Um teste de lápis e papel que, por um lado, pode ser aplicado e avaliado muito rapidamente e, por outro lado, é capaz de dar ao professor (ou ao pesquisador) informações se o aluno tem concepções científicas sobre tópicos introdutórios da óptica geométrica”.*

Outro trabalho abordando o tema luz, foi divulgado pelas autoras Almeida e Mozena (2000). Neste estudo analisam o funcionamento da leitura no contexto de trabalho com uma unidade sobre “Luz e outras formas de radiação eletromagnética”. A unidade de estudo foi desenvolvida com alunos de 8 série do ensino fundamental. Segundo as autoras, as noções como representação, condições de produção e história de leitura deram suporte à análise, que permitiu, além da identificação de representações sobre luz, compreender no funcionamento da leitura dos textos pelos estudantes.

Outro trabalho abordando aspectos deste tema foi desenvolvido por Alves (1993), com o título “A luz do sol: um curso dirigido a crianças da região litorânea e a criança veranista”. Inserido no programa de mini-cursos de verão oferecido pelo (Centro de Estudos Costeiros, Limnológicos e Marinhos) CECLIMAR da UFRGS foi desenvolvido na

---

<sup>15</sup> Grifo do autor

cidade de Imbé, curso sobre a composição da luz solar. Também foi abordada a idéia de visão das cores como uma percepção diretamente associada ao tipo de iluminação, à qual os objetos são expostos. Foi dirigido, na primeira etapa, a crianças de sete a nove anos e na segundo a crianças de dez a doze anos. O tema abordado atende o principal objetivo do CECLIMAR, oferecer mini-cursos cujos temas estejam contextualizados à região do litoral.

Ao final do curso as crianças fizeram relatórios dentre os quais foram destacados aqueles que descreviam as atividades desenvolvidas em forma de desenhos em quadrinhos. Considerou a autora, que não foi objetivo do curso ensinar conteúdos específicos mas de proporcionar à criança, o contato com fenômenos relacionados à Física, num contexto litorâneo.

A autora entende como relevante o aspecto das crianças terem estabelecido algumas relações entre a luz do sol e os fenômenos cotidianos. Enfatizou também que as crianças de seis a nove anos, mais do que as de dez a doze anos conseguiram sistematizar as atividades realizadas. A respeito desse aspecto sugere em nível de pesquisa que se analise o papel da escola, no sentido de não estar contribuindo para a criatividade e autonomia da criança.

Outro trabalho que aborda o tema, foi desenvolvido pela autora Almeida (1996), no qual são focalizadas as representações de estudantes do ensino médio relacionadas ao tema luz. Descreve as representações reportando-se aos instrumentos que permitiram inferi-las, sem excluir aqueles que não dizem respeito ao conhecimento científico. Embora reconheça que há crescente complexidade das teorias sobre luz, entende que a abordagem desse tema, em nível de ensino médio, deva se projetar sob enfoque que privilegie abordagens qualitativas e abrangente de forma a propiciar ao aluno chegar a racionalidade científica.

Em publicação recente, com o título: “O ensino da óptica na perspectiva de compreender a luz e a visão”, os autores Gircoreano e Pacca (2001), apresentam o trabalho desenvolvido por eles, com 120 alunos do 2º ano, em nível de ensino médio. Tentam promover o ensino dos temas de óptica geométrica, baseando-se nas concepções espontâneas dos alunos. Essas concepções foram levantadas através de questionários

respondidos pelos alunos. Na sequência, foi feita discussão baseada nos dados obtidos, seguida de atividades experimentais, como o da sala do nada, visando proporcionar ao aluno a vivência da ausência de luz. Outras atividades experimentais são desenvolvidas com o objetivo de proporcionar ao estudante, segundo os autores

*“(...) a oportunidade para acompanharem suas idéias e expectativas com uma situação prática, criando contextos para a construção dos conceitos científicos”, (p. 26).*

Ao descrever seus estudos sobre luz, Guesne (1989), parte do que considera ser a luz, para o físico e se propõe à busca do entendimento sobre o que é a luz para estudantes de dez a quinze anos, inclusive, saber deles, as propriedades atribuídas a ela, e a forma de interpretar os fenômenos ligados à existência da luz. Em sua narrativa chama-nos a atenção concepções que foram conseguidas sob o enfoque da óptica geométrica. Nesse sentido, segundo a autora, a abordagem revela como alvos prioritários, apresentados pelas crianças estudadas, a idéia da luz ligada ao processo de visão.

Neste momento abro parênteses para relatar uma preocupação que me conduz a várias reflexões e que eu gostaria de levar em conta, como um dos componentes significativos para o entendimento de alguns propósitos desta pesquisa.

Durante estes anos de trabalho docente, nesta escola, pude constatar que aproximadamente 80% dos alunos que concluem o ensino fundamental, continuam seus estudos em nível de ensino médio. Já, o ensino médio, fornece dados, nos quais, em cada classe de 40 alunos, dois ou três têm condições de continuarem seus estudos em nível superior.

Esses alunos que provavelmente não voltarão ao banco escolar, fazem parte do corpo social e precisam exercer a sua cidadania. Nesse sentido, entendo que o ensino escolar, incluindo pesquisas como esta devem considerar as condições sócio culturais da região.

O ritmo de vida tranqüilo, desta pequena cidade, favorece ao aluno manter um contato praticamente diário com elementos como o mar, cachoeiras e uma reserva de Mata Atlântica. É provável que este aluno já tenha se detido a admirar e buscar explicações

diante de cenários como por exemplo o do arco-íris. Esse quadro pode ser merecedor de admiração mas, também, desencadeador de observações, reflexões e explicações das características evidentes e até dos mais sutis que compõe o arco-íris. Neste sentido, o trabalho de Tragtenberg (1986), abordando as belezas do arco-íris e seus segredos, trouxe contribuições para que se projetassem ações que permitissem explorar este assunto, durante o desenvolvimento do projeto de pesquisa.

Partir de observações como o leque de cores por ele mostrado, e buscar as possibilidades para ocorrência desse fenômeno, pode conduzir a eventual compartilhamento de conhecimentos, elaboração de explicações que venham a estimular novas procuras, inclusive, a de relacionar os fenômenos ocorridos com a luz, na formação do arco-íris, com outras situações que se projetam no seu cotidiano.

Durante o processo de desenvolvimento das etapas que estruturaram esta pesquisa, procurei explorar as condições de regionalidade que pudessem contribuir com a identificação das idéias prévias dos alunos, com a experimentação realizada no laboratório, na busca de informações no sentido de, inclusive, estabelecer comparações entre o fenômeno e a forma de representá-lo, e com a sistematização e a aplicação dos conhecimentos sistematizados.

Não foi objetivo desta pesquisa atingir momentos em que os alunos chegassem a explicações com fundamentações algébricas e geométricas, forma através da qual boa parte dos livros didáticos tratam este conteúdo e pretendem que o aluno venha a reproduzir. Busquei, com esta unidade de estudo, ampliar as possibilidades dos alunos poderem manifestar as suas idéias prévias valerem-se delas para tentarem alcançar o entendimento de alguns fenômenos relacionados à luz, buscarem e compartilhar informações que os estimulassem a refletir, inclusive, contribuir com a possível internalização de aspectos da cultura científica.

Na fase seguinte desse roteiro de viagem "Entender o Mar" pretendo me ater na descrição da fundamentação teórica que contribuiu com a elaboração deste projeto de pesquisa incluindo a metodologia do estudo.

***ENTENDER O MAR.***

## SONHOS

No arrastão dos pescadores  
 Vinham discos voadores  
 Lemanjás de porcelana  
 Carrações, caravanas  
 Num painel de fliperama.  
 Vinha tudo que eu sonhava  
 Um postal de Ilhéus  
 Vinham seios de serenas  
 Meu São Jorge em lua cheia  
 Meus castelos de areia.  
 Meu cordão de carnaval  
 A paixão mais tropical  
 Meu São João junto às fogueiras  
 Minhas festas brasileiras no arraial  
 No arrastão dos pescadores  
 Vinha o céu dos pescadores  
 Feito a mão por bordadeiras  
 Com lanternas de traieiras  
 Estrelas verdadeiras.  
 Vinha tudo que eu sonhava  
 Vinha o rio que eu pescava  
 Meus tesouros e meus mapas  
 Meus navios em garrafas  
 Meu destino de pirata.  
 Olá - lá  
 Toda vez que eu quiser sonhar  
 Vou buscar o mar.

(Ivam Lins e Vítor Martins).

O espaço escolar, em especial a escola pública estadual é, há alguns anos, o meio e a minha fonte de pesquisa, de tal forma marcantes, que geraram várias interrogações, no que diz respeito à troca de conhecimentos, à possibilidade de reconhecer as representações

dos alunos, as interações de discursos em sala de aula, as tentativas de tomar medidas com o intuito de contribuir para a internalização de conceitos e projetando um futuro convívio social diferenciado por parte do aluno. Mas foi além, favoreceu-me com o experimentar de vários depoimentos, dos quais destaco este que relato a seguir.

Mesmo sob pena de me tornar prolixo, entendo ser oportuno destacar um texto que reflete um dos registros que obtive durante estes anos de estudo, pois foram situações como esta, construídas no cotidiano escolar, que me levaram a refletir sobre a minha prática pedagógica.

Os gestos desencontrados e o barulho das banquetas sendo arrastadas davam a impressão de um desbravar de caminhos e passagens por onde os alunos foram chegando, cada um com o seu jeito, como se fossem peregrinos que se livram das mochilas, após longa caminhada. Os comentários paralelos conseguiam sufocar o ruído insuportável da sineta, um lápis emprestado, uma conversa aqui outra ali, os risos e cochichos provocados pelo recadinho escrito na bancada, uma bolota de papel cruzando a sala sobre as nossas cabeças, um grito sem dono, a euforia por estar na sala do laboratório, a atenção de alguns e a brincadeira de outros, não disfarçavam a maior ou menor habilidade de lidar com o instrumental. Enquanto uns demonstravam alguma familiaridade com o observar, o analisar, o formular de algumas propostas e explicações, outros caminhavam de forma "anárquica", durante o processo de estudo.

Estas imagens, tão firmemente fixadas na minha memória, derivam de uma aula de Ciências, desenvolvida com um grupo de alunos de quinta série do ensino fundamental, quando ao explorar algumas noções sobre a força que é aplicada às superfícies de contato entre dois corpos, deparei-me com um dos alunos apoiando cotovelos e mãos sobre a bancada, o queixo encostado nas mãos sobrepostas, os olhos querendo saltar das pálpebras, como se fixos estivessem, a observar o que ocorria com o instrumental, deixando exalar uma luz fisionômica com a qual parecia procurar alguns registros trazidos na memória. Percebi que naquela cena havia algo que o interessava e talvez fosse o momento adequado para relacionar o seu mundo e o ensino escolar da Ciência.

Sentindo a minha aproximação, o aluno, com trejeitos acaçarados e sonorizando as vogais de forma anasalada, disse: - Professor, você usou óleo para fazer esse bloquinho

escorregar sobre a rampa e eu lembrei que o meu pai quando puxa a canoa da água, não joga óleo na areia, mas pede para que eu e meus irmãos coloquemos uns pedaços de troncos de árvore em baixo da canoa e, assim, nós não precisamos fazer muita força .

Concordando com as observações do aluno, comecei a explorar junto com ele e com seus colegas outros aspectos da atividade que estávamos desenvolvendo. Individualmente, vi, como na sutileza de um lapso de imagem, abrir-se um leque de questionamentos que desfilaram pela minha mente, sem pedir licença. Tateando o imaginário, passei a refletir sobre outras possibilidades de desenvolvimento daquele assunto. Talvez aquela aula pudesse ter acontecido na beira da praia, onde o mesmo fenômeno teria sido explorado, levando-se em consideração aspectos e situações mais próximas do contexto sociocultural do aluno, onde os espaços, com os quais está mais familiarizado, pudessem favorecer a descontração e a argumentação mais fluente e reveladora dos seus conhecimentos iniciais. Essa argumentação ou argumentações me deixariam mais próximo das **idéias primeiras** e da **linguagem** que sociohistoricamente o aluno já vem construindo, possibilitando com isso, a mediação de novos saberes acenando com a possibilidade e a necessidade de se romper com algumas representações. Tudo mediado pelo compartilhamento de conhecimentos entre todos os atores deste ato, podendo viabilizar as cenas que favorecem o encaminhar de novas elaborações de conhecimentos, agora, sob um olhar formal e sistematizado.

Ocorreu-me, também, utilizar a figura da canoa para explorar outros assuntos, como por exemplo a importância da pesca para essa comunidade caiçara. Atividade essa que competiu economicamente, noutras épocas, com o ciclo da cana de açúcar, com as plantações de coco e banana e ainda hoje divide esse espaço econômico com o turismo. Utilizar-me dos números e das engenhosidades matemáticas para tornar mais evidente o quanto esses pescadores são explorados pelos atravessadores que comercializam o pescado, fruto do seu trabalho, por preços aviltantes. Estimular novas reflexões, no sentido de um questionamento cidadão, facultar ao aluno a possibilidade de se perguntar, se esses desajustes estão ou não ligados à possibilidade de acesso às novas tecnologias que os avanços da ciência ajudam a criar mas que nem sempre estão a serviço de uma sociedade mais justa.

- Professor! ... e se eu fizesse...?, outro chamado, outro depoimento, desta vez trazendo-me de volta ao burburinho da sala de aula, onde o idealizado busca superar limites colocados pela realidade escolar e essas limitações explícitas ou não agem como uma atitude provocativa e desafiadora, na direção de alternativas concretas que consigam percorrer esses meandros, assemelhando-se à ação mediadora do imaginário ao tecer caminhos entre a luz e o arco-íris.

Ouvir estes depoimentos com ouvidos de quem se encontra atraído por uma música e procura compreendê-la considerando as motivações do compositor, senti-los como expressões talhadas pelo experenciar do cotidiano, onde as múltiplas intervenções dos aspectos sociais deixam suas marcas, vê-los como desafio motivador de novas buscas, novos saberes, respirar os “conhecimentos primeiros”, que neles se revelam, como o ar renovador de construções de conhecimento, mergulhar com todos os sentidos nesse espaço de interações dos discursos foram as preocupações que estiveram presentes em toda a trajetória deste estudo. Preocupações que, mesmo considerando as limitações da atuação do pesquisador, pretenderam enfatizar a interação como um dos fatores que influenciam a coleta de dados e conseqüente análise dos mesmos, embora, acredite ser difícil evitar a esterilização dos espaços, quando utilizados pela pesquisa, onde muitas variáveis se perdem ou são desprezadas.

O atuar, nestes últimos anos, como professor, no ensino de Ciências, me possibilita ver nestas peculiaridades e nos múltiplos componentes sociais interagindo com o cotidiano escolar, os fatores de estímulo para análise e desenvolvimento de ações que permitam mediar o conhecimento.

Pensar nos processos de ensino e aprendizagem em Ciências Naturais requer a valorização dos múltiplos aspectos que interferem nas relações entre a natureza e os seres humanos e estes entre si. Essas relações passam pela investigação, troca de informações, atitudes, responsabilidades, convívio com diversidade de opiniões e se projetam fortemente influenciadas pelo contexto social e pelo sistema produtivo.

Todo modelo educacional influencia não apenas os conhecimentos mas também habilidades e atividades dos estudantes. O modelo educacional que tem por objetivo formar cidadãos, necessariamente, precisa ter em conta não apenas o desenvolvimento de conceitos

científicos mas também a reflexão, as atitudes desejáveis, os valores socialmente orientados e a capacidade de reflexão. A possibilidade de investigar, trocar, experimentar, comparar, ler, discutir e organizar, sob a mediação do professor, pode facultar ao aluno esses desenvolvimentos.

Dessa forma, no ensino de Ciências não devem ser priorizadas as definições ou mesmo apenas a compreensão de conceitos científicos. Estes, tendo em vista a possibilidade do aluno vir a sistematizá-los durante o processo de ensino, serão trabalhados tendo em vista o reconhecimento de que os conceitos têm na sua fundamentação linhas de raciocínio e de lógica trazidas pelas teorias científicas, cuja complexidade diverge da complexidade do trabalho escolar. E, além disso, são produzidos numa sociedade com todas as suas peculiaridades, inclusive, a de ser um país que sofre influência dos modelos educacionais produzidos no exterior, cuja elaboração desconsidera as nossas necessidades internas. Sobre os laços de dependência cultural e ideológica com as nações hegemônicas, Martins, (1994), escreve:

*"Copiando modelos externos, os países em desenvolvimento pretendem adquirir características semelhantes a esses modelos, aparentemente sem considerarem que as inovações produzidas num determinado país são criadas em função das necessidades internas daquele país, inclusive com a função de reformar ou manter intactos valores, atitudes e comportamentos de seu interesse. Importam-se idéias, ciência, tecnologia, modelos pedagógicos, etc., que são implantados em sua totalidade, parcialmente ou adaptados às condições nacionais", (p.13-14).*

Há que se reconhecer, nos processos de ensino, não somente as estruturas de conhecimento trazidas pela Ciência mas também as do professor e dos alunos, com suas idéias prévias; do senso comum e com características próprias do saber escolar. A relação que se estabelece no processo de ensino deve permitir a mediação de concepções da Ciência contribuindo para novas elaborações e para a estruturação e formalização de conhecimentos científicos socialmente orientados.

Abordando a necessidade de superação de obstáculos epistemológicos, na forma de idéias primeiras e ao mesmo tempo reconhecendo a sua importância, Bachelard, (1998), refere-se à educação, particularizando:

*"Na educação, a noção de obstáculo pedagógico também é desconhecida. Acho surpreendente que os professores de Ciências, mais do que outros se possível fosse, não compreendam que alguém não compreenda. Poucos são os que se detiveram na psicologia do erro, da ignorância e da irreflexão. Os professores de Ciências imaginam que o espírito começa como uma aula, que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição da lição, que se pode fazer entender uma demonstração repetindo-a ponto por ponto. Não levam em conta que o adolescente entra na aula de física com conhecimentos empíricos já construídos. Não se trata, portanto, de adquirir uma cultura experimental, mas sim mudar de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana", (p. 23).*

As idéias prévias trazidas pelo aluno são forjadas pelos horizontes da cultura e dos limites sociais que o acolhem. Se diante de determinado fenômeno em estudo lhe for facultado revelar essas idéias, no sentido de explicitá-las, cria-se a possibilidade de que ocorram comparações entre as suas explicações e a dos seus colegas, professor, textos, filmes, ou outro meio de acessar informações que o façam refletir sobre essas idéias iniciais e possam estimulá-lo a estruturar outras idéias, chegando à internalização do conhecimento científico na forma que adquire na escola.

É surpreendente a participação do aluno quando ele se vê diante de situações de estudo que o deixam à vontade, liberto de inibições e bloqueios. Revelam-se aí as observações e as explicações, aparentemente de fácil compreensão que trilham as generalidades do primeiro olhar e vêm carregadas de imagens previamente concebidas, revelando o empirismo imediato. Para Bachelard, (1998):

*"... o aluno e o aprendiz não se apresentam de início como puros espíritos. A própria matéria não se apresenta para eles uma razão suficiente de calma objetividade. Ao espetáculo dos fenômenos mais interessantes, mais espantosos, o homem vai naturalmente com todos os seus desejos, com todas as suas paixões, com toda a alma. Não é pois de admirar que o primeiro objetivo seja um primeiro erro", (p. 68).*

Resgatar as idéias prévias trazidas pelo aluno e mediar a aprendizagem de novos significados e explicações para os fenômenos revelados pelo mundo que o cerca, requer o professor como elemento viabilizador, não apenas das situações significativas e desafiadoras para o aluno, mas também, indicando outras fontes de informação,

favorecendo a elaboração de novos conceitos e a possível sistematização desses conhecimentos.

Essa mediação, segundo Vigotsky, assume papel indispensável se entendermos a ocorrência das relações de conhecimento, desenvolvidas tanto no cotidiano escolar como fora da escola, com as suas especificidades.

As significações elaboradas socialmente estão sendo objeto de apropriação por parte do aluno à medida que se desencadeiam as suas relações com o outro e a linguagem. As interações sociais lhe possibilitam a apropriação de formas culturais de pensar e agir, facultando-lhe a reconstrução interna das formas de pensamento e ação. Desta forma, o seu processo de desenvolvimento individual passa inicialmente pelo social, do qual ocorrem as relações de interação interna. A internalização, entendida como processo interno de transformação de uma construção externa, decorre daquilo que a criança aprende com o outro, da elaboração e da incorporação do aprendido, modificando as formas de pensamento e ação. Segundo Góes (1991):

*"As funções psicológicas, que emergem se consolidam no plano da ação entre sujeitos, tornam-se internalizadas, isto é transformam-se para construir o funcionamento interno. Esse plano interno, intra-subjetivo não é um plano de consciência preexistente que é atualizado mas um modo de funcionamento que se cria com a internalização, pelo deslocamento da fonte de regulação do próprio sujeito. (Leontiev, 1981). Dessa maneira, longe de ser uma cópia do plano externo, o funcionamento interno resulta de uma apropriação das formas de ação, que é dependente tanto de estratégias e conhecimentos denominados pelo sujeito quanto de ocorrências no contexto interativo", (p. 18).*

Esse processo de internalização não é entendido como um processo de mera assimilação, mas sim, como um mecanismo desenvolvido pelo homem no sentido de assimilar as formas de comportamento culturalmente fornecidas de tal forma que as relações interpessoais possam ser transformadas em intrapsicológicas. Para Oliveira(1993):

*"O processo de desenvolvimento do ser humano, marcado por sua inserção em determinado grupo cultural, se dá "de fora para dentro". Isto é, primeiramente o indivíduo realiza ações externas, que são interpretadas pelas pessoas ao seu redor, de acordo com significados culturalmente estabelecidos. A partir dessa interpretação é que será possível para o indivíduo atribuir significados às suas próprias ações e*

*desenvolver processos psicológicos internos que podem ser interpretados por ele próprio a partir dos mecanismos estabelecidos pelo grupo cultural e compreendidos por meio de códigos compartilhados pelos membros desse grupo", (p. 38).*

Na escola o papel mediador é assumido, principalmente, pelo professor e pelos alunos. De forma mais abrangente, as pessoas e as coisas que integram o mundo do aluno são os mediadores dos conhecimentos que lhe permitem a construção de significados compreendidos por Vigotsky, (1998), da seguinte maneira:

*"O significado de uma palavra representa um amálgama tão estreito do pensamento e da linguagem, que fica difícil dizer se se trata de um fenômeno da fala ou de um fenômeno do pensamento. Uma palavra sem significado é um som vazio; o significado, portanto, é um critério da "palavra", seu componente indispensável. Pareceria, então, que o significado poderia ser visto como um fenômeno da fala. Mas, do ponto de vista da psicologia, o significado de cada palavra é uma generalização ou um conceito. E como as generalizações e os conceitos são inegavelmente atos do pensamento, podemos considerar o significado como um fenômeno do pensamento. Daí, não decorre, entretanto, que o significado pertença formalmente a duas esferas diferentes da vida psíquica. O significado das palavras é um fenômeno de pensamento apenas na medida em que o pensamento ganha corpo por meio da fala, e só é um fenômeno da fala na medida em que esta é ligada ao pensamento, sendo iluminada por ele. É um fenômeno do pensamento verbal, ou da fala significativa - uma união da palavra e do pensamento", (p. 151).*

O ser humano se desenvolve no mundo e no grupo social que o acolhe e nele convive com os sistemas de representação do real. Para Vigotsky o desenvolvimento psicológico do homem tem como fonte alimentadora a interação social, entendendo que é nas relações interpessoais que o indivíduo encontra a possibilidade de internalizar as formas estabelecidas culturalmente.

Vigotsky se vale do conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) ao discutir os mecanismos através dos quais as experiências de aprendizagem geram o desenvolvimento na relação do sujeito com o outro. Esse conceito é entendido por ele, Vigotsky (1984), como:

*"A distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes", (p. 97).*

Atualmente, segundo Góes, não há consenso no que se refere ao reconhecimento da relevância teórica da ZDP, entendendo que há opiniões segundo as quais esse conceito foi formulado especificamente para debates sobre questões educacionais. Sobre isso Góes (1997), assume que:

*"A asserção da **ajuda do outro** tem a força de ilustração e é uma referência generalizada à mediação social, enquanto que a idéia central seria a de uma necessária participação, de qualquer natureza, do outro, nas experiências de aprendizagem e no desenvolvimento do indivíduo. Nesse sentido, a proposição de desenvolvimento proximal pode ser vista, sobretudo, como tendo um valor heurístico para a investigação dos processos humanos, no esforço de entendermos a constituição recíproca dos processos individuais e sociais e, especificamente, de avançarmos na análise sobre os modos pelas quais os conhecimentos são construídos. Assim o conceito será menos útil se for tomado como estritamente ligado à prescrição de uma prototípica mediação do outro, ou de uma mediação harmoniosa com um caráter pedagógico homogêneo", (p. 92).*

Os processos de desenvolvimento mental e aprendizagem estão vinculados às interações sociais vivenciadas pela criança, de tal forma que, para Vigotsky, há que se entender o desenvolvimento dos conceitos científicos na mente da criança para se chegar a criação de métodos eficientes para ensinar crianças na fase da escolaridade, no que se refere ao conhecimento sistemático. Nesse sentido, Vigotsky (1998), escreve:

*"... um conceito é mais do que a soma de certas conexões associativas formadas pela memória, é mais do que um simples hábito mental; é um ato real e complexo de pensamento que não pode ser ensinado por meio de treinamento, só podendo ser realizado quando o próprio desenvolvimento mental da criança já tiver atingido o nível necessário. Em qualquer idade, um conceito expresso por uma palavra representa um ato de generalização. Mas o significado das palavras evolui. Quando uma palavra nova é aprendida pela criança, o seu desenvolvimento mal começou: a palavra é primeiramente uma generalização do tipo mais primitivo; à medida que o intelecto da criança se desenvolve, é substituído por generalizações de um tipo cada vez mais elevado -*

*processo este que acaba por levar à formação dos verdadeiros conceitos. O desenvolvimento dos conceitos, ou dos significados das palavras, pressupõe o desenvolvimento de muitas funções intelectuais: atenção deliberada, memória, lógica, abstração, capacidade para comparar e diferenciar. Esses processos psicológicos complexos não podem ser dominados apenas através da aprendizagem inicial.*

*A experiência prática mostra também que o ensino direto de conceitos é impossível e infrutífero. Um professor que tenta fazer isso geralmente não obtém qualquer resultado, exceto o verbalismo vazio, uma repetição de palavras pela criança, semelhante à de um papagaio, que simula um conhecimento dos conceitos correspondentes, mas que na realidade oculta um vácuo", (p. 103).*

**\*A METODOLOGIA DESTA ESTUDO.**

Um dos momentos importantes desta pesquisa foi o da definição da metodologia a ser usada. A decisão foi pela abordagem de natureza etnográfica, pois segundo André (1997):

*"Quando os estudiosos das questões educacionais recorreram à abordagem etnográfica, eles buscavam uma forma de retratar o que se passa no dia-a-dia das escolas, isto é, buscavam revelar a complexa rede de interações que constitui a experiência escolar diária, mostrar como se estrutura o processo de produção de conhecimento em sala de aula e a inter-relação entre as dimensões cultural, institucional e instrucional da prática pedagógica. O objetivo primordial desses trabalhos era a compreensão da realidade escolar para, numa etapa posterior, agir sobre ela, modificando-a. ... A consideração dos múltiplos significados atribuídos pelos sujeitos às suas ações e interações, princípio fundamental da etnografia, levou os pesquisadores da área de educação a buscarem as representações e as opiniões dos atores escolares, tomando-as como importantes elementos de investigação da prática escolar", (p.49-50).*

Esta pesquisa, realizada dentro de um contexto escolar específico, procurou reconhecer o conhecimento e a história de vida dos agentes deste cotidiano escolar e interferir nesse cotidiano visando criar ações pedagógicas que possibilitassem a interação entre o conhecimento trazido pelo aluno e o conhecimento que a escola busca transmitir.

Nesse sentido, de acordo com a minha vivência como professor, reconheço a fragilidade da relação entre os conhecimentos que a escola propõe e aqueles trazidos pelos alunos. Por exemplo: o olhar admirador, observador, interessado que o aluno dirige para os fenômenos que contribuem para a formação do arco-íris ou das aparentes imagens formadas pelos corpos imersos na água, não encontra relações com esses mesmos fenômenos quando propostos pela escola. Assim, esta pesquisa considerou as múltiplas interações que ocorrem entre os atores participantes da sala de aula e do espaço escolar, como detalho adiante.

Também, revelou o meu olhar sobre o papel da escola e procurou alcançar suas reais dimensões dentro de um modelo educacional elaborado, instrumentalizado e inserido numa visão política social. Dessa forma, procurou considerar os vínculos estabelecidos entre os universos escolar e outros universos sociais.

O desenvolvimento da pesquisa aqui apresentada possibilitou-me agir como observador, mas também como mediador. Os registros desta mediação fazem parte dos dados coletados e estão detalhados nesta fase do trabalho "Luz , arco-íris e o imaginário". Agindo como mediador procurei estimular as interações entre os alunos e deles comigo, no sentido de compreender as suas observações, seus comentários, suas dúvidas, suas explicações, os seus conhecimentos. Durante o encaminhamento destas ações interativas pude propor novas situações-problema, a utilização de materiais e espaços para serem usados de maneiras diversas. E de acordo com André (1997):

*"A pergunta então é a seguinte: Como manter o distanciamento necessário para uma análise objetiva, como requer o trabalho científico? Uma das formas de abordar tal questão tem sido o **estranhamento** um esforço sistemático de análise de uma situação familiar como se fosse estranha. Como explica muito claramente Dauster (1989): O processo de estranhamento não se revela a olho nu. Supõe ampla visão teórica e aproximações específicas ao objeto investigado (p. 5). Trata-se portanto de saber lidar com as percepções e opiniões já formadas, reconstruindo-as em novas bases, levando, sim, em conta as experiências vividas mas filtrando-as com apoio do referencial teórico e de procedimentos metodológicos específicos", (p. 53).*

Obtive dados de observações, registros orais e escritos. A convivência direta com esta comunidade escolar contribuiu com uma bagagem muito abrangente de depoimentos, fatos, comportamentos, linguagens, enfim, um acervo que compõe o contexto em estudo.

Para compor este acervo foi importante a minha ação como professor e pesquisador, num convívio direto, participativo e prolongado com a realidade social, na qual a escola em questão está inserida.

O encaminhamento anteriormente descrito, conduz ao entendimento do porquê o estudo realizado nesta pesquisa se desenvolveu em etapas e com estratégias que podem aproximá-lo de uma pesquisa do tipo etnográfico. Marli André (1987), escreve:

*"O que caracteriza mais fundamentalmente a pesquisa do tipo etnográfico é, primeiramente, um contato direto e prolongado do pesquisador com a situação e as pessoas ou grupos selecionados. Evidentemente deve ficar claro, desde o início da pesquisa, o grau de envolvimento ou de participação do pesquisador na situação pesquisada.*

*A intensidade do envolvimento pode variar ao longo do processo de coleta dependendo das exigências e especificidade do próprio trabalho de campo. O que parece muito fundamental é que o pesquisador tenha muito claro em cada momento por que certo grau de participação e não outro está sendo assumido e saiba avaliar prós e contras desta ou daquela ação.*

*Um outro requisito da pesquisa do tipo etnográfico é a obtenção de uma grande quantidade de dados descritivos. Utilizando principalmente a observação, o pesquisador vai acumulando descrições de locais, pessoas, ações, interações, fatos, formas de linguagem e outras expressões, que lhe permitem ir estruturando o quadro configurativo da realidade estudada, em função do qual ele faz suas análises e interpretações.*

*Outro aspecto peculiar aos estudos etnográficos é a existência de um esquema aberto e artesanal de trabalho que permite um transitar constante entre observação e análise, entre teoria e empiria", (p. 38-39).*

No que se refere às fases de desenvolvimento da pesquisa etnográfica, André (1997) declara que:

*"A primeira fase da pesquisa etnográfica não difere muito da de outros tipos de pesquisas: requer amplo estudo da literatura relacionada ao tema e sobre o contexto a ser estudado. Essa fase é fundamental para a formulação do problema e para a construção do olhar teórico que orientará o trabalho de campo. Daí nascerão as categorias iniciais de análise, as perguntas e os questionamentos que dirigirão a coleta de dados", (p.52).*

Nesta pesquisa admito como primeira fase a revisão bibliográfica e os levantamentos das opiniões dos professores de Ihabela que auxiliaram na estruturação dos meus questionamentos e no encaminhamento da pesquisa de campo.

Os questionamentos referentes à concepção de conhecimento científico que norteia a pesquisa foram embasados na obra de **Bachelard** (1998), mas também o reconhecimento dos questionamentos de professores de Ihabela e na revisão bibliográfica da literatura da área de Educação em Ciências, relativa ao tema experimentação. A abordagem de pesquisa caracterizada como de natureza etnográfica foi construída a partir das discussões de **André** (1997). Os aspectos referentes às mediações pensadas para o trabalho com os estudantes foram abordados à luz de **Vigotsky** (1998 ).

Sobre a segunda fase da pesquisa etnográfica, André (1997), entende que:

*"A Segunda fase é a do trabalho de campo propriamente dito, que envolve a observação direta e intensiva e as estratégias que visam captar as opiniões e representações dos atores sociais. Nessa fase, o pesquisador não segue hipóteses rígidas, fica atento ao surgimento de pistas que o conduzam a novas formulações, novas perspectivas de análise. Aqui é essencial a experiência pessoal do pesquisador, sua sensibilidade, abertura e flexibilidade para a descoberta de novas categorias, novas formas de interpretação do objeto pesquisado. É o momento de fazer as mediações entre a teoria e a experiência vivida em campo, de dialogar com os referenciais de apoio, de rever princípios e procedimentos e fazer os ajustes necessários", (p. 52).*

Nesta investigação, como professor e pesquisador, selecionei como conteúdo central do ensino o tema a Luz, com foco principal no fenômeno: reflexão, refração e dispersão. E a organização das aulas foi pensada em três etapas:

***1ª etapa: A busca de idéias prévias do aluno, valorizando os fenômenos ambientais e condições sócio culturais.***

***2ª etapa: A experimentação realizada no laboratório na busca de informações, no sentido de, inclusive, estabelecer comparações entre o fenômeno e a forma de representá-lo.***

***3ª etapa: A sistematização e a aplicação dos conhecimentos sistematizados.***

A descrição detalhada de cada etapa será feita no capítulo "Luz, arco-íris e o imaginário".

Para encaminhar a conclusão deste capítulo, a respeito da terceira fase da pesquisa etnográfica, André (1997), escreve:

*"A terceira fase do trabalho etnográfico é a de sistematização dos dados e de sua apresentação em forma de relatório. Isso leva, num movimento de vaivém que envolve rearranjos, recomposições, abstrações e que culmina em uma nova estruturação do real", (p. 52).*

Nesta pesquisa, no decorrer da terceira fase, articulei um diálogo entre as falas dos autores que fundamentaram o trabalho, dos alunos que contribuíram com discursos orais e escritos e a minha própria voz como mediador.

Para concluir este momento do texto da dissertação, justifico a opção pela etnografia, como abordagem de pesquisa, alegando que segundo o meu entendimento, ela pode contribuir com o desenvolvimento do processo de construção de conhecimentos na área de Ciências, considerando o contexto escolar regionalizado de Ilhabela, relacionado com a experiência de vida dos alunos.

Na fase seguinte deste roteiro de viagem, "Luz, arco-íris e o imaginário", faço o relato do processo de ensino e descrevo a coleta de dados, a sua análise e a interpretação que fiz de alguns dos discursos ocorridos com a unidade de ensino em funcionamento.

## *LUZ, ARCO-ÍRIS E O IMAGINÁRIO*

A bússola que norteia esta atividade aponta para os "erros iniciais" dos alunos e os reconhece como incentivadores de futuros nadadores e não de náufragos.

Esta pesquisa que, como comentei anteriormente, foi motivada pela necessidade de reavaliar e modificar a minha prática pedagógica desenvolvida com alunos do ensino fundamental, (de 5<sup>a</sup> à 8<sup>a</sup> série), numa escola pública estadual, do município de Ilhabela, centralizou-se no estudo do funcionamento da atividade prática com estudantes de 8<sup>a</sup> série.

A necessidade de mudança levou-me à busca de depoimentos de outros professores que, como eu, lecionam Ciências nas seis escolas deste município, no sentido de identificar, com maior abrangência, as reais condições em que se desenvolve o ensino de Ciências, nas escolas públicas estaduais desta cidade.

Tais depoimentos revelaram necessidades do dia-a-dia escolar, semelhantes àquelas vividas por mim, e já destacadas em "Navegar o Mar". Uma das preocupações reveladas diz respeito à necessidade de se reavaliar e adequar a atividade prática à realidade escolar, particularmente, deste município. Os professores entendem que o desenvolvimento desta atividade representa um dos instrumentos a serem explorados, no sentido de contribuir com o processo de ensino e conseqüentemente com a aprendizagem dos estudantes.

Com base na bibliografia consultada e comentada nas fases anteriores a esta, e ainda, na minha vivência diária com esta realidade escolar, entendo que a utilização da atividade prática assume papel relevante quando inserida, harmoniosamente, na argumentação do professor, onde as reflexões e as trocas de conhecimento podem ser favorecidas por esta atividade.

Com o intuito de atender a estes objetivos, projetei o desenvolvimento desta pesquisa baseado no pressuposto de que a atividade prática se insere no processo de ensino e aprendizagem, contando com a mediação do professor no sentido de produzir ações que possibilitem:

- a ocorrência de situações problema.
- a procura de diferentes fontes de informações.
- a elaboração de idéias e atitudes.
- a sistematização e a aplicação dos conhecimentos sistematizados.

Durante a elaboração e desenvolvimento deste projeto foi preocupação constante considerar as condições culturais, sociais, políticas e econômicas, ligadas a esta região litorânea, desta forma, para atingir os objetivos da pesquisa, esta proposta priorizou alguns aspectos de estudo e estratégias, considerando as peculiaridades de Ilhabela. Considerou, também, as condições estruturais da escola, do aluno e do professor<sup>16</sup>.

As ações aqui propostas tiveram, ainda, a intenção de tornar as atividades aqui desenvolvidas, compatíveis e viáveis com as condições reais deste contexto escolar. Para tanto, entendo ser importante, neste momento, detalhar que a economia do município de Ilhabela depende basicamente do turismo e da pesca, e os alunos, em sua maioria, estão vinculados a esta realidade por intermédio de seus pais, muitos deles pescadores ou caseiros. A proximidade desta escola com a praia e com a casa de turistas facilitou a utilização de ambientes como o mar e a piscina.

O tempo necessário para o desenvolvimento da unidade de estudo foi de quatro semanas, sendo que os alunos da 8ª série do ensino fundamental, nas escolas estaduais de São Paulo, têm três aulas semanais.

---

<sup>16</sup> Como professor efetivo da Rede Estadual de Educação de São Paulo faço opção por jornada semanal de quarenta aulas. Para freqüentar o curso de mestrado reservei um dia por semana para cursar as disciplinas oferecidas pelo curso e participar das revisões de estudo do Grupo de estudo e pesquisa em Ciência e Ensino (GepCE). Levado pelas minhas condições salariais, fui obrigado a permanecer lecionando as quarenta aulas semanais, fator que limitou o meu convívio acadêmico e provavelmente foi responsável por algumas lacunas deixadas por esta pesquisa, mas por outro lado, essas limitações aproximaram o desenvolvimento desta pesquisa das reais dificuldades e das possibilidades vividas no dia-a-dia escolar, pelo professor. Reconheço a escassez do tempo para freqüentar a Universidade e elaborar este projeto de pesquisa, mas acredito que a minha realidade é semelhante à dos meus colegas de profissão, pelo menos daqueles que, de alguma forma, questionam e buscam novas alternativas para as suas práticas pedagógicas.

Como conteúdo a ser estudado foi selecionada a "LUZ", com ênfase para os fenômenos luminosos de reflexão<sup>17</sup>, refração<sup>18</sup> e dispersão<sup>19</sup> e a unidade foi constituída com as seguintes etapas:

***1ª A busca de idéias prévias do aluno, valorizando os fenômenos ambientais e condições sócio-culturais.***

\* Atividade realizada na piscina e no mar, onde o professor estimulou os alunos a observarem e comentarem sobre os fenômenos relacionados com a reflexão e refração. (Utilização de duas aulas).

\* Atividade realizada no pátio da escola, desencadeando discussão sobre o arco-íris, fenômeno de fácil observação no dia-a-dia dos alunos. (Utilização de uma aula).

\* Os alunos foram convidados a fornecerem alguns depoimentos, por escrito, sobre os fenômenos vistos nas atividades anteriores.(Utilização de uma aula).

***2ª A experimentação realizada no laboratório na busca de informações, no sentido de, inclusive, estabelecer comparações entre o fenômeno e a forma de representá-lo.***

\* Os alunos trabalharam no laboratório estudando os “mesmos” fenômenos vistos nas três aulas iniciais. (Utilização de duas aulas)

\* Os alunos elaboraram depoimento por escrito sobre os fenômenos estudados.(Utilização de uma aula).

***3ª A sistematização e a aplicação dos conhecimentos sistematizados.***

\* Os alunos elaboraram depoimentos escritos, baseados na leitura e análise de textos, abordando os mesmos fenômenos já identificados. (Utilização de quatro aulas).

---

<sup>17</sup> Os corpos, sejam eles, opacos ou transparentes, refletem parcialmente a luz que incide sobre eles, ou seja, a luz é devolvida para o meio de onde ela proveio. O fenômeno de reflexão regular da luz predomina quando um feixe luminoso incide sobre uma superfície altamente polida.

<sup>18</sup>A refração ocorre quando os raios luminosos ao atravessarem a superfície de separação de dois meios transparentes, (como por exemplo ar e água), sofrem desvio nas suas direções originais de propagação.

Como professor, aplicando a unidade de ensino acima descrita, confesso que tive algumas preocupações, antes não vividas, no que se refere às formas de registrar os momentos, os espaços e os depoimentos produzidos neste estudo. Entendi que os dados desta pesquisa deviam ser coletados nos espaços da interação escolar com o mínimo de modificação dos mesmos, embora, sabendo que, qualquer procedimento utilizado para registrar a coleta dos dados, não possibilitaria detectar e analisar muitas das variáveis intervenientes nas interações, muito se perderia ou seria desprezado. Dessa forma, os depoimentos obtidos nas atividades, realizadas fora da sala de aula, foram registrados num diário de campo. Já os registros feitos em sala foram viabilizados pelos próprios alunos, através da escrita, enquanto as mediações do professor e dos alunos foram registradas em diário. Assim, foi evitado a utilização de gravadores de som e de imagem, por considerar que estes elementos não fazem parte do cotidiano escolar dos alunos, ou melhor, eles não estão habituados a ver suas aulas serem gravadas. Esses fatores, ao meu entender, contribuiriam para manifestações não usuais e certamente diminuiriam a espontaneidade das suas manifestações.

---

<sup>19</sup> Ao fenômeno de espalhamento da luz composta num espectro de várias cores é dada a denominação de dispersão. É possível através de um prisma, por exemplo, decompor a luz branca em sete cores, (vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil e violeta), denominadas espectro da luz solar.

## ALGUNS RESULTADOS

### PRIMEIRA ETAPA

Passo a descrever a primeira etapa da atividade, citada como: *A busca de idéias prévias do aluno, valorizando os fenômenos ambientais e condições sócio- culturais.*

Nas atividades descritas o número de alunos foi variável, mas em média estiveram presentes aproximadamente 30 estudantes.

A opção pelos locais, piscina, mar e pátio da escola, utilizados para o desenvolvimento desta etapa do estudo, se deve à disponibilidade dos mesmos, à facilidade com que professor e alunos podem acessá-los e, principalmente, pelo convívio diário que os alunos têm com esses locais, o que lhes possibilitaria retomarem situações ligadas ao fenômeno em estudo que fazem parte do seu “arquivo” de vivências, reflexões e dúvidas que interagem no seu saber.

Acerca dos objetivos perseguidos nesta etapa, o estudo desenvolvido com os alunos buscou revelar os conhecimentos e a linguagem que empiricamente ele já vem construindo e possivelmente estejam relacionados com a observação dos fenômenos da reflexão, refração e da dispersão. Para tanto, fiz intervenções no sentido de evidenciar situações que estimulassem a fala dos alunos, a interação de conhecimento entre eles e possibilitassem questionamentos a respeito dessas falas.

#### **\*Atividade realizada numa piscina azulejada.**

Inicialmente, os alunos contornaram a piscina de forma aleatória e foram estimulados por mim a observarem os azulejos de revestimento. Posteriormente, foram convidados a sentarem na borda da piscina e fazerem novas observações. As minhas intervenções foram na direção de conseguir o maior número de manifestações, que revelassem as suas percepções a respeito das observações feitas sobre os diferentes corpos imersos ou não e as deformações que suas imagens sofrem.

Propus aos alunos que observassem quatro corpos; os azulejos da piscina, os pés, o corpo de um dos colegas que foi jogado na água pelos colegas e o cabo do aspirador. Embora, inicialmente, tenha planejado usar, como corpos a serem observados, os azulejos e

o cabo do aspirador, deixado dentro da piscina propositadamente. Os pés e o corpo do aluno que foi parar dentro da piscina, foram improvisações ocorridas durante a aula, e devidas à descontração com que os alunos encararam o novo tipo de atividade.

Professor: Observem os azulejos, como vocês estão vendo esses azulejos?

Eduardo: Os que estão na água são menores.

Tico: Os que estão na água são mais curtos

Maiara: Os que estão na água são mais largos.

Janaina: Os que estão na água são maiores.

Fernando: Os que estão na água estão se mexendo.

Tico: Os que estão na água são mais claros.

Joice: Os que estão na água estão deformados.

Ao fazer as intervenções, tanto na piscina como no mar, limitei-me a fazer perguntas que estimulassem as observações, sem questioná-las. Tive como principal preocupação propiciar situações que favorecessem as suas manifestações e a comparação entre o que os alunos iam falando sobre as suas observações, o que nem sempre foi fácil pois todos falavam simultaneamente, havendo muitas falas repetidas.

As falas dos alunos referem-se, principalmente, às formas dos corpos. Retomando falas como estas: "são menores", "são maiores", "são mais curtos", "são mais largos", "estão deformados"; parece-me que, até aqui, a principal percepção está ligada à comparação entre o formato dos azulejos imersos e não imersos na água, e não se pode falar de objetividade da observação. É altamente provável que os estudantes não estivessem se referindo às mesmas dimensões dos azulejos, quando manifestaram observações contraditórias.

Na tentativa de criar outra situação que favorecesse novas falas, e aproveitando-me da vontade de alguns de se molharem, sugeri que tirassem o tênis e os chinelos, e mergulhassem as pernas na água, dessa forma, os seus corpos passaram a ser o objeto de observação.

Professor: Sentem na beira da piscina, com as pernas mergulhadas na água. Como vocês estão vendo as suas pernas e pés?

Mariana: A minha perna encolheu.

Isaura: O meu pé está mais gordo.

Maiara: O meu pé subiu.

Felipe: O meu pé está mais branco.

Nota: Três alunos começaram a se empurrar para ver qual deles ia parar dentro d'água. Embora eu tivesse pedido para que não se jogassem na piscina, um deles foi jogado na água. Aproveitei a situação criada, esperei as risadas, falatório e "gozações" diminuírem e fiz outra intervenção, no sentido de favorecer outras falas.

Professor: Observem o corpo do Junior, principalmente os pés.

Eduardo: O corpo encolheu, parece um anão.

Fernando: O pé subiu.

Maiara: O pé engordou.

Janaina: O pé está tremendo.

Eduardo: O pé está todo deformado.

Além das deformações que vão se revelando com outras expressões como: "mais gordo", "minha perna encolheu", ocorre também a constatação da profundidade aparente dos corpos, como na fala: "o pé subiu".

Nota: Um dos alunos começou a brincar com a aspirador da piscina, dando-me a oportunidade de estimulá-los a participarem com outras falas.

Professor: Observem o cabo do aspirador que está com o Acauã.

Damiani: Está torto.

Isaura: Está quebrado.

Fernando: Não está quebrado, parece quebrado.

Ivair: O cabo ficou mais curto.

Era minha pretensão que os alunos tivessem como principal preocupação a constatação das deformações sofridas pelos corpos, pela profundidade aparente onde se encontram e pela distorção que um objeto aparenta sofrer quando parcialmente mergulhado na água. Considerando os depoimentos colhidos como: “A minha perna encolheu”; “O meu pé subiu”; “O cabo do aspirador está quebrado” é possível dizer que foram constatados pelos alunos a deformação, a aparente profundidade e a distorção sofrida pelos corpos. Na fala do Fernando, "Não está quebrado, parece quebrado" há uma preocupação com o modo de dizer, ao formular sua fala sobre o objeto observado, diferenciando o estar quebrado do parecer quebrado, e encaminhando para o objetivo que me havia proposto, ou seja, que notassem a aparente diferença entre os corpos dentro e fora da água.

As observações feitas pelos alunos foram verbalizadas na sequência anteriormente descrita. Evitei relatar algumas falas que repetiam o que já havia sido revelado por outros alunos, procurei registrar as falas discordantes que propiciassem evidenciar a itero locução ocorrida entre os alunos.

#### **\*Atividade realizada no mar**

Na ida dos alunos à praia, foram feitas três tentativas em locais diferentes. As duas primeiras tentativas de se observar alguns seres vivos, no fundo do mar foram inviáveis, devido à agitação da água que ao provocar a agitação da areia e outras partículas causou o escurecimento da água. Na terceira tentativa, foi escolhido, pelos próprios alunos, um local onde a quantidade de pedras existentes possibilitava parcial represamento da água, facilitando com isso a visão dos seres vivos que ali habitam.

Procurei incentivar a observação dos fenômenos, desta vez utilizando o mar como local de estudo, com a pretensão de mediar percepções ocorridas num local com maior facilidade de controle sobre as ocorrências, no caso a piscina, e as percepções que poderiam ocorrer num local onde as condições de controle sobre a ocorrência dos fenômenos seria pouco provável.

Ali as minhas intervenções buscaram obter além da observação dos fenômenos, o resgate da memória ou da produção de olhares categorizados de vivências cotidianas e da possibilidade de mediar percepções semelhantes às ocorridas na piscina e no mar.

Professor: Observem aquele ouriço, baseado no que vocês já viram na piscina, podemos dizer que ele está realmente na profundidade em que o vemos?

Eduardo: Não.

Tico: Ele está mais para cima. (além do Tico mais dois alunos repetiram esta fala).

Maiara: Ele está mais para baixo.(a maioria dos alunos repetiram ou concordaram com esta fala).

Janaina: Ele é maior dentro da água.

Fernando: O peixe também é assim, fica menor fora da água. Fica de olho quando for puxar a linha.

Neste caso, pude notar que o aluno parece fazer distinção entre a posição da imagem e do corpo, ao dizer: "mais para cima" ou "mais para baixo", ou em outras palavras, que a posição da imagem vista não é a real. Na fala do Fernando: "O peixe também é assim, fica menor fora da água. Fica de olho quando for puxar a linha"; entendo que há percepções que foram relacionados com outros objetos, fato não ocorrido na piscina. Ele, também, recorre a uma situação do seu cotidiano, ou melhor, aparenta estar retomando um fenômeno já vivido e estabelecendo uma relação com o atual.

Mas do mesmo modo que na piscina, algumas observações são contraditórias; enquanto para três alunos o ouriço está mais acima, para os demais que se manifestaram ele está mais baixo. Como sabemos que o ouriço real estava mais abaixo do que aparentava, fica a possibilidade de que os alunos que o viram mais acima estivessem apenas se referindo ao que efetivamente estavam vendo, no caso, a imagem, não o ouriço propriamente dito. Mas também é possível que eles estivessem manifestando percepções diferentes dos demais.

Novas perguntas poderiam, eventualmente, ter esclarecido essas dúvidas, mas não era minha intenção provocar a sistematização já nessa fase das atividades.

#### **\*Atividade realizada no pátio da escola.**

Ainda, estimulando as observações e recorrendo a produção de olhares categorizados de situações já vividas, os alunos são solicitados no sentido de buscarem

situações que propiciem a ocorrência dos fenômenos em estudo. O pátio da escola é um local onde eles permanecem grande parte do tempo não só no período de aula, mas também nos finais de semana e momentos de lazer. Utilizei este local com a expectativa de propiciar a eles outra oportunidade de retomarem e revelarem as possíveis percepções feitas a respeito dos fenômenos em estudo, baseados em observações feitas anteriormente sobre o arco-íris.

Também aqui não houve, da minha parte, até esta etapa da atividade, a preocupação em buscar a sistematização dos fenômenos, tentei favorecer a observação da ocorrência dos mesmos, em diferentes situações, e também deixar que as diferentes falas dos colegas mediassem percepções diferenciadas e criassem necessidades de sistematização num encaminhamento para uma produção mais coletiva de conhecimento.

Após quatro ou cinco minutos, utilizados para que os alunos se acomodassem à sombra de uma mangueira e um pé de ingá, uns sentados no chão, outros numa mureta que circunda as árvores e outros em dois bancos compridos, foi possível iniciar a atividade com a minha fala.

Professor: Geralmente, quando nós conseguimos ver o arco-íris, quais são as condições do tempo?

Eduardo: Precisa ter chuva.

Tico: Precisa ter chuva e sol.

Maiara: É lógico que precisa de sol, nunca vi arco-íris durante a noite.

Janaina: Tem sim, um lado da Terra fica escuro porque ela gira.

Nota: A fala da Janaina aparentemente se contrapõe, à da Maiara, não no que se refere à existência do sol para a formação do arco-íris, mas à "existência do sol durante a noite". Possivelmente esteja se referindo à presença ou não da luz solar, devido ao movimento de rotação da terra, memorizando conversas, ensinamentos ou leituras escolarizadas ou da sua cotidianidade. Essa fala gerou algumas conversas paralelas. Em meio ao falatório a Maiara novamente argumentou, resgatando uma situação já vivida.

Maiara: Não é preciso chuva, eu já fiz arco-íris com a mangueira do jardim.

Fernando: Eu também já vi no gira-gira.

Tico: Então precisa de água e sol.

Joice: E a chuva não é água?

Janaina: Eu já vi arco-íris no fim da tarde e o sol não aparecia.

Tico: Eu também só vejo arco-íris no fim da tarde.

Isaura: Pudera, dorme até o meio dia.

Nota: Esta fala gerou risos e conversas simultâneas de vários alunos, até que o Fernando retomou o assunto em estudo.

Fernando: Não é assim, eu já vi pela manhã.

Os primeiros depoimentos revelam que a possibilidade de aparecer o arco-íris está ligada à presença do sol e da chuva, ou apenas água das mangueiras ou gira-gira. Porém, é possível perceber que os alunos, aparentemente, não fazem distinção entre a luz emitida pelo sol e o próprio sol. Foi neste sentido que ocorreu a minha segunda intervenção.

Professor: Bem, vocês estão dizendo que o sol e a água são fatores importantes para a formação do arco-íris. Então vamos fazer mais uma observação: - A luz do sol que chega até nós, é de que cor?

Maiara: Branca.

Janaina: Não tem cor

Tico: Amarela.

Tico: Não, é branca.

Vários alunos: É branca.

A minha última intervenção provocou breves falas, das quais os alunos repetiram de forma descontraída "branca", e, mesmo os dois alunos que disseram "amarela" e "não tem cor", retomaram a fala e disseram branca, sem a preocupação de justificar a mudança.

Naquele momento, tentei intermediar, explorando a fala da Maiara no sentido de buscar situações que favorecem o entendimento e produzissem explicações por parte dos alunos, sobre o surgimento das várias cores, tendo como perspectiva, numa futura

atividade, na qual utilizaria um prisma, para que pudessem ocorrer percepções que possibilitassem a elaboração de explicações para a dispersão da cor branca.

Portanto, buscando a situação já vivida e relatada pela aluna Maiara, “Não é preciso chuva, eu já fiz arco-íris com a mangueira do jardim”, a minha terceira intervenção procura avançar para as explicações sobre o surgimento das várias cores. Dessa forma, ficaria ainda a questão da chuva, mangueira, gira-gira, ou seja, água em qualquer situação provocaria o arco-íris?

Professor: Vamos lembrar da cena em que a Maiara jogou água para cima com a mangueira. Se a luz do sol é branca, como surgem as outras cores?

Eduardo: Saem do sol

Isaura: A luz do sol muda de cor.

Maiara: A luz do sol é branca até atingir a água, depois muda de cor.

Professor: Mas que cor?

Eduardo: Várias cores.

Professor: Como uma cor pode virar várias?

Fernando: A luz do sol se espalha quando encontra a água.

Tico: Mas a luz do sol também chega até a água do mar e não se espalha.

Nesse conjunto de falas notamos que alguns dos estudantes que se manifestaram passaram a se referir à luz do sol e não apenas ao sol, mas também que algumas falas representam grande avanço no sentido da compreensão das condições que provocam o arco-íris. Maiara fala em mudança de cor quando a luz atinge a água, Fernando avança no sentido de explicitar a mudança, ou seja, a luz do sol irá se espalhar ao encontrar a água, o que representa um avanço na compreensão do fenômeno em estudo, o arco-íris. E Tico levanta a grande questão, ou seja, percebe que qualquer água não serve. Enquanto isso, Eduardo parece não notar a importância da água na sua primeira fala desse episódio. Já na segunda, pode-se notar sua inserção na conversa na tentativa de mediação que fiz como professor, após a fala de Maiara. Mesmo não propiciando nenhum avanço aparente na

explicação do funcionamento do arco-íris, essa fala é um indício da sua participação nos raciocínios que estavam sendo compartilhados pelo conjunto de alunos e pelo professor.

Mas voltando à argumentação do Tico, aproveitei para tentar obter outras falas que contribuíssem com a possibilidade de favorecer a discussão. Perguntei a alguns alunos que haviam falado pouco, o que eles achavam da fala do Fernando. O Pablo, o Renan, a Wdssa e a Walquíria disseram que não sabiam, o Antônio, a Kauisa, a Diana e o Ederson disseram que o Fernando tinha razão. Quando tentei obter deles o porquê desse concordar com o Fernando, fui interrompido pela fala da Maiara:

Maiara: Não é qualquer água, ela precisa estar no ar pulverizada como no esguicho.

Eduardo: É isso mesmo, na cachoeira do Veloso, quando o sol está forte eu olho aquele monte de gotinhas que caem lá de cima, ficam coloridas como um arco-íris.

Janaina: Quer dizer que qualquer luz que passar pela água muda de cor?

Fernando: Não, a luz do sol quando passa pelas gotinhas se divide em outras cores.

As falas de Maiara e a nova contribuição de Eduardo se encaminharam mais para a explicação do fenômeno, explicação esta que diante da questão levantada por Janaina, Fernando sistematizou chegando no que se constitui numa explicação adequada nesse nível de ensino, pois não considero que no ensino fundamental se deva chegar a detalhes sobre ângulos de incidência da luz.

Embora, neste final de atividade a discussão tenha ficado centralizada na fala de alguns alunos, acredito que os argumentos que foram sendo colocados favoreceram o questionamento e a avaliação das percepções que inicialmente haviam sido exteriorizados.

É possível perceber que os depoimentos vão sofrendo modificações provocadas pelos significados compartilhados e os questionamentos trazidos com as novas informações que foram sendo socializadas. A argumentação da Isaura: “A luz do sol muda de cor” foi sendo enriquecida com a fala dos outros colegas como, Fernando: “A luz do sol se espalha quando encontra a água”; Tico: “Mas a luz do sol chega até a água do mar e não se espalha”; Maiara: “Precisa estar pulverizada, como no esguicho”, até a fala de Fernando "(...) a luz do sol quando passa pelas gotinhas se divide em outras cores".

No entanto, este encaminhamento não pode ser considerado a sistematização definitiva, se é que se pode falar em sistematização definitiva. Certamente que, enquanto alguns alunos avançam mais no sentido da compreensão do fenômeno arco-íris, outros da classe talvez tenham apenas despertado para a questão nesse episódio de ensino.

**\*Convite aos alunos para fazerem um depoimento por escrito sobre as atividades anteriores.**

A partir desta fase das atividades em sala de aula, selecionei apenas quatro estudantes para analisar suas manifestações neste estudo. Utilizei como critérios para seleção o fato deles não terem faltado às aulas, enquanto as atividades estavam sendo realizadas e, além disso, terem se mostrado bastante participativos.

Neste momento, a atividade facultada ao aluno a possibilidade de expressarem, livre e individualmente, as possíveis explicações para os fenômenos em estudo, agora, fazendo uso da linguagem escrita.

Escrevi a primeira e a segunda pergunta na lousa e lhes propus, oralmente, que refletissem sobre as observações e a possibilidade de explicar os fenômenos em estudo. As perguntas foram reproduzidas como seguem:

Primeira pergunta:

Professor: Vocês perceberam que os azulejos da piscina, os pés e o ouriço, quando estão imersos na água, nos dão a impressão de serem maiores do que realmente são. Constataram que a profundidade que eles aparentam estar não é a real. Notaram também, que o cabo do aspirador parece quebrado. Como vocês explicariam esses fenômenos?

Note-se que a própria pergunta, pela maneira como foi formulada, já contém a percepção esperada nessa fase da atividade "constataram que a profundidade que eles aparentam estar não é a real", e mais, essa afirmação vai além da simples percepção para já introduzir à idéia básica conceitual de profundidade, real e aparente.

Algumas respostas para a primeira pergunta:

Janaina: Sempre que colocamos alguma coisa na água e olhamos de fora, esse objeto muda.

Eduardo: Quando olhamos para os peixes dentro da água e nós estamos do lado de fora ele aumenta. Mas se nós mergulhamos ele fica com o tamanho real.

Fernando: Os objetos mudam porque estão na água e quem olha está no ar, ou vice-versa. Falo isso porque já mergulhei e vi as coisas que estavam no ar ficarem embaçadas e diferentes.

Maiara: Eu pensei que o vidro do aquário, lá de casa, fizesse com que as coisas que estão lá dentro aumentassem de tamanho, mas não é. O motivo da deformação deve ser o ar e a água.

Nesse conjunto de respostas pode-se notar que embora solicitados a explicarem fenômenos, os estudantes não parecem se preocupar em fornecer porquês em suas respostas, mas o que escrevem revela generalizações dos fenômenos observados: Janaina diz "sempre que (...)" Eduardo e Fernando dão uma condição fundamental para a ocorrência do fenômeno, e Maiara apresenta indícios de ter mudado sua representação sobre a causa dos fenômenos observados, possivelmente influenciada pelas falas dos colegas.

Nas quatro falas desses estudantes, ao responderem à primeira pergunta, é possível entender em Janaina; Eduardo; Fernando e Maiara que a ocorrência do fenômeno está ligada à necessidade de meios diferentes para observador e corpo observado, eles manifestam essa condição embora numa linguagem não formal. Também é marcante a exteriorização do olhar categorizado ligado a situações já vividas, Fernando "Já mergulhei e vi"; Maiara "Já pensei".

No depoimento da Janaina a utilização da palavra "sempre" revela a generalização que também ocorre com o Eduardo, quando usa como argumento a situação já vivida ao mergulhar.

Também, o Fernando usou como argumentação uma situação de mergulho anteriormente vivida.

A Maiara elaborou de outro modo, e além de relacionar os fenômenos em estudo com situações anteriormente vividas, parece ter tentado a explicação para a ocorrência dos

fenômenos em estudo, ao escrever: "O motivo<sup>20</sup> da deformação deve ser o ar e a água", mas como os outros estudantes, não relaciona a luz aos fenômenos observados.

Na segunda pergunta fiz uso de algumas colocações feitas pelos estudantes e da síntese dos aspectos mais importantes vistos por eles, na tentativa de, agora por escrito, buscar suas idéias prévias sobre a dispersão da luz.

Segunda pergunta:

Professor: Vocês estão convencidos que a luz do sol é branca e que para se obter o arco-íris é necessário o sol e a água. Esta opinião ficou clara quando tentamos reproduzir um arco-íris com o esguicho da mangueira. Porém, o que não ficou bem compreendido, por todos, foi o seguinte: - Se a luz do sol é branca até que atinja a água, o que ocorre com ela ao atravessar essas gotas de água, fazendo com que surjam outras cores?

Também esta pergunta contém informações necessárias para a resposta ao que é efetivamente perguntado. Dizendo "Vocês estão convencidos", como professor, eu estava recapitulando algumas falas dos estudantes ou tentando convencê-los de que eles estavam convencidos? Afinal não existe na mediação do professor sempre alguma tentativa de convencimento? Acredito, ao rever agora a pergunta formulada que a sua formulação já retém o encaminhamento da sistematização prevista para uma outra etapa do trabalho?

Respostas, para a segunda pergunta, fornecidas por quatro estudantes:

Fernando: A única explicação para isso é a luz do sol.

Maiara: É possível que as cores estejam misturadas, porque na marina tem uma biruta e ao lado um papa-vento pintado com várias cores. Quando o vento está forte ele gira com velocidade e as cores se misturam, ficando mais ou menos cinza claro. Quando o vento diminui, as outras cores voltam a aparecer.

Janaina: Eu acho que a luz do sol quando atinge a água se reflete e provoca uma ilusão de óptica, que funciona como uma miragem. Agente<sup>21</sup> anda, anda e nunca alcança e depois de um certo tempo desaparece.

---

<sup>20</sup> Grifo meu.

<sup>21</sup> Redação do aluno.

Eduardo: Nós já fizemos, com a professora de Educação Artística, um disco com todas as cores, fixamos num bambu e colocamos para girar. Quanto maior a velocidade menos se viam as cores, ficando apenas o branco. Com o sol e a chuva deve acontecer a mesma coisa porque o arco-íris aparece e desaparece, como o disco quando gira.

A Maiara e o Eduardo remetem suas falas ao mesmo esquema explicativo, buscando fundamentação de um “modelo” em experiências diferentes. Enquanto a Maiara aponta a existência de uma mistura de cores que formam o branco, notada num objeto do seu cotidiano, o Eduardo se volta para uma experiência escolar, relata o disco de Newton construído noutra disciplina.

Já o Fernando parece ter regredido em relação a sua fala no pátio do colégio, quando disse que "A luz do sol se espalha quando encontra a água", ou, simplesmente considerou já ter dito tudo e, portanto, não precisava acrescentar mais nada.

Nestes últimos depoimentos, parece que os alunos elaboraram seus argumentos baseados numa bagagem de vida, anteriormente construída, no sentido de buscar soluções para os fenômenos em estudo. A Janaina, diante da solicitação de explicação, busca-a na comparação com um fenômeno também considerado por ela como estranho. O arco-íris, em discussão e a reflexão total, fenômeno chamado, pela aluna, de miragem. Embora sendo fenômenos diferentes, foram por ela associados e relacionados à luz, numa indicação de algum tipo de compreensão, provavelmente ligada ao seu cotidiano, no qual se deteve a observar fenômenos como a "miragem".

A associação feita por essa aluna é um indício de que as explicações para fenômenos isolados sem a exploração das vivências dos estudantes, podem deixar lacunas sérias na formação conceitual sobre os temas em estudo.

Quando ao formular a questão disse "Se a luz do sol é branca até que atinja a água, o que ocorre com ela ao atravessar assas gotas de água, fazendo com que surjam outras cores?" teria, certamente me satisfeito com respostas do tipo "se espalha", e reconheço que estava tentando induzir essa resposta. Mas o que efetivamente teria conhecido sobre as idéias primeiras dos estudantes se essa tivesse sido a resposta? Isto teria significado que eles teriam compreendido e poderiam explicar o fenômeno sabendo diferencia-lo de outros fenômenos? Aparentemente não.

Estes depoimentos, feitos pelos alunos, influenciaram as ações pedagógicas das outras etapas do estudo, nas quais esteve presente o entendimento de que o aluno deve ser visto como um ser social, com todas as suas participações nas diferentes atividades que desenvolve, alguém que aprende e ensina no convívio com outros colegas, professores e pessoas que fazem parte do seu mundo.

As interações sócio-culturais são significativos mediadores no processo de aprendizagem, facultando ao estudante expressar de forma organizada, ou não, as suas informações que o professor pode utilizar em mediações procurando o encaminhamento para o saber científico.

Em alguns depoimentos os alunos citaram situações já vividas e tentaram relacioná-las com as situações que estavam sendo colocadas como objeto de estudo. De certa forma eles recorrem a bagagem de informações que foi construída na sua história de vida e da qual eles se valeram, aparentemente, na tentativa de buscar soluções para novos problemas. É preciso que se dê a eles a oportunidade de revelarem essas informações e também, como foram sendo construídos seus conhecimentos, com o passar do tempo, ainda que se queira considerar esses conhecimentos como “primeiros”. Esses conhecimentos são importantes para que se possa caminhar no sentido de mediações que contribuam para a elaboração do conhecimento.

Acredito que esta primeira etapa foi mais que um processo de captação das idéias prévias do aluno. As ações desenvolvidas geraram situações que aparentemente lhe possibilitaram a oportunidade de, através da fala de seus colegas e do professor, acessar outras informações, de fazer comparações sobre essas falas e refletir sobre elas.

## SEGUNDA ETAPA

Na segunda etapa da atividade, citada como: "*A experimentação realizada no laboratório, na busca de informações no sentido de, inclusive, estabelecer comparações entre o fenômeno e a forma de representá-lo*", realizei os procedimentos que passo a descrever.

O local utilizado foi a sala de laboratório, onde, embora, o espaço físico seja razoável, no sentido de acomodar os alunos, a possibilidade de conseguir instrumental para realizar as atividades práticas é precária. Dessa forma, foram utilizados os materiais em disponibilidade, tanto para alunos como para o professor. Esses materiais foram assim relacionados:

1ª atividade: (moeda e copo com água).

2ª atividade: (lápiz e copo com água).

3ª atividade: (ponteira de raio laser e vasilha de vidro com água).

4ª atividade: (cuba prismática com água e colimador).

Com a tentativa de simular em laboratório os fenômenos que já haviam sido objeto de estudo na etapa anterior, procurei agir no sentido de estimular os alunos a obterem informações, analisá-las e estabelecerem possíveis comparações entre os fenômenos e as suas representações, na medida do possível em linguagem científica.

### **\*Os alunos trabalham no laboratório.**

Inicialmente, os alunos formaram oito grupos, ocupando as quatro mesas disponíveis, onde foram realizadas, em momentos diferentes, as quatro atividades que são descritas a seguir.

1ª atividade) Solicitei aos alunos que colocassem uma moeda no fundo de um recipiente opaco, inicialmente sem água. O aluno deveria colocar os olhos num ângulo de visão que praticamente não fosse possível ver a moeda. A medida que o recipiente foi recebendo água, passou a ser possível enxergar a moeda.

2ª atividade) Num recipiente de vidro transparente, neste caso foi utilizado um copo, parcialmente com água, foi introduzido um lápis, ficando parte dele submerso. Aqui,

o meu objetivo era tentar reproduzir o fenômeno já observado com o cabo do aspirador da piscina.

3ªatividade) Propus aos alunos que utilizassem um recipiente de vidro com água, uma ponteira de raio laser e ambiente escuro. O aluno procurou fazer incidir o pincel de luz sobre a superfície da água, considerando vários ângulos de incidência e buscando observar o que era refletido e refratado.

4ªatividade) Foi proposto ao aluno a utilização de cuba prismática, (ou prisma de lucite oco), cheia de água, sobre a qual deveria incidir feixe colimado<sup>22</sup> criando-se a possibilidade de ocorrer a dispersão da luz branca.

Na primeira e segunda atividades pedi aos alunos para que observassem a importância da posição na qual eram colocados os olhos em relação ao objeto observado. A simplicidade dos instrumentos usados e a curiosidade favoreceram ações por parte dos alunos que, por iniciativa própria, repetiram várias vezes as observações, levados pelos detalhes e pelas dúvidas que ainda os incomodavam.

Ao meu ver, ficou evidente a facilidade com que lidaram com o instrumental.

Na terceira e quarta atividades práticas os alunos tiveram que improvisar o escurecimento do ambiente de forma a pelo menos minimizar a claridade. Aqui, as dificuldades surgiram em relação aos ângulos de incidência dos raios de luz. No caso da posição do colimador em relação à cuba, fizeram várias tentativas até atingirem o objetivo.

**\*Após as atividades de laboratório os alunos foram convidados a fazer alguns depoimentos.**

Com o intuito de facultar ao aluno a oportunidade de refletir sobre os fenômenos em estudo, elaborar possíveis explicações e expressá-las, valendo-se da linguagem escrita, fiz uso da lousa, onde escrevi uma pergunta, que será reproduzida a seguir. Oralmente, propus a elaboração da resposta, na qual, insisti para que fossem levadas em conta as atividades realizadas no laboratório e aquelas realizadas na piscina, no mar e no pátio da escola.

---

<sup>22</sup> O colimador existente no laboratório é uma pequena caixa com uma pilha de 1,5 V e uma lâmpada, com uma fenda que permite a observação de um pincel fino de luz.

Professor: Procure lembrar com detalhes as observações que você fez na piscina, no pátio da escola e no laboratório. É possível relacionar os fenômenos ocorridos no laboratório com aqueles da piscina e do pátio? Descreva algumas das suas observações e tente fazer uma relação entre elas.

Os depoimentos feitos revelaram que praticamente todos os alunos parecem relacionar o estudo feito no pátio da escola, sobre a formação do arco-íris e o estudo feito com a luz incidindo sobre a cuba prismática, como ocorre nestes exemplos, em que considere os quatro alunos cuja trajetória nessa unidade de ensino venho acompanhando preferencialmente neste estudo, embora, em algumas situações, comente falas da classe com um todo.

Eduardo: "A separação de luz do sol aconteceu com a água da chuva e no laboratório a luz se separou com a cuba".

Janaina: "Nós podemos fazer no laboratório um arco-íris com a luz artificial e a cuba."

Fernando: "A luz passa pela cuba e se separa em outras, como o sol e a chuva."

Maiara: "A luz passou pela cuba e se separou em outras. No arco-íris fica igual só que a luz do sol passa pelas gotas de chuva."

O Eduardo parece atribuir o papel de separação da luz, no primeiro caso, à água da chuva e no segundo à cuba, enquanto que a Janaina deixa subentendido certo contentamento pelo fato de ter nas mãos a possibilidade de produzir o arco-íris. E, manifesta uma tentativa de classificação do tipo de luz considerando que a luz que sai do colimador é "artificial".

Registrei, também que quase todos os alunos conseguiram estabelecer as semelhanças entre os fenômenos ocorridos com o cabo do aspirador da piscina e com o do lápis parcialmente imerso no copo com água, como é possível identificar a seguir:

Janaina: " O lápis no copo parece o aspirador na piscina."

Maiara: " O lápis parece quebrado como o cabo do aspirador."

Eduardo: " Se a gente olha de fora o cabo do aspirador da piscina fica parecido com o lápis do copo."

Fernando: " Depende da posição da gente para ver o lápis quebrado no copo e o cabo da piscina."

Tanto o Eduardo, ao escrever "Se a gente olha de fora (...)" como o Fernando "Depende da posição da gente (...)" formulam a resposta, aparentemente, chamando a atenção para uma condição necessária para ocorrência do fenômeno.

Também foi possível identificar que metade do número de alunos, aparentemente, conseguiu citar algumas relações entre os fenômenos ocorridos com os pés mergulhados na piscina, o ouriço e o peixe dentro e fora da água e com a moeda no recipiente, inicialmente seco e depois com água, como ocorre nestas respostas:

Janaina: " Sem água a moeda fica no lugar certo como o ouriço no mar".

Eduardo: " Nós precisamos olhar na posição certa para ver a moeda no copo com água, no mar também é assim".

Fernando: " O pé da gente na piscina ficou como a moeda no copo mas precisa procurar a posição melhor".

Maiara: " Se olhar de cima a moeda no copo parece mais alta como o nosso peixe no mar. Isso é por causa do ângulo".

Embora esses trechos das respostas não permitam que se note na fala dos estudantes qualquer relação entre os fenômenos e a luz, há nelas indícios de compreensão de condições que interferem na visão dos fenômenos vistos no mar, piscina e laboratório, mas estas não são necessariamente as condições mais importantes.

Enquanto a Janaina organizou a resposta aparentemente realçando a importância da água para que o fenômeno possa ocorrer, resta no entanto a dúvida se ela teria tido consciência de que estava olhando de fora da água; o Eduardo e o Fernando tentam incorporar à resposta uma condição ao dizerem "(...) mas precisa procurar a posição melhor" e "Nós precisamos procurar na posição certa (...)". Já a Maiara formulou sua resposta usando o termo ângulo como uma aparente tentativa de explicação para o fenômeno.

Para esses três alunos a posição (ângulo) da qual se olha ficou aparentemente sendo a condição mais importante para que o fenômeno (refração) ocorra; provavelmente isso se

deve a própria maneira como a atividade com a moeda foi organizada - a partir de indicação frequentemente encontrada em livros didáticos; ao pedir ao aluno para fixarem a posição, falar em ângulo e ao mesmo tempo solicitar que refletissem sobre o assunto, provavelmente, de forma involuntária, forneci-lhes indícios de que o ângulo era importante. Assim, pude notar que eles relacionaram os fenômenos que ocorreram no laboratório com os da piscina e do mar, mas quanto às explicações - meios diferentes, visão aparente, ângulos do qual se observa o objeto - a simulação dos fenômenos no laboratório não parece ter tido maior contribuição para a sua compreensão do que os fenômenos observados no cotidiano. A própria possibilidade de simulação dos fenômenos, no entanto, parece ter tido grande influência na disponibilidade para que refletissem sobre o assunto. Também pude notar a grande influência das mediações do professor nas falas dos estudantes.

Continuando com os registros dos alunos, notei que apenas quatro deles registraram a relação do arco-íris com os fenômenos luminosos, ocorridos com os pincéis de luz refletidos e refratados, e os que ocorreram na vasilha de vidro com água. Aqui, nas falas do Eduardo, Fernando e Maiara considero a ocorrência de alguns traços de formalização das informações, deixando-me, no entanto, a impressão deles já terem obtido informações sobre o assunto, o que pode ter ocorrido antes do início do trabalho com a unidade ou após o início da mesma, talvez consultando livros didáticos ou se informando com outras pessoas. Como só pude analisar o material, escrito pelos alunos, após o término do curso, não pude entrevistá-los para tentar identificar as fontes dessas informações.

Janaina: "Eu sei que a luz se desvia para se separar por isso acontece o arco-íris."

Eduardo: "A luz chega e uma parte se reflete, a outra atravessa a água dependendo do ângulo da luz."

Fernando: "A vasilha com água funciona igual a gota de água, uma parte atravessa e desvia."

Maiara: "Cada posição tem um ângulo para o raio da luz atravessar a água da vasilha. A outra parte reflete e faz outro ângulo. O ângulo divide as cores."

Desses alunos dois conseguiram formular respostas onde, em certo trecho, pode-se supor a ocorrência da relação do ouriço e do peixe com os pincéis de luz refletidos e refratados, nestes casos entendo que há o avanço no sentido da formalização dos

conhecimentos, onde os depoimentos parecem destacar a falsa visão projetada sobre os objetos devido aos desvios sofridos pelos pincéis de luz .

Fernando: "A posição dos olhos muda o lugar das coisas quando elas estão na água. Parece que a moeda e o ouriço subiram. Isso é a luz que desvia uma parte e a outra reflete".

Maiara: "A gente mexe a cabeça para cima e para baixo e a moeda e o peixe também parece que mudam. É por causa do raio de luz que desvia e o resto reflete".

Ainda que essas respostas não sejam explicações completas dos fenômenos observados, indicam a relação do fenômeno com a luz, e na resposta do Fernando há, inclusive, a referência explícita ao meio. Um outro aspecto é que a informação que detém faz referência à reflexão e refração, ou seja, os dois fenômenos pensados simultaneamente, o que é interessante, mesmo sabendo-se que a parte do pincel de luz refletida não é responsável pelos fenômenos em questão.

O trabalho simultâneo com fenômenos relacionados a propriedades diferentes da luz, diferente do que ocorre usualmente, quando um fenômeno é estudado totalmente separado do outro, torna, a meu ver, o conhecimento formalizado mais próximo do que ocorre efetivamente com a luz na natureza.

Numa tentativa de síntese sobre a segunda etapa, acredito que ela tenha permitido o exercício de ações que estimularam nos alunos o desenvolvimento de habilidades e de mais reflexão o que foi favorecido pelo contato deles com o instrumental, pelo ensaiar o seu manuseio, pelo compartilhar, principalmente, no sentido de buscar novas alternativas e soluções para o encaminhamento e estruturação de possíveis construções de conhecimento.

As atividades em grupo favoreceram não só o compartilhar de conhecimento e opiniões entre os colegas, como também revelaram alguns traços de independência deles em relação ao professor, durante as improvisações ocorridas com o manuseio do instrumental.

Mas essa atividade também mostrou o quanto as mediações do professor influenciam os estudantes e não necessariamente dentro da linearidade com que as atividades são planejadas.

### TERCEIRA ETAPA

Esta etapa, mencionada como "*Sistematização e aplicação dos conhecimentos sistematizados*" teve o seguinte desenvolvimento:

Aqui, os alunos utilizaram quatro aulas para desenvolver o estudo de quatro textos<sup>23</sup>, sendo as duas primeiras aulas destinadas aos seguintes textos: 1) "O enigma da cor", p. 84,85 do livro A evolução da Física de Einstein- Infeld<sup>24</sup>; 2) "Fibras Ópticas" adaptado da revista Super Interessante<sup>25</sup>, Ano 10; nº 11, (1996), complementado com "Encurvando a Luz" p. 230 do livro Física (Termologia, Óptica e Ondulatória) de Paraná, D.N.S.(1998)<sup>26</sup>. Após esse estudo, foram convidados a redigir dois depoimentos, sugeridos pelo professor. Nas duas aulas restantes eles tiveram acesso aos seguintes textos: 3) "Vidros e energia solar" p. 8;9 da revista Ciência Hoje<sup>27</sup>, Vol. 7; nº 42, (1988): 4) Adaptação do texto "Sol e vento em alta tensão" revista Super Interessante<sup>28</sup>, p. 68 à 71; ano 6; nº 1, (1992). Após este estudo, os alunos também redigiram dois textos sobre os temas abordados.

Nas duas primeiras aulas o aluno pode estudar três textos, um deles escrito pelas mãos de um grande cientista, o outro pelas de um jornalista e o terceiro por um autor de livro didático. Embora os textos estejam se referindo a temas relacionados com a luz, as abordagens têm preocupações diferentes, no que se refere ao leitor alvo. Não foi objetivo desta estratégia aferir maior ou menor identificação do aluno com este ou aquele texto e sim possibilitar a ele o acesso a três abordagens com características diferentes de linguagem.

O texto "O enigma da cor" trata do fenômeno ocorrido com a luz do sol ao passar pelas gotículas de água, e também por um prisma. O texto "Fibras ópticas" faz abordagem sobre o avanço tecnológico que a fibra óptica representa em alguns campos da atividade humana. O texto "Encurvando a luz" procura descrever as sucessivas reflexões ocorridas com a luz ao passar pela fibra óptica. Avaliei, ao planejar a atividade, que os três textos, de

---

<sup>23</sup> Os textos utilizados podem ser encontrados nos anexos.

<sup>24</sup> Veja Anexo 1

<sup>25</sup> Veja Anexo 2 e 3.

<sup>26</sup> Veja Anexo 4.

<sup>27</sup> Veja Anexo 5 e 6.

forma complementar, trariam a possibilidade dos alunos acessarem informações, no sentido de retomar os estudos feitos nas etapas anteriores e refletir sobre eles. Com a ação pretendi contribuir com o processo de sistematização.

Em posse dos textos<sup>29</sup>, pedi aos alunos que se agrupassem em duplas, livremente escolhidas por eles, fizessem as leituras, e em posse das informações obtidas nos textos e recorrendo aos estudos feitos nas etapas anteriores, discutissem e avaliassem com o colega do grupo essas informações. Finalmente foram convidados a redigir, individualmente, um texto exteriorizando o seu aprendizado sobre o conteúdo estudado.

Ao facultar o acesso dos alunos às informações trazidas pelos textos, utilizando como estratégia a formação de pequenos grupos, neste caso duplas, o que tinha como objetivo era gerar discussões, favorecer os espaços interativos fazendo com que as diferenças aflorassem e produzissem a busca de alternativas.

Esta atividade desenvolvida em dupla também visou estimular, no aluno, comportamento no sentido de avaliar as informações e organizá-las na busca de possível internalização de conceitos científicos. Procurei interferir minimamente nas discussões ocorridas em cada grupo na expectativa de incentivar ações menos dependentes do professor. Pretendi, nesta etapa, que o aluno recorresse, prioritariamente, aos textos, como fontes de informações, situação que as etapas anteriores da atividade não haviam proporcionado.

Avalio que nesta etapa ao selecionar os textos utilizados pelos alunos e ao formular as propostas de redação, procurei desenvolver ações que por si constituem mediações do professor. Neste sentido, pedi aos alunos para que a produção das redações fosse individual, entendo que também foi uma forma de orientar os estudantes no sentido da sistematização.

Embora alguns alunos tenham reclamado do que consideraram pouco tempo para desenvolver a atividade, pude observar que praticamente todos participaram, havendo conversas sobre os conteúdos dos textos, não só no grupo mas, em alguns casos, entre os grupos. Algumas duplas tentaram produzir apenas um texto, mas eu insisti para que cada

---

<sup>28</sup> Veja Anexo 7.

<sup>29</sup> Foi fornecido ao aluno uma cópia de cada texto.

aluno produzisse o seu texto; com isso pretendi que mesmo compartilhando conhecimentos com os colegas, cada aluno chegasse à sua sistematização. Talvez por esse motivo, encontrei algumas redações que pareciam se repetir.

O tema proposto para a redação foi escrito por mim, na lousa e gerou textos, dos quais reproduzo quatro, a seguir:

Primeira proposta de redação:

Professor: Escreva um texto, cujo tema é: “Como vejo e explico o arco-íris”.

As respostas dos quatro alunos selecionados para análise:

Janaina: Um arco-íris se forma quando a luz do sol atravessa as gotas da chuva. A luz branca é separada em sete cores diferentes, porque a refração da luz provoca isso dentro das gotas de água. A parte de cima do arco é vermelha e a de baixo é violeta, as cores do meio são azul, amarelo, etc.

Eduardo: Sempre que um arco-íris aparecia, eu ficava olhando para aquelas cores bonitas e certinhas. Hoje eu sei que essas sete cores quando estão juntas, formam a luz branca como a do sol. Nós conseguimos ver as cores separadas porque ao atravessar as gotas de água, cada cor apresenta um desvio diferente da outra.

Fernando: Eu vejo o arco-íris como um fenômeno que acontece na natureza e o homem não consegue controlar quando ele aparece e desaparece. No laboratório nós também conseguimos as sete cores do arco-íris, por quanto tempo nós quisermos e assim podemos estudar melhor a reflexão e a refração. Além disso, as cores só se separam porque têm um ângulo de desvio diferente.

Maiara: Eu vejo o arco-íris como uma paisagem muito bonita e acho importante que a Ciência estude as suas cores mas também gostaria que o homem usasse esses estudos para fazer o bem e cuidar das pessoas. Minha mãe já precisou fazer tratamento e usou luzes com cores diferentes. Para explicar o arco-íris é preciso entender que a luz do sol passa pelas gotas de chuva e se separa em sete cores por causa da reflexão e refração.

Com a exploração dos três primeiros textos e a primeira proposta de redação, tive como expectativa dar ao aluno condições para que ele pudesse interagir com as

informações trazidas pelos textos, e ainda, com a produção de depoimentos escritos por eles, obter possíveis indícios de sistematização de conhecimentos.

O olhar de admiração diante da beleza do arco-íris parece estar registrado no início de algumas redações como ocorre com o Eduardo: "Sempre que um arco-íris aparecia, eu ficava olhando para aquelas cores bonitas e certinhas" e a Maiara: "(...) Eu vejo o arco-íris como uma paisagem muito bonita,(...)".

As possíveis explicações sobre a formação do arco-íris que os alunos parecem ter buscado elaborar, chamaram a minha atenção sobre alguns aspectos. Um deles é que em alguns trechos das respostas obtidas aqui, parecem repetir o que o aluno já havia dito na primeira etapa da atividade, como ocorre com a Janaina: "Um arco-íris se forma quando a luz do sol atravessa as gotas da chuva(...)". Entretanto o Eduardo escreve sobre a separação das cores, remetendo a possibilidade dessa ocorrência aos diferentes desvios sofridos por elas: "(...)nós conseguimos ver as cores separadas porque ao atravessar as gotas de água, cada cor apresenta um desvio diferente da outra."

Os alunos ainda não haviam recorrido, nas etapas anteriores, a termos como refração e reflexão da luz, no sentido de procurar elaborar explicações, segundo eles, para a separação das cores. Isso ocorre com a Janaina: "(...) a luz branca é separada em sete cores diferentes, porque a refração da luz provoca isso dentro das gotas de água", e com a Maiara: "(...)a luz do sol passa pelas gotas de chuva e se separa em sete cores por causa da reflexão e refração".

Ainda que não se refiram à dispersão, no que poderia ser considerado um equívoco de caracterização dos fenômenos, mostram a preocupação em utilizar a terminologia nova e descrevem o fenômeno em estudo.

Outro argumento utilizado pelos alunos como uma possível justificativa para a separação das cores foi o ângulo de desvio ser considerado uma característica própria de cada cor, como ocorreu com o Eduardo: "Nós conseguimos ver as cores separadas porque ao atravessar as gotas de água, cada cor apresenta um desvio diferente da outra" e o Fernando: "Além disso, as cores só se separam porque têm um ângulo de desvio diferente".

Aparentemente o Fernando revela um certo prazer em saber que o homem pode reproduzir e estudar em laboratório o fenômeno ocorrido na natureza.

Fernando: "No laboratório nós também conseguimos as sete cores do arco-íris, por quanto tempo nós quisermos e assim podemos estudar melhor a reflexão e a refração".

Sob o aspecto ético a Maiara parece estar preocupada com a utilização desse conhecimento e a sua viabilidade prática, provavelmente, remetendo a uma situação já vivenciada. "acho importante que a Ciência estude as suas cores mas também gostaria que o homem usasse esses estudos para fazer o bem e cuidar das pessoas. Minha mãe já precisou fazer tratamento e usou luzes com cores diferentes".

Segunda proposta de redação:

Ainda, tendo como fonte de informação os três primeiros textos, principalmente o que se refere a fibra óptica, fiz a segunda proposta de redação, com a qual busquei proporcionar ao aluno condições de vir a expor possíveis conhecimentos sistematizados.

A terceira proposta de redação atende objetivos semelhantes aos da segunda mas para responde-la o aluno fez uso dos dois textos usados nas duas últimas aulas cujos títulos são: "Vidros e energia solar" e "Sol e vento em alta tensão". Por esse motivo, reproduzo, na sequência, as redações referentes à segunda e terceira proposta para posteriormente analisá-las conjuntamente. (A referida análise encontra-se à partir da p. 95).

Professor: "O estudo sobre alguns fenômenos produzidos pela luz como a reflexão, a refração e a decomposição nos permitem discutir sobre alguns avanços tecnológicos, entre eles o da fibra óptica. Escreva o que você sabe sobre esse assunto".

As respostas dos quatros alunos selecionados, referentes à segunda proposta.

Fernando: A fibra óptica é um fio mais fino que um fio de cabelo e futuramente poderá substituir os fios de metal. O mais importante é que elas podem ser usadas nas cirurgias e ajudar a estudar o corpo humano.

Janaina: É difícil acreditar que a mesma brincadeira que nós fazemos com a luz do sol quando reflete no espelhinho várias vezes, como zigue-zague, também acontece dentro de um fio tão fino. Esses fios chamados de fibra óptica podem ser usados na medicina mas também nas comunicações dentro do Brasil e com outros países.

Maiara: Dentro da fibra óptica a luz se movimenta por causa do fenômeno da reflexão. A luz tem velocidade muito grande por isso esses fios são melhores que os fios de

metal. No Brasil as telecomunicações estão sendo mudadas e as novas instalações estão sendo feitas pelo litoral.

Eduardo: A Ciência levou muito tempo para estudar a reflexão dos raios de luz e também para criar a fibra óptica onde a luz pudesse passar rapidamente. Agora estão gastando muito dinheiro para instalar essas fibras no litoral do Brasil, mas não são todas as pessoas que vão poder usar. Isso não é justo. Os hospitais como a Santa Casa de Ilhabela também não tem nenhum aparelho com fibra óptica para ajudar os médicos e as pessoas.

Na sequência, farei o relato das atividades desenvolvidas na terceira e quarta aula, desta etapa mas, antes de fazê-lo, utilizo este parágrafo para registrar que um dos textos aqui utilizados, “Fibras ópticas”, reproduz, em determinado trecho, a informação equivocada na qual uma das vantagens da fibra óptica seria a de permitir que os sinais fossem transmitidos, em seu interior, com a velocidade de 300 (quilômetros por segundo)<sup>30</sup>. Tenho a impressão que esse equívoco representa o raciocínio usado pela maioria das pessoas, o que não diminui, necessariamente o valor dos alunos terem lido esse texto, pois há outras informações importantes e a utilização de um texto científico, “absolutamente correto”, talvez não fosse de interesse dos alunos. Mas, sob esse aspecto, talvez seja o mais importante, perceber que o próprio professor, inserido na realidade escolar, nem sempre tem acesso a textos atualizados.

A terceira e quarta aula, desta etapa, seguiram as mesmas estratégias das duas primeiras. Neste caso, das duas últimas aulas, foram estudados os textos: 3) “Vidros e energia solar”, que aborda a possibilidade de aproveitamento da energia solar fazendo uso de lentes e espelhos. Ao descrever esse uso, discute inclusive, a ocorrência dos fenômenos de reflexão e refração da luz. 4) “Sol e vento em alta tensão”, que relata a utilização de coletores solares, citando Gravata-PE, como um dos exemplos onde essa utilização já ocorre. Estes textos possibilitaram a elaboração da terceira e quarta proposta de redação que permitiram a produção de algumas respostas, como estas:

Terceira proposta de redação:

---

<sup>30</sup> Levando-se em consideração a velocidade da luz no vácuo, 300000 quilômetros por segundo e o índice de refração do vidro, 1,5, teremos a velocidade da luz, dentro da fibra óptica, a 200000 quilômetros por segundo.

Professor: Nos textos estudados conseguimos entender que a luz do sol é um dos elementos causadores do arco-íris. Além disso, foi possível desenvolver outros estudos sobre a utilização dos raios solares em benefício do homem. O que você pode escrever sobre esse assunto?

Respostas dos alunos selecionados, para a terceira proposta:

Janaina: Os raios do sol podem ser aproveitados para aquecer ou produzir eletricidade. Nas casas, nas indústrias e em alguns veículos a energia do sol pode ser aproveitada. Para se construir esses aparelhos podem ser usados lentes e espelhos que fazem os raios desviarem para um ponto central. Nesse ponto podem passar água ou ar que serão aquecidos e começam a se movimentar para ser usados.

Eduardo: Os raios do sol aquecem todos os lugares onde ele chega. Percebendo isso, o homem quis aproveitar melhor o calor e construir alguns aparelhos para não gastar muita eletricidade e também o petróleo, que polui o ambiente. Essa energia é barata e não polui mas é preciso aperfeiçoar os aparelhos solares para que as pessoas possam comprar. Se as indústrias e as fábricas substituírem o petróleo pelos fornos solares o planeta sofrerá menos.

Fernando: A luz quando chega num espelho se reflete. Se o espelho não for reto os raios podem ser desviados só para um ponto. Assim é feito com a luz do sol, porque os raios do sol estão todos espalhados e são desviados para um ponto que fica muito aquecido. Se na direção desse ponto for colocado um encanamento de água ela poderá ser usada de várias formas. Por exemplo para economizar a eletricidade usada no chuveiro.

Maiara: Eu já sabia que as lentes faziam um pedaço de papel pegar fogo. Mas agora eu sei que quando os raios do sol passam pela lente sofrem refração e se juntam e por isso conseguem aquecer mais. Os espelhos também podem ser aproveitados porque podem refletir os raios de luz. Se o espelho for curvo a luz pode ser refletida para a mesma direção. Por isso os espelhos e as lentes podem ser usadas para fabricar coletores solares.

A segunda e a terceira proposta para redação de texto, feitas pelo professor, também tiveram a preocupação com a estruturação dos conhecimentos formais, mas objetivaram principalmente o reconhecimento da aplicação desses conhecimentos supostamente sistematizados. Nesse sentido busquei registros deixados pelos alunos, indícios da relação, feita por eles, entre a estrutura e funcionamento da fibra óptica e os

fenômenos ópticos estudados. Também tive a preocupação de buscar indícios da relação, feita por eles, entre o aproveitamento da energia solar e os fenômenos ópticos em estudo. Nesse sentido, destaco alguns trechos das redações produzidas pelos alunos:

Fernando: "A fibra óptica é um fio mais fino que um fio de cabelo e futuramente poderá substituir os fios de metal".

Janaina: "É difícil acreditar que a mesma brincadeira que nós fazemos com a luz do sol quando reflete no espelhinho várias vezes, como zigue-zague, também acontece dentro de um fio tão fino".

O Fernando aparentemente se ateu mais aos aspectos da utilização da fibra óptica, projetando para o futuro a substituição dos fios de metal pela fibra óptica, embora, o texto relate que já se iniciou essa substituição.

Ainda que usando expressões como zigue-zague (também encontrada num dos textos usados para leitura), a Janaina escreve sobre a reflexão da luz do sol ao atingir o espelho, aparentemente, consegue imaginá-la de forma semelhante na fibra óptica. Nessa circunstância e, dado o nível dos alunos, considero que não é tão importante se ela associa, ou não, o fenômeno com a refração e conseqüentemente com a reflexão total. Mesmo não tendo atingido o conhecimento da Física, ao qual com maior números de aulas, talvez se pudesse ter alcançado. O que ela adquiriu com a leitura parece ter sido um grande avanço em relação a simples memorizações de livros didáticos. Também, na colocação da Maiara, a seguir, foi mencionado o fenômeno da reflexão e da velocidade da luz. Embora seja possível entender que parte dessas redações reproduzem os textos lidos pelos alunos, também há indícios de sistematização de conhecimentos.

Maiara: "Dentro da fibra óptica a luz se movimenta por causa do fenômeno da reflexão. A luz tem velocidade muito grande por isso esses fios são melhores que os fios de metal".

Embora, segundo minhas expectativas, a propriedade a ser destacada fosse a frequência e não a velocidade, isso não diminui o valor das respostas dos alunos, que apenas evidencia que não se pode esperar nesse nível que todos os conceitos estejam absolutamente corretos, de acordo com o conhecimento científico. É possível que esta seja uma iniciação ao mundo científico tecnológico.

Eduardo: "A Ciência levou muito tempo para estudar a reflexão dos raios de luz e também para criar a fibra óptica onde a luz pudesse passar rapidamente".

Quando se referiram aos coletores solares, percebi que alguns alunos reproduziram, em determinados trechos da redação, o texto anteriormente lido mas parecem encaminhar um olhar prático para os fenômenos relacionados à luz, em particular com a utilização de lentes e espelhos. Acredito que isso tenha se esboçado nas falas de Janaina, Fernando e Maiara, destacados a seguir:

Janaina: "Para se construir esses aparelhos podem ser usados lentes e espelhos que fazem os raios desviarem para um ponto central. Nesse ponto podem passar água ou ar que serão aquecidos e começam a se movimentar para ser usados".

Fernando: "A luz quando chega num espelho se reflete. Se o espelho não for reto os raios podem ser desviados só para um ponto. Assim é feito com a luz do sol, porque os raios do sol estão todos espalhados e são desviados para um ponto que fica muito aquecido".

Maiara: "Eu já sabia que as lentes faziam um pedaço de papel pegar fogo. Mas agora eu sei que quando os raios do sol passam pela lente sofrem refração e se juntam e por isso conseguem aquecer mais".

A respeito da aplicação dos conhecimentos e das possíveis utilizações desses avanços tecnológicos, as suas respostas parecem estar carregadas de preocupações com os danos que possam causar à natureza e com o bem estar do ser humano, como possivelmente tenha ocorrido nos trechos seguintes:

Fernando: "O mais importante é que elas podem ser usadas nas cirurgias e ajudar a estudar o corpo humano".

Janaina: "Esses fios chamados de fibra óptica podem ser usados na medicina mas também nas comunicações dentro do Brasil e com outros países".

Maiara: "Os raios do sol podem ser aproveitados para aquecer ou produzir eletricidade. Nas casas, nas indústrias e em alguns veículos a energia do sol pode ser aproveitada".

Supondo que o Eduardo, tenha preocupações semelhantes aquelas da Janaina e Maiara mas formulou sua resposta, conforme pude entender, fazendo comparações entre o

uso de diferentes tipos de energia e algumas implicações do seu uso e dos possíveis danos que venha causar.

Eduardo: "Os raios do sol aquecem todos os lugares onde ele chega. Percebendo isso, o homem quis aproveitar melhor o calor e construir alguns aparelhos para não gastar muita eletricidade e também o petróleo, que polui o ambiente. Essa energia é barata e não polui mas é preciso aperfeiçoar os aparelhos solares para que as pessoas possam comprar. Se as indústrias e as fábricas substituïrem o petróleo pelos fornos solares o planeta sofrerá menos".

A medida que fui desenvolvendo a leitura e a análise destas respostas, tive o olhar voltado, inclusive, para a diversidade das redações dos alunos o que de certa forma, parece ser indício da riqueza de possibilidades que a leitura permite, ao trazer a tona interesses e possíveis conhecimentos anteriores dos estudantes.

Quarta proposta de redação:

Como já foi colocado anteriormente, a terceira e quarta proposta de redação foram feitas por escrito, na lousa, durante a terceira e quarta aula, nas quais os alunos tiveram a oportunidade de estudar em grupo, (no caso duplas), os textos: "Vidros e Energia Solar" e "Sol e Vento em Alta Tensão". Durante o estudo dos textos os alunos conversaram com o colega do grupo e em alguns casos, com colegas de outro grupo. As minhas intervenções foram no sentido de estimular os estudantes a construírem as redações, baseados nas informações obtidas durante o desenvolvimento das etapas anteriores desta unidade de estudo, e naquelas trazidas pelos textos, inclusive, buscando relacionar essas informações com o dia-a-dia por eles vivido.

Professor: Descreva para uma pessoa que não conhece Ilhabela, quais as formas de energia mais consumidas por esta população e como estas formas de energia chegam à Ilha. Com as informações obtidas nos textos, escreva também, se estas são as melhores alternativas para esta cidade.

Respostas dos alunos, selecionados para análise, referentes à quarta proposta.

Passo a reproduzir integralmente as respostas dos alunos, para em seguida me deter em analisá-las.

Janaina: As energias mais usadas na Ilha são a elétrica e a do petróleo. A energia elétrica vem de São Sebastião pelo cabo submarino e o petróleo vem na balsa pelos caminhões pipa. Se as pessoas usassem mais coletores solares economizariam eletricidade e não seria necessário construir novas represas e hidroelétricas que estragam muito o ambiente. Eu também não sei porque as fábricas não fazem aqueles carros com baterias que usam a luz solar, assim substituiriam a gasolina e evitariam a poluição.

Eduardo: No passado, Ilhabela já teve gerador elétrico na cachoeira da Água Branca e na Vila mas hoje eles não funcionam mais, por esse motivo a energia elétrica vem pelos cabos submarinos, de fora da Ilha. Seria bom que os estudos sobre a luz ajudassem a melhorar os coletores solares para substituir outras energias que poluem. Mas é preciso ter cuidado com as pessoas que vão ficar sem emprego se as refinarias e os postos de gasolina forem fechando. Essas pesquisas sobre a luz também precisam servir para ensinar as pessoas a trabalhar com isso.

Fernando: As pessoas que vivem atrás da Ilha poderiam mudar de vida se esses coletores que usam células para transformar a energia do sol em elétrica, fossem colocados nas suas casas. Por exemplo, se eles tivessem as geladeiras poderiam juntar o peixe da semana toda, para vender na cidade, sem perder nada. Infelizmente a luz do sol fica se perdendo e eles não sabem que já existem esses aparelhos para aproveitar essa energia. Eu sei que eles não tem dinheiro para comprar, mas a prefeitura poderia comprar e depois eles pagariam aos poucos quando conseguissem vender mais peixes.

Maiara: A Ciência sempre arruma um jeito de fazer novas experiências para mudar a vida do homem. Às vezes essas descobertas ajudam mas muitas vezes elas também prejudicam as pessoas, principalmente quando a ambição não respeita o direito dos outros e o ambiente onde nós vivemos. Eu gostei de saber que a mesma luz do sol que faz um arco-íris tão bonito e colorido, também pode ajudar as pessoas se for aproveitada pelos coletores que o homem inventou.

Foi minha intenção, ao elaborar a quarta proposta de redação, buscar o reconhecimento dos olhares que o aluno projeta sobre a sua realidade imediata e prioritariamente, estimular a necessidade dele se posicionar, ainda que teoricamente, como

agente dessa realidade, inclusive, fazendo uso dos conhecimentos supostamente sistematizados.

Aqui os alunos identificaram as principais formas de energia que movimentam a sua cidade e segundo eles, os meios para conseguí-las, como ocorre nestes trechos:

Janaina: "As energias mais usadas na Ilha são a elétrica e a do petróleo. A energia elétrica vem de São Sebastião pelo cabo submarino e o petróleo vem na balsa pelos caminhões pipa."

Supondo, que o Eduardo tenha elaborado sua resposta usando como justificativa o potencial energético que as cachoeiras de Ilhabela, segundo ele, representam. Essa identificação parece avançar no sentido de buscar fundamentações, supostamente, em informações da sua realidade e daquelas conseguidas durante o desenvolvimento das atividades:

Eduardo: "No passado, Ilhabela já teve gerador elétrico na cachoeira da Água Branca e na Vila mas hoje eles não funcionam mais, por esse motivo a energia elétrica vem pelos cabos submarinos, de fora da Ilha."

Aparentemente, sobre as alternativas energéticas para a cidade de Ilhabela, os alunos propõe, ainda que formalizando de diferentes formas, alternativas que possivelmente tenham levando em consideração as informações obtidas nos textos, na economia local e na preservação ambiental como parece ocorrer nestes trechos:

Janaina: "Se as pessoas usassem mais coletores solares economizariam eletricidade e não seria necessário construir novas represas e hidroelétricas que estragam muito o ambiente. ...assim substituiriam a gasolina e evitariam a poluição."

Eduardo: "Seria bom que os estudos sobre a luz ajudassem a melhorar os coletores solares para substituir outras energias que poluem."

Cabe ressaltar o olhar crítico, que algumas redações sugerem, principalmente ao cobrar mudanças e novos posicionamentos diante das situações em questão, mas parecem revelar sua impotência diante dos meios de viabilizar essas mudanças. Deixam a impressão de que essas soluções estão em mãos alheias, ou fora do seu alcance, como ocorre em:

Janaina: "Se as pessoas usassem mais coletores solares economizariam eletricidade.; ...Eu também não sei porque as fábricas não fazem aqueles carros com baterias que usam a luz solar, ..."

Eduardo: "Seria bom que os estudos sobre a luz ajudassem a melhorar os coletores solares para substituir; ...Essas pesquisas sobre a luz também precisam servir para ensinar ..."

Fernando: "...mas a prefeitura poderia comprar e depois ..."

Maiara: "...A Ciência sempre arruma um jeito de fazer novas experiências para ..."

Segundo pude entender, alguns alunos projetam suas preocupações no aspecto social, enfatizando o direcionamento que se dará à utilização desses conhecimentos e suas conseqüências, como parecem revelar estes alunos:

Eduardo: "...Mas é preciso ter cuidado com as pessoas que vão ficar sem emprego se as refinarias e os postos de gasolina forem fechando. Essas pesquisas sobre a luz também precisam servir para ensinar as pessoas a trabalhar com isso."

Fernando: "As pessoas que vivem atrás da Ilha poderiam mudar de vida se esses coletores que usam células para transformar a energia do sol em elétrica, fossem colocados nas suas casas. Por exemplo, se eles tivessem as geladeiras poderiam juntar o peixe da semana toda, para vender na cidade, sem perder nada ..."

Maiara: "A Ciência sempre arruma um jeito de fazer novas experiências para mudar a vida do homem. As vezes essas descobertas ajudam mas muitas vezes elas também prejudicam as pessoas, principalmente quando a ambição não respeita o direito dos outros e o ambiente onde nós vivemos ..."

Acredito que o encaminhamento e o desenvolvimento destas atividades permitiram valorizar os fenômenos ambientais e os fatores sócio-culturais, a atuação do professor como mediador e agente de ações estimuladoras, no sentido de criar situações que possibilitassem ao aluno buscar informações, interagir com elas, estabelecer comparações entre o fenômeno e a representação do mesmo, internalizar alguns aspectos do conhecimento formal e determinadas aplicações desse conhecimento, considerando a contextualização histórica e sócio-cultural do aluno, ainda que alguns equívocos também tenham sido manifestados.

Na busca das soluções para os problemas propostos o aluno pode revelar suas concepções e seus "conhecimentos prévios", mediados pelos atores que fazem parte da sua história de vida. Esses conhecimentos prévios não foram manifestados apenas na primeira etapa, mas inclusive nas seguintes. Também, sobre a sistematização, ocorreram indícios nas diferentes etapas, inclusive na primeira, embora, não tenha ocorrido tanto quanto se poderia desejar. Essas revelações contribuíram com a mediação do professor, no sentido de produzir ações que, inclusive, desencadeassem situações problema. Nesse movimento, o aluno teve a oportunidade de entrar em contato com novas informações trazidas pelas interações com colegas e professor e confrontá-las com suas concepções, reavaliá-las e aparentemente, iniciar o processo de mudança conceitual.

A utilização dos textos, favoreceu as atividades em grupo, criou espaços interativos, aflorou diferenças e produziu a busca de alternativas. Estimulou no aluno comportamento, no sentido de lidar com as informações, organizá-las e possivelmente chegar ao processo de sistematização de conhecimentos. E, quem sabe, estimulou também a possibilidade de busca de novas informações pelos estudantes, se estes tiverem oportunidade de outras leituras.

Em síntese, acredito que os conhecimentos que esta unidade de estudo sobre Luz, desenvolvida, em onze aulas, com alunos de oitava série do ensino fundamental, com os diferentes enfoques e atividades que foram propostos, possibilitou ações geradoras de situações problema, com a perspectiva de estimular o aluno a buscar diferentes fontes de informações, a caminhar na direção da elaboração de idéias e atitudes e de certa forma, fornecer indícios da sistematização e dos conhecimentos sistematizados. Entendo que todo esse processo não representa o que se poderia considerar como conhecimento final dos estudantes sobre o assunto e sim, um conhecimento inacabado à espera de novas aquisições. Nesse sentido, ainda que se considere as possíveis impropriedades e lacunas ocorridas durante o desenvolvimento deste estudo, acredito que a forma como a unidade foi trabalhada e o seu relato podem contribuir como subsídios na estruturação de outros projetos pedagógicos semelhantes, objetivando criar perspectivas para que o aluno possa caminhar no sentido da construção de significados a respeito do conhecimento científico.

## *NAVEGAR É PRECISO.*

"O grande Oceano."

... A onda que despreendes,  
arco de identidade, pluma estrelada,  
quando se despenhou foi só espuma,  
e regressou para nascer sem consumir-se.

Pablo Neruda

Nos sucessivos momentos que ajudaram a construir este estudo, pude viver novas situações, que se somam a tantas outras proporcionadas pelo dia-a-dia escolar, desafiadoras e imperiosas no sentido de cobrar alternativas. Acredito que a atividade prática, como aqui foi entendida, vem somar-se a outras estratégias que buscam a viabilização do ensino de ciências, no âmbito escolar. Precisa ser vista, entendida e adaptada ao momento e a realidade, que o olhar sensível, crítico e envolvido com o meio onde se desenvolve o estudo, poderá discernir. Estar presente e inserir-se nesse contexto aumenta a possibilidade do educador concretizar um projeto escolar culturalmente transformador, no qual, atividades como esta possibilitam a identificação das variáveis que interferem na própria atividade e através dessas variáveis ir construindo as etapas do desenvolvimento da mesma.

Entendo que se ampliou a possibilidade deste projeto se viabilizar na sala de aula, na medida em que passei a considerar com ênfase, já na fase da sua elaboração, as condições culturais, sociais, políticas e econômicas, ligadas a esta região litorânea. Inclusive, ao priorizar aspectos de estudos e estratégias, levando em consideração as especificidades de Ilhabela e as condições estruturais da escola, onde se desenvolveu o projeto, do professor e do aluno. A regionalidade, especificada durante esta dissertação, ao ser entendida como uma das condições intervenientes na elaboração deste projeto,

contribuiu de forma a estimular determinadas ações que se viram refletidas também na mediação do professor, ao propor atividades que possibilitaram a ocorrência de situações problema, da procura de diferentes fontes de informação, da elaboração de idéias e atitudes, da sistematização e da aplicação dos conhecimentos sistematizados.

Durante o desenvolvimento das diferentes etapas desta pesquisa pude perceber que argumentações como a necessidade de um laboratório bem equipado ou com instrumental suficiente e adequado às atividades experimentais, utilizadas como uma das estratégias para o ensino de Ciências, em nível fundamental, precisam ser repensadas. É fato que a convivência do professor com a realidade na qual a escola está inserida e o reconhecimento do contexto escolar como condições relevantes para a elaboração de projetos que permitam buscar alternativas ao laboratório instrumentalizado e adequado ao ensino escolar, pode contribuir com a elaboração de estratégias de ação pelo professor, mas exige dele um tempo de dedicação que vai muito além do horário destinado às aulas e as HTPC<sup>31</sup>. O desenvolvimento do trabalho pedagógico do professor precisa ser avaliado, principalmente por ele, mas para isso é necessário que o modelo educacional tenha dentre os seus objetivos a valorização do professor e essa valorização implica em mudanças significativas no plano de carreira e passa pela discussão, elaboração e implementação de leis, através das quais sejam asseguradas condições para que o professor possa desenvolver projetos de pesquisas ligado à sua prática pedagógica<sup>32</sup>. Acredito que o professor não precise se afastar da sala de aula para o desenvolvimento da sua pesquisa mas necessita de tempo para compatibilizar a sua atividade de professor, com a de estar pesquisando continuamente.

Se, por um lado, entendo que a estratégia de inserir-me no contexto escolar e envolver-me com o cotidiano onde se desenvolveu esta pesquisa, foram posturas que aparentemente, favoreceram e aproximam os levantamentos, análises e alternativas propostas pela pesquisa da realidade escolar, por outro lado, estou convencido de que, por melhores que sejam as propostas de ações pedagógicas e intenções investidas neste ou em qualquer outro projeto, voltado para o ensino de Ciências, estas serão inócuas se,

---

<sup>31</sup> O artigo 13 da Lei 836/97 estabelece que a jornada de trabalho docente de 40 horas semanais deve ser de: 33 horas cumpridas com os alunos, 3 horas cumpridas na escola para realização de atividades pedagógicas e 4 horas cumpridas de forma livre.

desconsiderado for, o olhar focado nas relações da humanidade, pressionadas por este modelo atual que gradativamente se globaliza. Não se pode perder a dimensão do social mais amplo, no qual a escola e o modelo educacional que a engloba estão inseridos, sob influência de fatores políticos, econômicos, ideológico e culturais, interagindo num processo social contínuo.

Ao analisar a crise dos anos 80, Apple não a vê apenas como econômica, embora, esta esteja ligada aos processos de acumulação de capital que se estende pelo mundo. Evidenciando essa realidade, Apple, (1989) escreve:

*"...por detrás dos problemas da educação, a respeito dos quais a imprensa tanto fala, nossas vidas cotidianas e as vidas de milhões de pessoas ao redor do mundo são envolvidas numa crise econômica, uma crise que provavelmente terá duradouros efeitos culturais, políticos e econômicos.*

*Ela está afetando nossas próprias idéias a respeito da escola, do trabalho e do lazer, dos papéis sexuais, da repressão "legítima", de participação e direitos políticos, e assim por diante. Ela está abalando as próprias bases econômicas e culturais das vidas cotidianas de muitos de nós.*

*... A crise não é uma ficção. Ela pode ser vista todos os dias no trabalho, nas escolas, nas famílias, nas agências de saúde e de previdência do governo, em tudo à nossa volta.*

*... Aquilo que se tem chamado de crise fiscal do estado, tem surgido à medida que o estado vê-se impossibilitado de manter os empregos, os programas e os serviços que foram conquistados pelo povo após anos de luta. Ao mesmo tempo, os recursos culturais de nossa sociedade estão se tornando mais completamente comercializados à medida que a cultura popular é invadida pelo processo de mercantilização. Eles são processados, comprados e vendidos. Também eles tornam-se mais um aspecto da acumulação" (p 19-20).*

As mesmas estruturas sociais que investem e viabilizam a produção científica, limitam e dirigem a divulgação e utilização dessa produção. Com a perspectiva de manter a sobrevivência do sistema, as rédeas politicamente engendradas, desmistificam claramente a

---

<sup>32</sup> Não é meu objetivo, nesse momento, juntar argumentos que contribuam para uma discussão sobre a validade da pesquisa na qual as ações do pesquisador e as ações do agente pesquisado são desenvolvidas pelo mesmo professor.

neutralidade científica e colocam a produção dessa atividade como qualquer outra, atrelada ao conjunto social.

A análise das "relações sociais da educação" nos ajuda a compreender que setores organizados (institucionalizados) de uma sociedade, quando padronizados, podem servir a interesses que pouco ou em nada contribuem para a evolução social. A escola pode ser vista como uma destas instituições, principalmente quando está limitada por um modelo educacional, que como o nosso, vale-se, quase com exclusividade, de parábolas para o "treinamento" de professores, nesta imensa diversidade cultural e territorial, vale-se de livros didáticos, moldados por parâmetros curriculares, não devidamente compreendidos, e vale-se ainda, de avaliações padronizadas para os diversos graus de educação.

Os interesses que impulsionam essa padronização globalizante têm, sob a óptica capitalista, uma argumentação de "custo benefício", na qual o investimento feito na instituição escola deve retornar na forma de um produto moldado à manutenção do sistema de produção vigente. Nesse sentido, a escola, tal como está estruturada, desempenha o papel de acentuar as diferenças sociais, e discriminar, através da seleção e valorização de determinados padrões e modelos.

A argumentação e a postura crítica a respeito desses cerceamentos, projetados sobre a instituição escola, não se propõe a estimular ou justificar a atitude inerte de ver nela um problema estruturalmente pré estabelecido, impedindo a sua inserção num quadro mais abrangente de relações sociais. Ou ainda, em posse desse entendimento, deixar-se tomar pela desilusão e desconsiderar a escola como um veículo onde há possibilidade de se desenvolver ações alternativas.

Num primeiro instante, parece paradoxal que o entendimento mais abrangente desse modelo educacional, buscando linhas de relações macro sociais, possa fazer aquele educador que está com os pés limitados pela sala de aula, sentir-se impotente, ou perceber-se envolvido pelo entendimento de que a sua ação diária é infrutífera diante das articulações estruturais do modelo. Mas sob outra perspectiva viabiliza-se o entendimento de que há possibilidades para se produzir alternativas e gerar resistências, com objetivos modificadores, projetando sobre o micro social que envolve a escola, esse conhecimento. Para tanto é preciso estar presente e saber-se presente nesse meio, envolver-se e sentir-se

envolvido com essa realidade, evitando produzir conhecimentos e análises sobre as relações e linguagens da escola, valendo-se do olhar de quem se contenta com a imagem trazida por um binóculo.

Navegar esse mar da sala de aula é expor-se à insegurança e ao imprevisto que emergem dos movimentos desordenados entre o saber e o fazer que surgem à nossa frente, inesperadamente, exigindo o repensar diário das práticas e dos conhecimentos. Esse ir e refluir de águas, revelam a desordem motivadora que passa a impulsionar aqueles que optam pelo abandonar da arrogância incrustada no conhecimento seguro e definitivo, e se permitem reconhecer a existência, no espaço educacional institucionalizado, de uma distância crescente entre os saberes e os fazeres.

Esses desafios esperam das mãos do educador não apenas os currículos, conteúdos e metodologias ideais, mas principalmente, uma educação cidadã, na qual o educando é estimulado a conviver com os desafios contextualizados, valorizando aspectos éticos, a convivência com a diversidade de idéias, a solidariedade, a prática de ações comunitárias viabilizando o derrubar dos muros que separam a escola da escola da vida.

O educar para "o futuro" perde espaço diante das necessidades, dos conflitos e dos medos que se exibem "no hoje" e no imediato. O conviver neste contemporâneo privilegia os ares mutantes que se encaminham para os ambientes extra-classe, favorecendo a formação do indivíduo. Há que se considerar a velocidade das informações e as possíveis manipulações dos veículos que as produzem e divulgam. O acessar e lidar de forma crítica com esse emaranhado inesgotável de dados, que absorvemos ou que de alguma forma somos obrigados a conviver com eles, revela a necessidade de atitudes educacionais interativas, nas quais o educando possa encontrar espaços para lidar com essas informações soltas e transformá-las em conhecimento.

Os alunos trazem destes dias que vivemos as imagens de um contexto social que valoriza a esperteza ao invés do saber, sentem na fala dos pais e na própria pele a aflição crescente do desemprego, das desigualdades e das injustiças sociais que se exibem sem o menor constrangimento, até para os menos críticos. Essa realidade favorece o desestímulo de muitos que sem perspectivas imediatas, são fortemente tentados a buscar caminhos à margem do socialmente aceito. A escola não pode se prestar ao papel de acentuar essas

diferenças sociais, deve sim, criar atrativos dentro desse cotidiano imediato e projetá-lo, ainda que seja para um futuro incerto, mas que permita fazê-lo manter vivo o ato de sonhar. Precisa encaminhar-se na direção do fortalecer e do criar perspectivas, repensando os desinteresses desses alunos, sendo mediadora dos seus valores mais significativos, favorecendo o tempo e o espaço para que ele possa sentir prazer no ato de criar, na autoconfiança que se desprende do realizar, do sentir-se capaz de fazer, no revelar dos seus olhares e dos seus padrões estéticos que a arte da vida se encarrega de esculpir.

A dinâmica social na qual estamos inseridos gera situações e necessidades onde não cabe mais ao aluno o papel passivo de receber, assimilar e aplicar os conhecimentos prontos que lhes são transmitidos. Esta realidade cobra dele o comportamento de quem age e interfere com o conhecimento, levando-o a se projetar sobre as situações concretas que estão ao seu redor, e de certa forma, revelando a força e o fascínio que a possibilidade de realizar mudanças, no seu meio social, exerce sobre o jovem.

Viabilizar esta propositura requer do espaço escolar a possibilidade para que o aluno possa agir aprendendo e aprender agindo, mas concomitante a isso, a ação conjunta e continuada de educador e pesquisador, aprendendo com o ensinar e com o viver inserido no corpo social onde se projeta essa educação. Tentar compreender a descontextualização, as mazelas e os insucessos da escola, olhando-a e pesquisando-a à distância, ou ainda, pinçando fragmentos do seu cotidiano é, a meu ver, lançar-se ao risco de materializar um contexto irreal e sobre ele desenvolver estudos e projetos que independente da fundamentação teórica, poderão juntar-se a tantos outros que o cenário da sala de aula inviabilizou, descortinando a distância marcante entre os projetos idealizados e a realidade escolar.

Ao encaminhar estes limitados escritos para as linhas derradeiras sinto-me impelido a confessar que não foram poucas as vezes, durante esta viagem, nas quais escapei do roteiro e violei a direção indicada pela bússola que prudentemente, me indicava a direção de uma linguagem mais acadêmica. Reconheço ter vivido esses momentos em meio a águas revoltas, bastante conflitantes mas extremamente reveladoras e gratificantes. Vejo com muita nitidez a importância, do convívio com a academia e o respirar teórico favorecido por ela, de forma semelhante, valorizo o longo convívio que tive com esta

comunidade caíra, situações que revelaram a necessidade dos ares teóricos possibilitando o impulsionar da embarcação, mas revelaram também, o quanto é preciso se estar dentro do barco, para poder estear e posicionar a vela, e não se perder o momento adequado de receber e explorar intensamente esses ventos, favorecendo o manear do leme, na busca de roteiros que considerem as correntezas do entorno.

Valendo-me da linguagem construída e entalhada pelo cotidiano, faço como o velho marinheiro, ao revelar, com mansidão característica, que "o conhecer o mar" se constrói lentamente, como se fora um namoro sem pressa. Sabe ele, que as entrelinhas e o detalhar mais íntimo só irão revelando seus meandros, sutilezas e intenções com o conviver diário. Estas águas impregnadas pelo dia-a-dia escolar, não justificam mas influenciaram sobremaneira o meu lápis, em direções nem sempre formais, levando-me a reconhecer a força que esse envolvimento social teve, na estruturação deste estudo.

Neste momento, quisera eu, ter talento para lançar mão da fluência e inspiração poética de Drummond, e assim, valer-me de uma poesia para agradecer ao leitor que se aventurou nesta viagem. Como não posso fazê-lo, peço emprestado as suas; "Mãos".

Mãos dadas.

Não ser ei o poet a de um mundo caduco.

Também não cant ar ei um mundo f ut ur o.

Est ou pr eso à vida e olho meus companheir os.

Est ão t acit ur nos mas nut r em gr andes esper anças.

Ent r e eles, consider o a enor me r ealidade.

O pr esent e é t ão gr ande, não nos af ast emos.

Não nos af ast emos muit o, vamos de mãos dadas.

Não ser ei o cant or de uma mulher , de uma hist ória,

não direi os suspiros ao anoitecer, a paisagem vista da  
janela,

não distribuirei entorpecentes ou cartas de suicida,

não fugirei para as ilhas nem serei raptado por ser afins.

O tempo é a minha matéria, o tempo presente,

os homens presentes,

a vida presente.

Carlos Drummond de Andrade

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALMEIDA, Maria José Pereira Monteiro de. A luz: Enfoque no ensino médio e representações de estudantes. *Pró - Posições*, Campinas. vol.7, n.1, p. 34-40, março 1996.

ALMEIDA, Maria José Pereira Monteiro de, MOZENA, Érica Regina. Luz e outras formas de radiação eletromagnética: leituras na 8 série do ensino fundamental *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Porto Alegre vol.22, n.3, p 426-433, setembro 2000.

ALVES, Virgínia Melo. A luz do sol: um curso dirigido a crianças da região litorânea e a crianças veranistas. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, vol.10, n.1, p. 14-24, 1993.

AMARAL, Ivan Amorozino do. Conhecimento formal, experimentação e estudo ambiental. *Ciência & Ensino*, Campinas, n. 3, p. 10-15, dezembro 1997.

ANDRÉ, Marli Elisa Dalmazo Afonso de. A pesquisa no cotidiano escolar, *VIII Encontro de Pesquisadores da Região Sul*, Porto Alegre, p.36-45, 1987.

\_\_\_\_\_. “Tendências atuais de pesquisa na escola”. *Caderno Cedes*, Campinas, ano XVIII, n.43, p.46-57, dezembro 1997.

APPLE, Michael W. Educação e poder. Porto Alegre: Artes Médicas. 1989.

BACHELARD, Gaston. *A Formação do Espírito Científico*. Tradução por Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1998. 316p.

GADOTTI, Moacir. Elementos para a crítica da questão da especificidade da educação. Em aberto, Brasília, 3, n 22, p. 21-31, 1984.

GIRCOREANO, José Paulo, PACCA, Jesuina Lopes Almeida. O ensino da óptica na perspectiva de compreender a luz e a visão. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, vol.18, n1, p. 26-40, 2001.

GÓES, Maria Cecília Rafael de. A natureza social do desenvolvimento psicológico. *Caderno Cedes*, Campinas, n 24, p.17-43, 1991.

\_\_\_\_\_. A construção do conhecimento e o conceito de desenvolvimento proximal. In *Anais do IX Encontro sobre teoria e pesquisa em ensino de Ciências*, Belo Horizonte, p. 114-122, 1997.

GOULART, Silvia M, et al. Conceitos espontâneos de crianças sobre fenômenos relativos à luz: Análise Qualitativa. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, vol.6, n.1, p. 9-19, 1989.

GOUVEIA, Marley Simões Floria. *Curso de Ciências para professores de primeiro grau: Elementos para uma política de formação continuada*. 1992. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação - Unicamp, Campinas.

GUESNE, Edith. La Luz, In R. Driver; E. Guesne; A. Tiberghien, “*Idéias científicas en la infancia y la adolescencia*”. Madrid: Ediciones Morata, S. A, 1989.

HARRES, João Batista Siqueira. Um teste para detectar questões alternativas sobre tópicos introdutórios de óptica geométrica. *Caderno Catarinense do Ensino de Física*, Florianópolis, vol.10, n 3, p.220-234, 1993.

LIBÂNEO, José Carlos. Tendências pedagógicas na prática escolar. *Revista de Ande*, v.3, n. 6, p.11-19, 1983.

MARTINS, Maria Ivanil Coelho. *Interferências no trabalho do professor de primeira a quarta série segundo sua ótica*. Destaque para o ensino de ciências. 1994. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação – Unicamp, Campinas.

MORTIMER, Eduardo Fleury, MACHADO, Andréa Horta. Múltiplos olhares sobre um episódio de ensino: Porque o gelo flutua na água? In *Anais do encontro sobre teoria e pesquisa em Ensino de Ciências – Linguagem, Cultura e Cognição*, Belo Horizonte, p. 167-190, março de 1987.

OLIVEIRA, Marta Khol. *Vigotsky, aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico*. São Paulo: Scipione, 1993.

SANTOS, Edilson D. *A experimentação no ensino de Ciências de 5ª a 8ª série do ensino fundamental*. 2001. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação – Unicamp, Campinas.

SAVIANI, Dermeval. *Tendências e correntes na educação brasileira*. In Trigueiro Mendes, Dermeval (Coord). *Filosofia da educação brasileira*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1983. p.19-47.

\_\_\_\_\_. A filosofia da educação e sua veiculação pela RBEP. In: *Revista Brasileira de estudos Pedagógicos*, n.150, p.273-289, 1984.

SCHNETZLER, Roseli. Contribuições, limitações e perspectiva da investigação no ensino de Ciências Naturais. In *Anais do IX Encontro Nacional de didática e prática de ensino* (Endipe). p.386-402, 1998.

VIGOTSKY, Lev Semenovitch. *Pensamento e Linguagem*. Tradução por Jefferson Luiz Camargo. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

\_\_\_\_\_. *A formação Social da Mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

WEREBE, Maria José Garcia. *30 Anos Depois Grandezas e Misérias do ensino no Brasil*. São Paulo. Ática, 1994.

## ***BLIBIOGRAFIA COMPLEMENTAR***

ALMEIDA Maria José Pereira Monteiro de. Sobre experimentação: algumas questões. *Passando a limpo*, Ribeirão Preto, ano 1, n. 2, p.14, 1993.

\_\_\_\_\_. O papel do professor no material para ensino de física. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 41,n. 3, p.264-268, 1989.

ALMEIDA, Maria José Pereira Monteiro de, SILVA, Henrique Cezar da. Noções auxiliares na compreensão do fazer pedagógico. *Educação e Sociedade*, Campinas, n. 47, p. 97-105, 1994.

ALMEIDA, Maria José Pereira Monteiro de, RINCON, Alan Esteves. Divulgação científica e texto literário: uma perspectiva cultural em aulas de física, *Caderno Catarinense do Ensino de Física, Florianópolis*, v.10, n.1, p. 7-13, 1993.

ALMEIDA, Maria José Pereira Monteiro de, SOUZA, Suzani Cassiani de. Possibilidades, equívocos e limites no trabalho do professor / pesquisador - enfoque em Ciências. *Investigação em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v.1, p. 145-154, 1996.

AMARAL, Ivan Amorozino do. Currículo de Ciências: das tendências clássicas aos movimentos atuais de renovação. In: BARRETO, E. S. (org) *Currículo do ensino fundamental para as escolas brasileiras*. Campinas, Autores Associados, 1998.

\_\_\_\_\_. O ensino de Ciências sob nova perspectiva. In: *Ciências*. São Paulo, FDE/APEOESP. p.201-232, 1992.

ANDRÉ, Marli Elisa Dalmazo Afonso Lopes de. Tendências atuais de pesquisa na escola. *Caderno Cedes*, Campinas, ano XVIII, n. 43, p. 46-57, 1997.

AXT. ROLANDO, *Tópicos em ensino de Ciências*. O papel da experimentação no ensino de Ciências. Porto Alegre: Ed. Sagra, 1991, p. 79-90.

BAEYER, Hans Chiristian Von. *A Física e o mundo que nos rodeia*. Ed. Campus. 1994.

BARRETO FILHO, Benigno. *O trabalho pedagógico do professor de Ciências em Ilhabela*: Reconhecimento de alguns aspectos. 1997. Monografia (Especialização em

Ciência, Arte e Prática Pedagógica na área de Educação em Física). Faculdade de Educação – Unicamp, Campinas.

EINSTEIN, Albert. *Como vejo o mundo*. Tradução de Andrade. H.P. 16ª ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1981. p.213.

FONTANA, Roseli Cação, CRUZ. M. .Nazaré. *Psicologia e trabalho pedagógico*. São Paulo: Atual Editora. 1997.

GIL-PEREZ, Daniel, CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. *Formação de Professores de Ciências: Tendências e inovações*. São Paulo: Cortez Editora, 1993.

GÓES, Maria Cecília Rafael de A abordagem microgenética na matriz histórica- cultural: Uma perspectiva para o estudo de constituição da subjetividade. *Caderno Cedes*, Campinas, ano XX, n. 50, p.9-25, 2000.

LOPES, Alice Ribeiro Casimiro. Bachelard: O filósofo da desilusão. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v.13, n.3, p.248-273, dezembro 1996.

\_\_\_\_\_. *Conhecimento Escolar: Ciência e cotidiano*. Rio de Janeiro: Editora da UERJ, 1999. p.236.

MALDANER, Otávio Aluísio. *A formação continuada de professores: ensino - pesquisa na escola*. 1997. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação-Unicamp, Campinas.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO/Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais-Ciências Naturais*. Brasília: MEC/SEF, 1997.10v.

MOREIRA, Marco Antônio. *Tópicos em ensino de Ciências*. O professor - pesquisador como instrumento de melhoria do ensino de Ciências. Porto Alegre: Sagra,1991, p. 91-109.

MOREIRA, Marco Antônio, LEVANDOWSKI, C.E.; *Diferentes abordagens ao ensino de laboratório*. Porto Alegre: Ed. da UFRGS,1983.

ORLANDI, Eni Puccinelli. *A linguagem e seu funcionamento: as formas do discurso*. Campinas: Pontes,1987. 276p.

SANTOS, Maria Euarda Vaz Moniz dos. *Mudança conceptual na sala de aula: um desafio pedagógico*. Lisboa: Livros Horizonte, 1991.

SAVIANI, Dermeval. Tendências pedagógicas na formação do educador. *Inter- Ação*, v.5, n. 8, p. 63-69, 1981.

\_\_\_\_\_. *Escola e democracia*. 31ª ed. Campinas: A. Associados, 1997.

\_\_\_\_\_. *Pedagogia histórico- crítica*. 6ª ed. Campinas: A. Associados, 1997.

\_\_\_\_\_. *Educação e questões da atualidade*. São Paulo: Cortez/Livros do Tatu, 1991.

SILVA, Henrique Cezar da. *Como, quando e o que se lê em aulas de Física, no ensino médio: elementos para uma proposta de mudança*. 1997. Dissertação (Mestrado em Educação) Faculdade de Educação-Unicamp, Campinas.

TRAGTENBERG, Marcelo. As belezas do arco-íris e seus segredos. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v.3, n.1, p. 26-35, 1986.

## ***ANEXOS***

Anexo I e II EINSTEIN Albert, INFELD Leopold. *A evolução da Física. O enigma da cor.* 4.ed. Tradução de Giasone Rebuá. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1980. p.84-85.

Anexo III, IV, V, VI e VII Super Interessante. *Fibras Ópticas.* São Paulo: Abril, Ano 10, n.11, 1996.

Anexo VIII e IX PARANA, Djalma Nunes da Silva. *Física. Termologia, Óptica e Ondulatória. Encurvando a Luz* 6.ed. São Paulo: Ática, 1998.p.230, v.2.

Anexo X, XI, XII, XIII, XIV e XV Ciência Hoje. *Vidros e energia solar.* Rio de Janeiro: SBPC, v.7, n.42, 1988. p.8-9.

Anexo XVI, XVII e XVIII Super Interessante Adaptado do texto *Sol e vento em alta tensão* São Paulo: Abril, ano 6, n.1, 1992. p. 68-71.

Anexo XIX e XX Questionário respondido pelos professores que lecionavam Ciências, nas seis escolas públicas estaduais de Ilhabela.

**Anexo I** “O enigma da cor”, p.84-85 do livro A evolução da Física de Einstein – Infeld, (1980)

### **O enigma da cor**

Foi novamente o gênio de Newton que explicou pela primeira vez a riqueza de cores do mundo. Eis a descrição de uma das experiências de Newton em sua própria linguagem:

*“No ano de 1666 (em que eu me ocupava da lapidação de vidros óticos de formatos outros que não o esférico) preparei um prisma triangular de vidro para tentar com ele produzir os célebres fenômenos das cores. E com esse propósito, escureci a minha câmara fiz um pequeno furo no postigo de minha janela para deixar entrar uma quantidade suficiente de luz do Sol e coloquei o meu prisma à sua entrada, de modo que pudesse ser refratada para a parede oposta. Foi a princípio um divertimento muito agradável ver as cores vivas e intensas assim produzidas”.*

A luz do Sol é “branca”. Após atravessar um prisma, ela mostra todas as cores que existem no mundo visível. A própria natureza produz o mesmo resultado na bonita gama de cores do arco-íris. As tentativas de explicar esse fenômeno são antiquíssimas. A história bíblica de que um arco-íris é a assinatura de Deus aposta em uma convenção com o homem é, em certo sentido, uma “teoria”. Mas não explica satisfatoriamente porque o arco-íris se repete de tempos a tempos e por que isso se dá sempre em conexão com a chuva. O problema da cor foi pela primeira vez cientificamente atacado, tendo sua solução indicada, no grande trabalho de Newton.

Uma das bordas do arco-íris é sempre vermelha e a outra sempre violeta. Entre elas estão arranjadas todas as outras cores. Eis a explicação de Newton para o fenômeno: toda cor já está presente na luz branca. Elas todas atravessam o espaço interplanetário e a atmosfera em uníssono e dão o efeito de luz branca. A luz branca é, por assim dizer, uma mistura de corpúsculos de tipos diferentes, pertencentes às diferentes cores. No caso da experiência de Newton, o prisma as separa no espaço. De acordo com a teoria mecânica, a refração resulta de forças agindo sobre as partículas de luz e originadas das partículas de vidro. Essas forças são diferentes para corpúsculos pertencentes as cores diferentes, sendo as mais fortes pertencentes ao violeta e as mais fracas ao vermelho. Cada uma das cores

## Anexo II

será, portanto, refratada, ao longo de uma trajetória diferente, sendo separadas umas das outras quando a luz deixa o prisma. No caso de um arco-íris, as gotículas de água desempenham o papel do prisma.

A teoria da luz como substância é agora mais complicada. Não temos agora uma substância, mas muitas, cada uma pertencente a uma cor diferente. Se, contudo, há alguma verdade na teoria, suas conseqüências devem concordar com a observação.

A série de cores contidas na luz branca, do Sol, conforme revelada pela experiência de Newton, é chamada *espectro* do Sol, ou, com mais precisão, seu *espectro visível*. A decomposição da luz branca em seus componentes, conforme aqui descrita, é chamada *dispersão* da luz. As cores do espectro, separadas, poderão ser de novo misturadas por um segundo prisma devidamente ajustado, a menos que a explicação dada seja errada. O processo deverá ser precisamente o inverso do primeiro. Devemos obter luz branca das cores previamente separadas. Newton mostrou por meio da experiência que é realmente possível obter-se a cor branca de seu espectro, e o espectro da luz branca, desse modo simples, quantas vezes se quiser. Essas experiências formaram um forte apoio à teoria segundo a qual os corpúsculos pertencentes a cada cor se comportam como substâncias imutáveis. Newton escreveu:

*“... cores essas que não são geradas, mas apenas tornadas aparentes ao serem separadas; pois se forem de novo misturadas e combinadas, comporão novamente aquela cor, como faziam antes da separação. E, pela mesma razão, as transmutações feitas pela reunião de várias cores não são reais; pois quando os raios desiguais são novamente separados, exibem as mesmas cores que exibiam antes de entrar na composição; como se sabe, os pós azul e amarelo, quando finamente misturados, parecem verdes a olho nu e, no entanto, as cores dos corpúsculos componentes não são desse modo realmente transmutadas, mas apenas combinadas. Porque quando vistos com um bom microscópio ainda se mostram azuis e amarelos, intercaladamente”.*

**Anexo III** “Fibras Ópticas” adaptado da revista Super Interessante, Ano 10, n.11, (1996).

### **Por terra, mar e ar**

**A infovia ótica brasileira percorre 8500 quilômetros. Seja embaixo do chão, suspensa em postes de luz ou no fundo do oceano.**

Há quatro anos, a Embratel trabalha na instalação da rede. O primeiro trecho interestadual, entre São Paulo e Rio, ficou pronto em 1993. Dois anos mais tarde, Belo Horizonte entrou no circuito. Em 1997, deverá ser inaugurada a linha inteira, de Porto Alegre a Fortaleza, que entra para Belo Horizonte e vai a Brasília e Goiânia. A rede terá 5200 quilômetros por terra, ao longo de rodovias e ferrovias, 800 quilômetros aéreos, seguindo a fiação elétrica, e 2500 quilômetros submarinos, enterrados no fundo do mar.

Numa Segunda fase, até 1998, mais 8200 quilômetros de cabos devem chegar a outras grandes cidades. E novos 2000 quilômetros atingirão Belém, mas só no ano 2000. Cuiabá, Porto Velho, Rio Branco, Manaus e Boa Vista ficarão de fora. Segundo avalia a Embratel, o tráfego de informações não compensa a instalação.

Cada cabo de dezoito fibras pode transmitir 622 megabites por segundo, o suficiente para 28000 ligações telefônicas simultâneas. Isso representa uma capacidade 25 vezes maior que a do cabo de cobre Brus, que liga o Brasil aos EUA. E essa capacidade pode ser ainda mais alta se a potência dos equipamentos nos terminais for maior que a atual.

Há gente que acha pouco. A julgar pelo comentário do físico Hugo Fragnito, do Projeto de Fibras Ópticas da Universidade Estadual de Campinas, esses 622 megabites por segundo não vão dar nem para o começo. “Se levarmos em conta a demanda reprimida, cada fibra deveria transmitir 5000 megabites por segundo”. O coordenador do Laboratório de Sistemas integrados da Universidade de São Paulo, João Antônio Zufo, faz uma comparação que deixa as fibras brasileiras em desvantagem: “O cabo de fibras óticas Columbus, entre Estados Unidos e Europa, tem capacidade para 10000 magabites”.

**Anexo IV**

## Anexo V

Um cabo com dezoito fibras óticas e 8500 quilômetros de extensão vai interligar quinze capitais estaduais e Brasília, desde Porto Alegre até Fortaleza. Sua ponta norte entrará nos cabos América 1 (de onde os sinais partirão para Venezuela, América Central e Estados Unidos) e Columbus (que liga os Estados Unidos à Europa). A ponta sul vai se plugar no Unisur, que chega ao Uruguai e à Argentina. Finalmente, o Brasil terá um viaduto para entrar nas infovias mundiais. (Veja mapa na página anterior).

Não era sem tempo. O atual sistema de telecomunicações – um bolo que junta telefonia, dados de computador, TV por assinatura e outras coisas – está saturado. Pior: sua expansão anda atrasada e a procura por serviços não atendida é grande. Par se Ter uma idéia, há 15 milhões de linhas telefônicas fixas no Brasil, o que significa 8,46 aparelhos por 100 habitantes. É muito pouco. A meta da Embratel para o ano 2003 é ter 40 milhões de telefones. São Paulo tem dezessete telefones fixos por 100 habitantes enquanto Buenos Aires tem mais de trinta. E o mais impressionante é que, lá, um telefone novo custa só 200 dólares.

A rede ótica é um alívio. Vai descongestionar o sistema, ampliando sua velocidade e sua capacidade. O problema é que não vai trazer melhoras imediatas para o usuário comum pois a rede de acesso – a conexão dos terminais domésticos com as centrais estaduais interligadas (Telesp, Telerj, Temig, etc.) – ainda usará fios de cobre. Grandes usuários, como empresas e bancos, esses, sim, sentirão melhora, pois compram linhas privadas de alta velocidade e se conectam diretamente com as centrais.

## **Anexo VI**

### **Sinais levados por luz encanada.**

Fibras óticas são filamentos de vidro, sílica, nylon ou silicone, de altíssima transparência, capazes de transmitir luz a grande distância. Elas transportam sinais elétricos, transformados em correntes pulsantes de raios laser, num pisca-pisca de milhões de pontos de luz por segundo. Têm a metade do diâmetro de um fio de cabelo. A luz entra por uma ponta e vai direto à outra. Nas redes de telecomunicação, a luz usada é o laser, que pisca uma extremidade num código lido por um sensor do outro lado. Sem parar.

O que faz a invenção do físico indiano Narinder Singh Kanpany, de 1952, tão sensacional são as vantagens que ela oferece em relação ao fio de cobre convencional. A primeira é a ausência de interferência. Um fecho de luz de uma lanterna só pára quando encontra algo opaco no caminho. Não sofre intervenção de nada, nem mesmo no fecho de outra lanterna. Idem com a fibra ótica: o feixe de luz corre por dentro do vidro sem que nada o detenha, até chegar ao destino final. Não importa por onde passe, seja terra, água ou ar. Nada interfere. Já o sinal elétrico dos fios de cobre é alvejado por interferências de todo tipo.

A segunda vantagem é a velocidade. Os sinais são transmitidos de uma ponta a outra na velocidade da luz (300000 quilômetros por segundo).

### **Preço proibitivo.**

A desvantagem é de ordem econômica. O preço da fibra já despencou espetacularmente e custa, hoje, a mesma coisa que um fio de elétrico. Os equipamentos óticos é que são caros. A conta somada da primeira e da segunda fase de construção da Rede Nacional bate na casa de 1,1 bilhão de dólares. Alias, é em parte por isso que os mortais comuns não tirarão proveito imediato das vantagens óticas. “O preço do sistema não justifica o uso para a conexão de usuários e assinantes”, diz o engenheiro Benedito Macieira, da empresa Schahin Cury, responsável pelo trecho entre Porto Seguro (BA) e Natal (RN).

**Anexo VII**

**Anexo VIII** “Encurvando a Luz” p.230 do livro de Física (Termologia, Óptica e Ondulatória) de Paraná, D.N.S. (1998).

### **Encurvando a luz.**

A fibra óptica é um filamento alongado, de plástico ou vidro transparente. Os raios de luz penetram por uma das extremidades do filamento e caminham sem escapar, numa série de reflexões totais.

Em 1870, diante dos incrédulos membros da Royal Society de Londres o físico inglês John Tyndall demonstrou que a luz podia fazer uma curva. Colocou uma lanterna dentro de um recipiente opaco cheio de água, com um orifício num dos lados, pelo qual a água escorria. A luz acompanhava a trajetória curva da água, como se tivesse sido dobrada. Na verdade, a luz se propaga em ziguezague, saltando de um lado para o outro dentro do fio de água, numa série de reflexões internas.

No entanto, a descoberta de Tyndall só começou a ter utilidade prática oito décadas mais tarde, em 1952, graças às pesquisas do físico indiano Narinder Singh Kanpany, então com 25 anos. Seus experimentos o levaram à invenção da **fibra óptica**.

Em suas experiências empregou dois cilindros, um dentro do outro. Depois trocou o cilindro externo por uma película de vidro. Percebeu então que, se essa película tivesse um índice de refração muito inferior ao do cilindro, funcionaria como um espelho, concentrando toda a luz. O truque deu certo porque, quanto maior a diferença entre os índices de refração, menor o ângulo-limite. Com um ângulo-limite baixíssimo, toda a luz que entrasse no cilindro seria refletida para praticamente todos os ângulos de incidência.

## **Anexo IX**

Após três anos de pesquisa, em 1955 Kanpany cunhou a expressão fibra óptica e patenteou a invenção.

Além de melhorar extraordinariamente as telecomunicações, a fibra óptica também é usada numa variedade de equipamentos: automóveis, mísseis, blindados, satélites, fiação de computadores, eletrodomésticos e ainda em microeletrônica, engenharia genética, fotografia, etc. Na medicina ela é um instrumento bastante utilizado, podendo ser introduzida nas artérias de pessoas com problemas cardíacos, possibilitando que a concentração de oxigênio no sangue dentro do coração seja medida.

**Anexo X** “Vidros e energia solar” p.8-9, da revista Ciência Hoje, v.7, n.42, (1988).

### **Vidros e energia solar: alternativa e interação tecnológica.**

As freqüentes estiagens dos rios que alimentam as hidrelétricas brasileiras e os possíveis aumentos de custo e a escassez de combustíveis fósseis têm levado alguns pesquisadores a procurar fontes alternativas de energia que minimizem as dificuldades futuras. Uma série de características vantajosas aponta a energia solar como uma das fontes que poderá suprir as necessidades do Brasil, possuidor de grandes regiões de clima seco e ensolarado. Além de facilmente captada, concentrada, armazenada e transportada, ela é inesgotável por várias gerações, não poluindo o ambiente e seus custos operacionais são reduzidos. Pode substituir a eletricidade e a combustão em sistemas de aquecimentos domésticos e industriais, e abre um vasto campo de exploração: desde locais urbanos e rurais, montanhas, planícies e desertos, até em navios, aviões, satélites, balões, automóveis e motocicletas.

Os vidros são componentes essenciais de coletores solares planos, concentradores e células solares, podendo atuar durante a coleta, seleção ou filtração das radiações desejáveis, concentração, transporte e armazenamento dos raios solares e térmicos (figura 1). Os fornos solares permitem fundir peças ou componentes ópticos, cerâmicas avançadas, inclusive vidros especiais, e criar novas lentes e sistemas ópticos (figura 2). A importância deste ciclo está na possibilidade de, a partir de novos materiais, surgir uma grande variedade de indústrias de alta tecnologia.

Os coletores solares planos captam mas não concentram a luz e são usados para aquecimento e resfriamento de edifícios, secagem de materiais e destilação solar de água. Já os concentradores, que podem ser bi ou tridimensionais e associados com fibras ópticas, caracterizam-se pela obtenção de temperaturas superiores às obtidas nos coletores planos. Além de propiciar aplicações similares às das chapas planas, eles são empregados para geração de vapor, movimentação de turbinas, fusão de sólidos, transporte de energia solar de ambientes externos para internos, fornos solares para tratamentos de materiais, pirólise, produção de hidrogênio por decomposição térmica da água e reações fotoquímicas. As células solares convertem a luz em eletricidade – são fotovoltaicas -, característica que

## **Anexo XI**

possibilita a sua utilização em computadores, equipamentos de eletrônica terrestre e espacial e nas telecomunicações.

Lentes e prismas podem concentrar, espalhar, desviar feixes ópticos e propiciar a obtenção de altas temperaturas em cadinhos ou câmaras destinadas a fundir e moldar pequenas peças. A captação de energia solar pode ocorrer em níveis térmicos baixos e elevados. A coleta de uma quantidade máxima de energia em baixas concentrações térmicas destina-se, em geral, ao aquecimento de ambientes domésticos, cozimento de alimentos e purificação de água. Neste caso, emprega-se vidro de elevada transmitância à radiação solar e opacidade à radiação térmica, explorando-se o “efeito estufa”. Por outro lado, uma elevada concentração de energia é desejável para atingir altas temperaturas, próximas das encontradas na própria fonte, como no caso dos fornos solares, que utilizam o efeito refletor de, pelo menos, um espelho.

A concentração de energia solar exige superfícies refletoras móveis ou fixas. Para obter-se energia bastante concentrada, devem-se escolher espelhos grandes com aberturas amplas. O armazenamento da energia captada pode ser operado em tanques de água, leitos de pedra e sistemas químicos (cristais, sais fundidos e gases).

## **Anexo XII**

Os materiais transparentes absorvem, em geral, pouca luz. A cor verde clara do vidro comum é responsável pela absorção de cinco a dez por cento da luz incidente. A substância controladora da cor e da absorção do vidro comum é o óxido de ferro. A radiação absorvida provoca um aumento progressivo da temperatura da chapa ou bloco de vidro, até alcançar um valor de equilíbrio, condizente com as perdas por convecção, radiação emitida e condução através do material de sustentação.

Os espelhos para concentradores solares podem ser revestidos por uma película metálica na face frontal (externa) ao feixe de luz incidente ou na segunda superfície (posterior) de uma placa de vidro comum ou especial. No segundo caso, a radiação passa através do vidro e é absorvida ou refletida por uma camada que pode estar ou não em contato com a superfície vítrea. Para emprego como refletor, o vidro deverá ser tão transparente quanto possível à radiação solar. Se usado como cobertura de um coletor solar, ele deverá também ser opaco as radiações térmicas emitidas pelo corpo negro. Na construção de grandes concentradores solares recomenda-se o vidro polido ou cristal (*float*), que obtém a partir da formulação química do vidro comum.

As variedades de coletores e concentradores já desenvolvidas aparentemente não exploram todas as possibilidades de uso de lentes e prismas, alegando-se elevadas perdas térmicas ou de eficiência neste sistemas. Tais dispositivos podem ser revistos ou aprimorados no caso de um país como o nosso, onde a energia solar é abundante e seu desperdício já ocorre naturalmente pela falta de um plano de aproveitamento organizado.

O uso de lentes de vidro para concentração de radiação solar é inadequado quando se desejam temperaturas elevadas, pois ocorrem perdas de radiação, causada pela absorção no material da lente e pelas aberrações esféricas, além de outras de caráter óptico. É raro, portanto, o emprego de lentes concentradoras nos fornos solares. Em virtude de peso e custo elevados, as lentes têm um uso restrito nas aplicações de energia solar, com a exceção das lentes de Fresnel – estas são úteis para baixo nível de concentração de energia, principalmente as circulares. A vantagem das lentes sobre os espelhos é que elas não exigem metalização ou revestimento protetor.

### **Anexo XIII**

As superfícies vítreas nem sempre exigem esmerilhamento e polimento para complementar a operação primária de conformação. O acabamento pode ser obtido através de operações secundárias, classificadas em térmicas mecânicas e químicas. Os tratamentos térmicos incluem o uso de calor para recozimento, têmpera, corte ao fogo, selagem, alisamento de bordas e bicos, cozimentos de lacas, esmaltes e vernizes, bem como formação de cavidades especiais e flutuação para obtenção de vidro polido. Os tratamentos mecânicos incluem esmerilhamento, polimento a seco, corte – atualmente em desuso – e jateamento com areia. Os acabamentos químicos envolvem polimento com ácido – *etching*; espelhação ou metalização por prateação, cobreação, aluminização ou pulverização catódica; e recobrimento pirolítico a úmido, magnético e têmpera química.

Um forno solar consiste num sistema óptico que capta a radiação solar, concentrando-se numa pequena cavidade, gerando calor e temperaturas muito altas. Tal cavidade constitui o próprio forno, além de ser a menor parte de todo o equipamento. O tipo mais simples consiste num refletor parabólico com seu eixo frontal ao sol, onde o espelho deve seguir ou rastrear a fonte. O refletor se apóia sobre dois eixos, um polar e outro de inclinação, e o seu movimento pode ser estabelecido por um mecanismo de relógio ou por um servomecanismo, controlado por uma célula solar ou fotovoltaica.

## **Anexo XIV**

Os fornos solares de eixo parabólico vertical apresentam condições adequadas para fundir materiais cerâmicos, porque esta é a geometria mais conveniente para manter os cadinhos ou cubas verticalmente. No entanto, possuem limitações de tamanho, decorrentes de problemas estruturais envolvidos na sustentação de grandes parabolóides nessa posição.

Uma experiência realizada na Iugoslávia com um forno solar de eixo óptico vertical vertical obteve resultados satisfatórios na produção de 16 minerais sintéticos. O forno foi operado num período de seis meses das 8 h às 17 h, usando amostras de 100g, que foram homogeneizada mecanicamente durante quatro horas, postas em cadinhos de porcelanas e fundidas oito a dez vezes. Após alguns experimentos, onde ocorreram quebras, os cadinhos originais foram substituídos por outros de níquel, que suportam cerca de cem testes sem deterioração. O estudo dos cristais dos minerais produzidos demonstrou que o forno solar é um excelente equipamento para fundir misturas de óxidos, sem contaminá-los nas temperaturas superiores. As condições de aquecimento e resfriamento podem variar de acordo com o procedimento experimental desejado que, no entanto, é forçosamente intermitente.

A conjugação de lentes coletoras e focalizadoras com espelhos permite montar fornos solares multilentes e obter temperaturas da ordem de 4500 a 4700°C. Tal concepção abre perspectivas de construção de fornos multifocais, possibilitando a produção em paralelo de várias peças de pequeno porte.

O nordeste brasileiro possui condições geográficas privilegiada para o uso de fornos solares que objetivem desenvolver a produção de materiais cerâmicos e vítreos especiais. Por outro lado, as regiões centro-oeste, sudeste e sul podem utilizar a energia solar com fins de aquecimento e para economia de energia elétrica ou de combustão, já que a luz difusa em dias nublados também pode ser aproveitada.

A capacidade tecnológica já existente em indústrias, universidades e centros de tecnologia é suficiente para permitir a criação de um programa de médio prazo para a instalação de coletores solares. No entanto, é necessário ainda desenvolver os vidros ou as lentes para a construção de fornos solares que apresentem baixos valores de calor

**Anexo XV**

específico e absorvência ou que possam ser resfriados com eficiência. Outro desafio consiste no aprimoramento das fibras ópticas, prismas ou dutos capazes de suportar e transportar radiações altamente concentradas. A formulação química e os processos de fabricação de vidros distintos do comum e suas conformações geométricas merecem uma abordagem em separado. Por exemplo, seria oportuno introduzir também no Brasil processo de têmpera química de vidros comuns para facilitar a produção de perfis parabólicos para os concentradores solares.

**Abraham Zakon**

Escola de Química,

Universidade Federal do Rio de Janeiro.

**Colin Graham Rouse**

Agrupamento de Tecnologia Inorgânica,

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do

Estado de São Paulo.

**Anexo XVI** Adaptado do texto “Sol e Vento em alta tensão” revista Super Interessante, p.68-71, ano 6, n.1 (1992).

**Onde as linhas não chegam.**

Há dez anos, a população de Gravatá, a 80 quilômetros de Recife, PE, viu surgir junto a cidade um curioso conjunto habitacional. Composto por apenas cinquenta casas e equipados com painéis e células solares, moinhos de vento e fermentadores de matéria orgânica, seu objetivo era verificar se uma pequena comunidade pode viver sem estar ligada à rede elétrica convencional. Este ano, batizado de Centro Latino-americano de Tecnologia Energética, o conjunto está pronto para receber seus primeiros moradores. Espera-se que em curto prazo eles sejam recrutados entre família carentes da região, diz

**Anexo XVII**

Glauber Cabral, da Secretaria de Transportes, Comunicações e Energia do Estado. Cada casa tem um painel capaz de aquecer, diariamente, 200 litros de água, usada no banho ou na cozinha. Os painéis têm a forma de finos tanques retangulares de alumínio, e são pintados de preto para converter o máximo de luz em calor. Os fermentadores, por sua vez, geram

**Anexo XVIII**

gás em quantidade suficiente para cinquenta fogões, e a iluminação virá de moinhos e das células solares, que convertem luz diretamente em eletricidade. No total os geradores têm potência de 5 quilowatts. Uma experiência parecida foi a instalação de células solares pela Cesp, Centrais Elétricas de São Paulo, na isolada região do Vale do Ribeira, sul do Estado. A idéia é fornecer energia onde há poucas linhas convencionais. Em sete postos de saúde, as vacinas ficam em refrigeradores ligados às células solares, conta o engenheiro Fernando Almeida Prado, da Cesp. “A potência ainda é baixa, mas é útil”.

**Anexo XIX**

## QUESTIONÁRIOS PARA PROFESSORES DE CIÊNCIAS

1. Nome
2. Sexo
3. Idade                      Estado civil
4. Endereço
5. É licenciado?
6. É licenciado em que?
7. Local e ano em que se formou.
8. Outros cursos, (local e ano de formação).
9. Disciplinas que leciona, o número de aulas semanais e as aulas atividade.
10. Salário mensal como professor. (rede estadual).....(rede municipal).....(rede particular).....
11. Qual o vínculo empregatício? Efetivo..... ACT.....
12. Desempenha outras atividades? Quais?
13. Número médio de alunos por classe (se necessário discrimine série e curso).
14. Que condições na escola, mais dificultam o seu trabalho como professor?
15. Quais as suas contribuições, como professor, para a formação dos seus alunos?
16. Para que serve a Ciência em nossa sociedade?
17. Você acha que a Ciência deveria ter outras finalidades? Por que?
18. Quais as finalidades das disciplinas que você leciona?
19. Quais são as idéias dos seus alunos sobre Ciência, ao iniciarem o curso?
20. Durante o curso, essas idéias se modificam? Por que?
21. Que idéias sobre Ciência você gostaria que seus alunos adquirissem, no curso?
22. Em sua opinião, que idéias sobre Ciência são transmitida nos livros didáticos?
23. Que fatores contribuem para o aprendizado dos alunos na escola?
24. Que fatores mais atrapalham esse aprendizado?
25. O que você faz para avaliar seus alunos?
26. A avaliação pode contribuir para o aprendizado dos alunos? De que maneira?

**Anexo XX**

27. Os alunos gostam das aulas da disciplina que você leciona? Por que?
28. Quais destas atividades você utiliza nas aulas? Com que finalidade?(aula expositiva, experimentação, leitura de texto, audio-visuais).
29. Sua escola tem laboratório? Quais as condições de uso?
30. As aulas experimentais podem ser realizadas fora do laboratório? Como?
31. Você relaciona a realidade de Ilhabela com o conteúdo desenvolvido em aula? Por que?
32. Na sua opinião, que condições faltam para que o professor possa desenvolver as aulas experimentais?
33. Você gostaria de fazer algum comentário adicional?