

ILSE ABEGG

ENSINO-INVESTIGATIVO DE CIÊNCIAS
NATURAIS E SUAS TECNOLOGIAS NAS
SÉRIES INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

PPGECT

Florianópolis, SC, Brasil.

2004

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**

**ENSINO-INVESTIGATIVO DE CIÊNCIAS
NATURAIS E SUAS TECNOLOGIAS NAS
SÉRIES INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL**

por

Ilse Abegg

Prof. Dr. José de Pinho Alves Filho
Orientador

Florianópolis, SC, Brasil.

2004

FICHA CATALOGRÁFICA

A138e Abegg, Ilse

Ensino-investigativo de ciências naturais e suas tecnologias nas séries iniciais do ensino fundamental / Ilse Abegg ; José de Pinho Alves Filho, orientador. – Florianópolis, 2004.

120 f. : il. ; gráfs. ; tabs.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, 2004.

Inclui bibliografia.

1. Ciências – Métodos de ensino – Aspectos sociológicos. 2. Ciências Naturais - Estudo e ensino. 3. Ciência e tecnologia – Ensino de primeiro grau. I. Alves Filho, José de Pinho. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. III. Título.

CDU: 5/6:37

Catálogo na fonte por: Marlene Margarete Elbert CRB-14/167

É a partir deste saber: *mudar é difícil mas é possível*, que vamos programar nossa ação político-pedagógica, não importa se o projeto com o qual nos comprometemos é de alfabetização de adultos ou de crianças, se de ação sanitária, se de evangelização, se de formação de mão-de-obra técnica.

Paulo Freire

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Fábio, educador-educando que em 1998 foi responsável pela minha iniciação no ensino de ciências e suas tecnologias.

Ao Professor Pinho, pelos momentos de aprendizagem e, acima de tudo, por ter aceitado o desafio da orientação.

As professoras Flora, Dulce e Fabíola, pelos momentos de colaboração à minha formação docente e pela disponibilidade de espaço.

Aos alunos das turmas envolvidas, pelos momentos de ensino-aprendizagem.

A banca examinadora, pela disposição à leitura e análise crítica.

A minha amiga Elena, companheira, colega de anos compartilhando as angústias e alegrias escolares. Obrigada pelos ouvidos!

Ao Alfredo, pelo convívio em Florianópolis, cidade desejo de muitos e solidão para outros tantos. Obrigada por compartilhar os amigos e, especialmente, a mãe Dona Marina.

A Sandra, muito mais que uma secretária eficiente, uma amiga inesquecível.

A Andreza, colega e amiga conquistada no curso de mestrado do PPGECT. Fica a esperança de cultivá-la por longo tempo.

Aos colegas da turma do mestrado que, junto comigo, foram os primeiros alunos deste programa.

Aos colegas do PPGECT da turma do doutorado, agradeço pela amizade no nome da Vera B. de Oliveira.

Aos professores do PPGECT, pelos novos conhecimentos adquiridos durante as disciplinas cursadas. E àqueles que desejei ser aluna, mas não tive oportunidade.

Aos meus pais que, mesmo sem escolaridade, admiram o que faço. Em especial a minha mãe, pela sua simplicidade e honestidade.

A CAPES pelo apoio financeiro.

Ao Lelo (meu gato), nas palavras de Leonardo da Vinci: O menor de todos os felinos é uma obra-prima.

Enfim... A todos que de alguma forma contribuíram e torceram para esse momento acontecer.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	ii
SUMÁRIO	iv
LISTA DE ABREVIÇÕES	vi
LISTA DE ANEXOS	vii
R E S U M O	viii
A B S T R A C T	ix
APRESENTAÇÃO	1
CAPÍTULO 1: Contextualização da investigação	3
1.1 -- Apresentação da situação-problema e seu contexto	3
1.3-- Sujeitos e Trajetória da Investigação-Ação Escolar	10
CAPÍTULO 2: Educação científica e tecnológica nas séries iniciais	13
2.1 – Introdução.....	13
2.2 -- Pesquisas sobre o Ensino de Ciências Naturais e suas Tecnologias (?) nas Séries Iniciais.....	14
2.3 – Ensino de CN&T nas SIEF: a perspectiva dos PCN-CN.....	17
2.3.1 <i>A organização da escolaridade em ciclos</i>	19
2.4 -- Ensino de Ciências tipo CTS: contribuições para a ECT....	21
2.5 – Os PCN e o Ensino de Ciências tipo CTS nas SIEF.....	25
2.5.1 -- <i>Blocos de conteúdos: potencializando a integração dos componentes científico e tecnológico</i>	28
<i>a – Ambiente</i>	29
<i>b- Ser Humano e Saúde</i>	30
<i>c- Recursos Tecnológicos</i>	31
2.5.2 -- <i>Conteúdos de CN&T para o Primeiro Ciclo -- 1ª e 2ª séries</i>	32
2.5.3 -- <i>Conteúdos de CN&T para o Segundo Ciclo -- 3ª e 4ª séries</i>	35
2.6 -- Componentes necessários à Educação Científica e Tecnológica	41
CAPÍTULO 3: Teorias-guia da nossa ação-reflexão-ação	44
3.1 -- Introdução	44
3.2 -- Investigação-Ação Escolar -- IAE	45
3.3 -- Educação Dialógico-Problematizadora -- EDP	49

3.4 -- Métodos e Técnicas para coleta de dados	54
3.5 - Estratégia de enfrentamento da situação-problema	56
3.5.1 -- <i>Questões Dialógico-Problematizadoras (QDP)</i>	58
3.6 - A Investigação-Ação Inicial – Diagnóstico	59
3.6.1 - <i>O Planejamento</i>	60
3.6.2 -- <i>Ação – Implementação e Integração dos componentes científico e tecnológico</i>	63
3.6.3 - <i>A coleta de dados – Observação e Registro</i>	64
3.6.4 - <i>Resultados preliminares – Reflexão I</i>	65
CAPÍTULO 4: Organização e integração dos componentes científico e tecnológico nas aulas de CN&T das SIEF	67
4.1 – <i>Introdução</i>	67
4.2 -- <i>Estabelecendo as parcerias no contexto escolar das SIEF</i> 68	
4.2.1 - <i>Investigação-ação Inicial II</i>	68
4.3 – <i>Planejamento da Seqüência Didática I</i>	73
4.3.1 -- <i>Planejamento das aulas</i>	75
4.3.2 - <i>Implementação da Seqüência Didática I -- Ação</i>	84
4.3.3 -- <i>Análise dos resultados – reflexão II</i>	85
4.4 -- <i>Planejamento da Seqüência Didática II</i>	91
4.4.1 -- <i>Planejamento das aulas</i>	91
4.4.2 - <i>Implementação da Seqüência Didática II -- Ação</i>	99
4.4.3 -- <i>Análise dos Resultados -- reflexão III</i>	101
CAPÍTULO 5: Reflexões finais e apontamento de novos Problemas	106
5.1 -- <i>Conclusões-reflexivas acerca dos efeitos das ações nas práticas profissionais e sociais</i>	106
5.2 -- <i>Delimitação de novos problemas</i>	109
BIBLIOGRAFIA	115
ANEXOS	122

LISTA DE ABREVIações

AC – Aplicação do Conhecimento

C&T – Ciências e Tecnologia

CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade

EC – Ensino de Ciências

ECN&T – Ensino de Ciências Naturais e Suas Tecnologias

ECT – Educação Científica e Tecnológica

EF – Ensino Fundamental

ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências

EPEF – Encontro dos Pesquisadores em Ensino de Física

IAE – Investigação-Ação Escolar

OC – Organização do Conhecimento

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PCN-CN -- Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais

PI – Problematização Inicial

PPGECT – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica

QDP – Questões Dialógico-problematizadoras

SC – Santa Catarina

SIEF – Séries Iniciais do Ensino Fundamental

TE – Tarefas Extraclasse

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

UFMS – Universidade Federal de Santa Maria

LISTA DE ANEXOS

- 1- Programa de conteúdo de ciências para as quartas séries do ensino fundamental;
- 2- Proposta inicial de trabalho entregue na escola;
- 3- Jogo da Cadeia Alimentar;
- 4- Roteiro da atividade Experimental "O que acontece no estômago?" utilizada na aula 4 da primeira seqüência didática;
- 5- Recortes de jornais sobre o "apagão" ocorrido na Ilha de Santa Catarina;
- 6- Figura utilizada na *Problematização Inicial* da aula 1 da segunda seqüência didática;
- 7- Figura utilizada na *Aplicação do Conhecimento* da aula 1 da segunda seqüência didática;
- 8- Figura utilizada na *Problematização Inicial* da aula 2 da segunda seqüência didática;
- 9- Figura utilizada na *Organização do Conhecimento* da aula 4 da segunda seqüência didática.

R E S U M O

Assumindo que a escolaridade em ciências naturais, nas séries iniciais do ensino fundamental, não pode mais se dar dissociada do componente tecnológico, descrevemos e analisamos um trabalho de investigação-ação escolar realizado colaborativamente com as professoras responsáveis e os alunos de duas quartas séries, em duas escolas públicas da cidade de Florianópolis/SC. As atividades foram elaboradas com o intuito de organizar e integrar os componentes científico e tecnológico nas aulas de ciências naturais, neste nível escolar. Organizamos as aulas segundo três momentos pedagógicos com o objetivo de dialogar e problematizar as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), de acordo com as políticas públicas educacionais (Parâmetros Curriculares Nacionais) e resultados de pesquisa em ensino de ciências do tipo CTS. Com isto, estabelecemos os componentes necessários para uma Educação Científica e Tecnológica para este nível escolar e através desta, buscamos gerar e concluir mudanças nas aulas, nos conteúdos e nas relações escolares. De uma maneira geral, almejamos a melhoria na qualidade de vida, explicitando o papel atribuído aos conhecimentos científicos e tecnológicos. Como resultado, verificamos um aumento na cognoscência, em termos da problematização de situações-problema e da tomada de decisões contextualizada dos sujeitos envolvidos. À guisa de conclusão desta etapa do trabalho, acreditamos ter contribuído para a compreensão da necessidade da integração das ciências naturais às suas tecnologias, pautadas por temáticas atuais necessárias ao desenvolvimento da cidadania.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Científica e Tecnológica -- Ensino de Ciências Naturais e suas Tecnologias -- Séries Iniciais do Ensino Fundamental.

ABSTRACT

This paper analysis the teaching in natural sciences, mainly in the first grades of elementary school teaching can not be separated from technological tool, we describe and analyse a study of school investigation and action along with the teachers in charge and students of two classes of fourth grades from two public schools of Florianópolis city in the Santa Catarina state. The activities were developed aiming to organize and integrate both the scientific and technological tools in natural sciences classes at school level. We organized our classes according to three pedagogical moments with the purpose of discussing and finding problems in the relations between Science and Technology and Society (STS), according to educational public politics (National Curricular Parameters) and results of research on the science teaching (STS). So, we established the required tools for a Scientific and Technological Education at this school level and by it, we tried to generate and to conclude some changes in the classes and the contents and the school relationships. In general we longed for the improvement in the quality of life, featuring the role of scientific and technological knowledge. As a result, we noticed an increase in the cognizance, in terms of finding problems of some situations and contextualized decision-making of the actors involved with. To sum up, we believed that we have contributed for the comprehension of the required integration of the natural sciences and its technologies, ruled by current thematics and important to the development of the citizenship.

KEY WORDS: Scientific and Technological Education - Natural Sciences Teaching and its Technologies - First Grades of Elementary School Teaching.

APRESENTAÇÃO

Este texto é fruto de um trabalho colaborativo desenvolvido na interface universidade-escola. O objetivo maior é contribuir para a melhoria do Ensino de Ciências Naturais nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental (SIEF). A estratégia didático-metodológica adotada potencializou a organização e integração dos componentes científico e tecnológico deste ensino, neste nível da escolaridade brasileira.

No capítulo 1, intitulado **Contextualização**, apresentamos nossa preocupação temática, destacando o problema de investigação e os objetivos geral e específicos. Justificamos nossa proposta de ação docente nas aulas de Ciências Naturais e suas Tecnologias (CN&T) nas SIEF com base nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais (PCN-CN). Convém ressaltar que esta política pública educacional objetiva desenvolver nos alunos competências que lhes permitam compreender o mundo e atuar como cidadãos, utilizando conhecimentos científicos e tecnológicos de forma integrada (Brasil, 1997b).

Assumimos que o ensino de CN&T nas SIEF não pode mais se dar dissociando os conhecimentos científico e tecnológico; por isso, no capítulo 2, intitulado **Educação Científica e Tecnológica nas Séries Iniciais**, fazemos uma revisão bibliográfica das pesquisas em ensino de ciências para este nível de escolaridade. Mostramos a necessidade de trabalhos de caráter investigativo-ativo nas SIEF, que integrem o tripé ciência-tecnologia-sociedade. Apresentamos também a abordagem do ensino de ciências do tipo Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), apontada nos PCN-CN como uma maneira de concretizar a integração dos conhecimentos científico e tecnológico. Para isso, os PCN-CN organizam os conteúdos de CN em blocos, incluindo a temática “Recursos Tecnológicos” já no primeiro ciclo das SIEF. Ainda neste capítulo, apontamos, com base nas literaturas sobre ECN&T do tipo CTS

e nos PCN-CN, alguns princípios necessários para o desenvolvimento de uma Educação Científica e Tecnológica nas SIEF.

No capítulo 3, denominado **Teorias-guia da nossa Ação-Reflexão-Ação**, explicitamos as bases do componente investigativo e os pressupostos orientadores deste trabalho: a concepção educacional dialógico-problematizadora e a perspectiva metodológica da Investigação-Ação Escolar (IAE). Além disso, apresentamos e exemplificamos nossa organização didático-metodológica, numa dinâmica problematizadora estruturada através de três momentos pedagógicos. Assim, organizamos e integramos os conteúdos escolares de CN&T, potencializando a Educação Científica e Tecnológica (ECT) dos sujeitos envolvidos. Ainda neste capítulo, apresentamos questões dialógico-problematizadoras como estratégia de enfrentamento da situação-problema e, por fim, mostramos os resultados da primeira ação prática, que chamamos de investigação-ação inicial.

No capítulo 4, intitulado **Organização e Integração dos Componentes Científico e Tecnológico nas SIEF**, apresentamos as seqüências didáticas planejadas e implementadas para integrar os componentes científico e tecnológico em uma turma de quarta série do ensino fundamental de uma escola pública de Florianópolis, SC. Concluimos este capítulo com a análise dos dados coletados ao longo de dois ciclos da IAE, à luz dos princípios da ECT definidos por nós no capítulo 2. O intuito foi explicitar como respondemos as questões dialógico-problematizadoras e buscamos soluções concretas para nosso problema de investigação.

Para finalizar este trabalho, apresentamos as considerações finais sob a forma de desafios mais amplos. São apontadas algumas questões não contempladas nesta investigação, mas que não poderíamos deixar de apontar, inclusive como forma de ampliar a organização e integração dos componentes científico e tecnológico nas SIEF.

CAPÍTULO 1: Contextualização da investigação

1.1 -- Apresentação da situação-problema e seu contexto

Este trabalho teve início no Curso de Pedagogia (Habitação Séries Iniciais) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e nas atividades de Iniciação Científica como bolsista do CNPq. No projeto integrado “Redes e Conhecimento Científico na Escola” (Abegg e De Bastos, 2000 e 2001), vivenciamos atividades escolares na perspectiva da renovação dos conteúdos culturais/escolares, investigando, planejando, desenvolvendo e avaliando o potencial da Internet como recurso multimídia para aproximar as pessoas envolvidas no processo escolar dos conhecimentos científicos e tecnológicos produzidos pela humanidade.

Já naquele momento, víamos que o impacto da Ciência e Tecnologia (C&T) no desenvolvimento das sociedades humanas envolvia ou envolve tanto aspectos econômicos como sociais. Porém, o impacto mais importante se dá na área social, isto é, além da melhoria na qualidade de vida diretamente associada à geração de tecnologia, há uma ampliação da compreensão do ser humano sobre sua própria condição e sobre o seu meio. Como consequência, verifica-se um aumento da sua flexibilidade na solução de problemas e na tomada de decisões. Ou seja, há uma maior participação nas decisões e no planejamento dos destinos da sociedade que, assim, torna-se mais plural, independente e senhora de seus próprios rumos (Xavier e Helene, 2003).

Por isso, acreditamos que hoje não é mais possível desenvolver um ensino, principalmente o de Ciências Naturais, dissociando os conceitos científicos e tecnológicos, pois a ciência e a tecnologia já fazem parte de nossas vidas em nossas atividades cotidianas mais comuns. Estão tão próximas e presentes que muitas pessoas acabam por naturalizar as tecnologias que resultam em talheres, pratos, panelas, fogões, geladeiras, alimentos industrializados e muitos outros produtos,

equipamentos e processos que são planejados e construídos para podermos realizar a fundamental tarefa que garante nossa sobrevivência: a alimentação.

No meio educacional, o termo tecnologia já vem sendo utilizado pelos professores e alunos a muito tempo. Na década de 60, o educador Paulo Freire discutia com seus educandos o processo tecnológico em situações existenciais para possibilitar a apreensão do conceito de cultura. Em um programa de alfabetização de adultos, comparou as técnicas manuais que os sujeitos usavam para resolver seus problemas com os avanços tecnológicos. No apêndice de sua obra, Freire (1996) relatou duas situações desenvolvidas com educandos adultos. Na primeira situação, mostra uma figura retratando um índio caçando com arco e flecha e, na segunda, um sujeito caçando com espingarda. A partir daí, discutiu-se o avanço tecnológico representado na espingarda, em confronto com o arco e a flecha, evidenciando as diferentes culturas.

Segundo Vargas (1994), a tecnologia só pôde ter vigência depois do estabelecimento da Ciência Moderna, principalmente pelo fato dessa cultura ser um saber que, apesar do teórico, deve necessariamente ser verificado pela experiência científica. O autor afirma que: *“Tecnologia é cultura que se tem ou não, cuja aquisição se dá por uma inserção de todo o sistema sociocultural do país no, assim chamado, mundo moderno”* (p. 17).

Atualmente, tem-se um forte movimento de inserção das novas tecnologias no meio educacional. Portanto, nós professores, não podemos compreendê-las apenas como a tecnologia informática, mas sim, como um *“conjunto de conhecimentos e princípios científicos que se aplicam ao planejamento, à construção e à utilização de um equipamento em determinado tipo de atividade”* (Kenski, 2003:18). Pois, segundo Fourez e outros (1997:177):

A tecnologia não é simplesmente ciência aplicada. A tecnologia supõe a elaboração de saberes e de práticas específicas que se situam mais além do saber científico. Estes saberes e práticas específicas integram possibilidades e condições sociais,

econômicas, científicas, ambientais, estéticas, legais, éticas, etc.

Neste sentido, vemos a tecnologia impregnada em todos os campos e desenvolvendo um papel importante nas carreiras científicas. Por isso, o Ensino de Ciências Naturais (ECN) deve considerar que os estudantes de hoje em dia necessitam de uma Educação Científica e Tecnológica (ECT) para terem êxito em suas vidas. Portanto, faz-se necessário estabelecer os objetivos da aprendizagem acerca do conceito de tecnologia de forma a contemplar as questões que os estudantes precisariam saber. Muitas vezes, o ensino de tecnologia está associado mais ao uso de ferramentas de produtividade contemporâneas, como por exemplo os processadores de textos, do que à aprendizagem de novas tecnologias à medida que estas vão sendo construídas e disponibilizadas. Isso tem conseqüências não desejadas, pois enfatiza aos estudantes apenas uma habilidade técnica, limitando o desenvolvimento, a atualização e a compreensão de temáticas de ciência e tecnologia.

A realidade tecnológica pode potencializar a educação científica e tecnológica, permitindo aos professores e aos estudantes viverem experiências com idéias e capacidades essenciais para o futuro êxito pessoal e profissional. Mas para isso é necessário que se tenha acesso a essas experiências desde o início da escolaridade de forma sistematizada, pois: *“Quem tem menos recursos econômicos obtém, em geral, um menor acesso à tecnologia. Ainda, **os indivíduos adultos, cujas experiências educativas incluem pouca ou nenhuma exposição à tecnologia, enfrentam maiores obstáculos para iniciar e têm menos acesso a ela**”* (Linn, 2002:348, tradução e grifos nossos).

Diante disso, assumimos que o ECN nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental (SIEF) não pode mais se dar dissociado do tecnológico. Portanto, concordamos com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) quanto à importância de se utilizar diferentes fontes de informação e recursos tecnológicos para a aquisição e construção do conhecimento. Acreditamos na potencialidade de um Ensino de Ciências Naturais e suas Tecnologias (ECN&T) no sentido de possibilitar que o aluno identifique relações entre conhecimento científico e produção de tecnologia para,

desse modo, desenvolver uma compreensão desta como meio para suprir necessidades humanas, favorecendo a participação mais cidadã na sociedade.

Entre os professores das SIEF, o assunto Tecnologia parece ser muito recente e bastante distante do cotidiano escolar. Ainda pairam muitas dúvidas e angústias sobre como contemplar, nas aulas de ciências neste nível escolar, os componentes científico e tecnológico. Isso se deve a diversos motivos, como os levantados por Neto e Silva (2000), dos quais destacamos: a) a quase ausência de livros didáticos que aborde temas de tecnologia, pois os que o fazem, apenas descrevem artefatos tecnológicos como produtos dos conhecimentos científicos, ou então têm pouca circulação entre os professores das escolas, principalmente das escolas públicas; b) em momentos de discussão pedagógica, a aquisição de microcomputadores e *software* aparecem como sendo a solução para a introdução da tecnologia no ECN&T neste nível escolar.

Concordamos com Neto e Silva (2000:2) quando afirmam que: *“tais formas de tratar a tecnologia no aspecto educacional por si só não resolvem o problema [...] o conhecimento tecnológico não pode ser tratado como uma aplicação prática do conhecimento científico”*. Frente a isso, elegemos para o nosso trabalho a seguinte situação-problema: **Como implementar atividades de CN&T nas SIEF priorizando a organização e integração dos componentes científico e tecnológico?**

Como ponto de partida para resolução desse problema, defendemos que o ECN&T precisa ser abordado de forma interdisciplinar, para que se possa compreender os fenômenos naturais e tecnológicos em mútua relação, e assim, contribuir para alcançar pelo menos um dos objetivos gerais do Ensino Fundamental (EF) previstos nas políticas públicas educacionais, ou seja: *“saber utilizar diferentes fontes de informação e recursos tecnológicos para adquirir e construir conhecimentos”* (Brasil, 1997a:108). Visamos, com isso, contemplar os objetivos gerais das Ciências Naturais para o EF, que são: a) *“identificar relações entre conhecimento científico, produção de tecnologia e condição de vida, no mundo de hoje e em sua evolução histórica e b) compreender a tecnologia como meio para suprir necessidades humanas,*

distinguindo usos corretos e necessários daqueles prejudiciais ao equilíbrio da natureza e ao homem” (Brasil, 1997b: 30-40).

1.2 -- Justificativa e estratégia viável-possível para a resolução do problema

As ações educativas desenvolvidas nas SIEF da escolaridade básica brasileira ainda têm sido pautadas, prioritariamente, pelos conteúdos de língua portuguesa e matemática, sendo o ensino de ciências, embora minoritário, pautado pelo estudo da Ecologia. Os indicadores empíricos desta realidade são fruto das atividades educativas desenvolvidas por nós neste nível escolar na rede pública de ensino desde 1998, em projetos de investigação-ação como o já citado anteriormente. Tais indicadores foram confirmados na investigação-ação inicial realizada durante 2002 e 2003 (Abegg e De Bastos, 2003; Abegg e outros, 2003) em escolas da rede pública de ensino de Florianópolis, SC. Através destes trabalhos, constatamos que os conteúdos de CN desenvolvidos nas SIEF não carregam o componente tecnológico, embora ele esteja presente na realidade dos sujeitos envolvidos, o que, para nós, fragiliza o processo de formação escolar em CN&T desde a sua base.

Acreditamos que isso ocorre, principalmente, pelo fato dos cursos de formação universitária de professores para atuar no EF não terem ainda na sua matriz curricular os componentes científico e tecnológico bem delimitados e integrados. Estão muito pautados por conhecimentos interfaceados pelas áreas da didática e metodologia, sem uma interface “palpável” com os tecnológicos. Isto acarreta, muitas vezes, a omissão dos conhecimentos de CN&T na prática educativa dos professores que atuam nas aulas de ciências nas SIEF.

Dessa forma, as ações desenvolvidas neste trabalho justificam-se fundamentalmente pela urgência e necessidade da integração dos componentes científico e tecnológico desde o início da escolaridade. Para

fundamentar nossa justificativa, nos amparamos nos objetivos propostos pelos PCN-CN para as SIEF:

Os objetivos de Ciências Naturais no ensino fundamental são concebidos para que o aluno desenvolva competências que lhe permitam compreender o mundo e atuar como indivíduo e como cidadão, **utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica.** (Brasil, 1997b:39, grifos nossos).

Frente a isso e ao ritmo das mudanças no campo da C&T, em especial da informática, as aulas de ciências nas SIEF encontram-se majoritariamente dissociadas desse movimento cultural e não atendem a demanda prevista nos PCN-CN (1997b), como podemos confirmar na citação abaixo:

É indiscutível a necessidade crescente do **uso de computadores pelos alunos como instrumento de aprendizagem escolar**, para que possam estar atualizados em relação às novas tecnologias da informação e se instrumentalizarem para as demandas sociais presentes e futuras (Brasil, 1997a:104, grifos nossos).

Apostamos num trabalho centrado no ensino-investigativo e em colaboração com professores que atuam neste nível escolar, construindo estratégias viável-possíveis para a organização e integração dos componentes científico e tecnológico no processo escolar nas SIEF. É claro que partimos das sugestões de temáticas apresentadas nos próprios PCN-CN para as SIEF, quando apresentam os blocos de conteúdos:

O bloco Recursos Tecnológicos enfoca as **transformações dos recursos materiais e energéticos** em produtos necessários à vida humana, aparelhos, máquinas, instrumentos e processos que possibilitam essas transformações e as implicações sociais do desenvolvimento e do uso de tecnologias (Brasil, 1997b:54, grifos nossos).

E ainda:

Do ponto de vista dos conceitos, este bloco reúne estudos sobre **matéria, energia, espaço, tempo, transformação e sistema** aplicados às tecnologias que medeiam as

relações do ser humano com o seu meio (Brasil 1997b:56, grifos nossos).

Outro motivo pelo qual nos amparamos nos PCN-CN é, principalmente, porque estes apresentam exemplos nas diferentes áreas de ensino, mostrando as relações entre os conhecimentos científico e tecnológico:

São exemplos de interesse da Física a construção de modelos e experimentos em eletro-eletrônica, magnetismo, acústica, óptica e mecânica (circuitos elétricos, campainhas, máquinas fotográficas, motores, chuveiros, torneiras, rádio a pilha, etc.), assim como são exemplos de interesse da Química e da Biologia a experimentação e interpretação da ação de catalisadores, de fermentos, de fertilizantes.

Nem sempre é possível e sequer é desejável que os estudos se restrinjam a interesses unidisciplinares, dado o **caráter interdisciplinar das elaborações tecnológicas**. (Brasil, 1997b:56, grifos nossos).

Vemos aí possibilidades de investigação-ação escolar no ECN&T que contemplem os componentes científico e tecnológico, uma vez que assumimos os conhecimentos de Física, Química, Biologia e Matemática como os associados às tecnologias. Assim, pretendemos investigar ativamente a organização que os conhecimentos de CN&T podem gerar no início da escolaridade e na formação continuada de professores. Para isso, definimos como objetivo geral: **planejar e implementar atividades de CN&T nas SIEF, priorizando o estudo dialógico-problematizador de objetos reais através de um processo de Investigação-Ação Escolar, buscando uma reconfiguração das aulas de ciências na escolaridade básica**.

Para alcançarmos isso, estabelecemos alguns objetivos específicos, pois acreditamos que estes potencializam a organização e integração dos componentes científico e tecnológico nas aulas de CN&T nas SIEF da educação básica brasileira. Nossos objetivos específicos foram:

- Implementar um processo de Investigação Ação Escolar nas aulas de CN&T nas SIEF;
- Elaborar estratégias didático-metodológicas (seqüências didáticas) que envolvam ativamente os alunos e as professoras;
- Desenvolver as aulas de CN&T nas SIEF conforme a orientação dos PCN e PCN-CN;
- Priorizar no ensino-aprendizagem dos conceitos de CN&T as temáticas redes e ambientes, associando-as às tecnologias da informação e comunicação eletrônica;

1.3-- Sujeitos e Trajetória da Investigação-Ação Escolar

Durante o desenvolvimento desta investigação-ação escolar, tivemos muitas dúvidas e tentativas de acertos. Como todo professor-investigador, gostaríamos que os resultados fossem significativos, principalmente para os sujeitos pelos quais existimos e atuamos: os alunos. Por isso, desenvolvemos nosso trabalho no espaço em que realmente pudesse contribuir para a melhoria no ensino e aprendizagem destes, ou seja, nas aulas de ciências das SIEF.

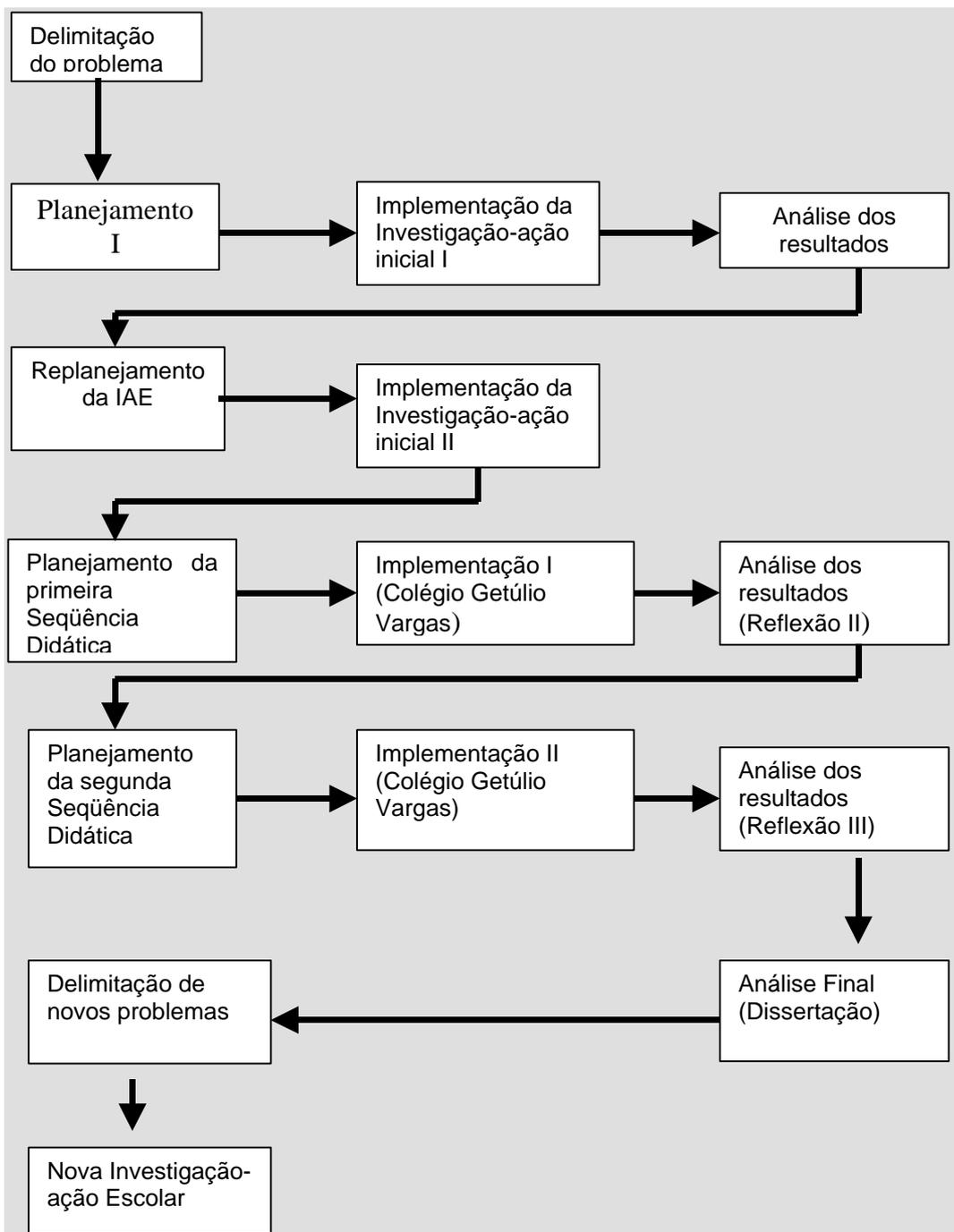
Desse modo, atuamos em dois espaços, ou melhor, em duas escolas e quatro turmas de quarta séries, em momentos diferentes. Completamos assim dois ciclos de investigação-ação escolar, sendo o primeiro ciclo desenvolvido junto a uma turma de quarta série do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Santa Catarina. Neste espaço, interagimos com 25 alunos e a professora responsável pela turma. Desenvolvemos ali o que denominamos Investigação-Ação Inicial, caracterizada e relatada no capítulo 3 (do item 3.2 ao 3.6).

O segundo ciclo, fruto do replanejamento do primeiro, foi desenvolvido na Escola Estadual Getúlio Vargas de Florianópolis/SC em duas etapas. Na primeira, interagimos com três professoras e três turmas de quarta série. Em uma das turmas, atuamos nas aulas de CN&T com os alunos e a professora responsável, implementando a seqüência didática planejada. Na segunda etapa, continuamos a interação com a mesma

turma, mas com outra professora. Essa mudança se deu pelo fato da escola ter passado por reestruturações através das quais as professoras passaram a atuar por área de interesse e não mais no sistema unidocente. Por isso, a professora que lecionava ciências naquela turma mudou e, como nós optamos em manter a interação com a mesma turma, mudamos de professora.

As implicações e satisfações dessas duas etapas de trabalho foram relatadas e analisadas no capítulo 4, completando assim o segundo ciclo desta investigação-ação escolar. Sendo assim, interagimos nas aulas de ciências das SIEF com 60 (sessenta) alunos e 4 (quatro) professoras, totalizando 119 sujeitos nas duas escolas envolvidas.

Abaixo, mostramos um esquema da trajetória percorrida pela investigação-ação escolar implementada. Determinamos nele os momentos de planejamento e replanejamento (primeira coluna), ação e observação (segunda coluna) e reflexão (terceira coluna) contemplando as etapas dos dois ciclos da IAE.



CAPÍTULO 2: Educação científica e tecnológica nas séries iniciais

Nossa responsabilidade maior no ensinar Ciências é procurar que nossos alunos e alunas se transformem, com o ensino que fazemos, em homens e mulheres mais críticos. Sonhamos que, com o nosso fazer Educação, os estudantes possam tornar-se agentes de transformações -- para melhor -- do mundo em que vivemos (Chassot, 2000:34).

2.1 – Introdução

Este capítulo se inicia com a revisão das pesquisas realizadas sobre o ECN&T nas SIEF. Pode-se perceber que os dados publicados não são muito animadores, mas, por outro lado, eles mostram que estamos no caminho, contribuindo para melhorias no ensino de ciências neste nível escolar. Apresentamos as perspectivas das Políticas Públicas Educacionais para o ECN&T, assim como as orientações da organização da escolaridade em ciclos, como forma de minimizar o problema da repetência e, conseqüentemente, a evasão escolar.

Para mostrar a orientação das políticas públicas educacionais para a integração dos componentes científico e tecnológico, apresentamos os blocos de conteúdos propostos pelos PCN, fazendo um breve relato de cada um na perspectiva da organização da escolaridade em ciclos.

Assim, podemos perceber como os conhecimentos que envolvem o ensino de ciências naturais neste nível escolar aparecem em consonância com os da tecnologia e com relações significativas para as questões sociais. Dessa maneira, torna-se possível perceber que as políticas públicas educacionais apontam para uma abordagem do ensino de ciências do tipo CTS já nos anos iniciais da escolaridade básica. Esta perspectiva de ensino é abordado no item 2.4; contudo, com base em publicações resultantes das pesquisas sobre o ensino de ciências,

mostramos como ela praticamente não é desenvolvida neste nível da escolaridade.

Por fim, definimos alguns componentes que consideramos necessários para o desenvolvimento de uma ECT, tendo como base os PCN-CN que orientam para a integração do componente científico e tecnológico nas aulas de CN&T desde as SIEF e os estudos das bibliografias que discutem o ensino de ciências do tipo CTS. Estes componentes forneceram as categorias para a organização, implementação e análise da ECT desenvolvida e que chamamos de seqüência didática, apresentada no capítulo 4 desta dissertação.

2.2 -- Pesquisas sobre o Ensino de Ciências Naturais e suas Tecnologias (?) nas Séries Iniciais

O leitor deve estar estranhando o ponto de interrogação presente no meio do título, mas sua presença representa a ausência do componente tecnológico no ensino de ciências nas séries iniciais. Veremos a seguir como as pesquisas realizadas neste nível escolar ainda não contemplam as questões tecnológicas no ECN.

As pesquisas acadêmicas sobre Ensino de Ciências e Educação Científica no Brasil sempre estiveram mais voltadas para o ensino superior e médio (Megid Neto, 1999). Frente às novas políticas públicas educacionais para todos os níveis da escolaridade, consideramos necessário investir mais em pesquisas sobre o ECN&T voltado para o nível fundamental da escolaridade, em particular para as quatro séries iniciais.

Em estudos publicados sobre teses e dissertações direcionadas ao EF, Megid Neto (1999) buscou descrever, analisar e avaliar as principais características e tendências dessas produções. Em seu estudo, mostrou que apenas 7,8% do total da produção das pesquisas em ECN lidam com questões ou situações exclusivas ou preferenciais das SIEF, afirmando que:

Segundo nosso ponto de vista, há necessidade de se ampliar os estudos voltados para as séries iniciais de escolarização, por diversas razões: a) o elevado percentual de população estudantil de 1^a a 4^a séries (cerca de 60% das matrículas no ensino fundamental), associado ao fato de pouco mais de 70% da população estudantil brasileira estar cursando o ensino fundamental; b) a importância do ensino fundamental para a formação/desenvolvimento intelectual, emocional e moral dos indivíduos, juntamente com o período escolar da educação infantil; c) os mecanismos de exclusão social no país, que conduzem somente uma pequena parcela da população estudantil ingressante na 1^a série do ensino fundamental à conclusão do ensino médio, ou até mesmo do ensino fundamental por completo; entre outras razões (p. 05).

Este estudo mostra uma realidade muito cruel se pensarmos em termos de formação de professores pois, entre outras coisas, pode significar que os profissionais atuantes neste nível escolar não estão participando das instâncias de investigação acadêmica ligadas à formação continuada, em especial os programas de pós-graduação. Conseqüentemente, não estão contribuindo para o levantamento dos problemas envolvendo o ensino fundamental e suas possíveis soluções.

A realidade educacional brasileira é mais cruel ainda, se pensarmos que, por mecanismos de exclusão social, somente uma pequena parcela da população estudantil ingressante na 1^a série do ensino fundamental chega à conclusão do ensino médio, ou até mesmo do ensino fundamental (Megid Neto, 1999). Estes dados foram confirmados recentemente pelo Censo Demográfico de 2000, divulgados em dezembro de 2003. Apesar da melhoria da situação educacional ao longo dos anos, principalmente na faixa etária de 10 a 14 anos, as informações sobre o acesso à escola mostram que apenas 1/3 da população brasileira estuda (Brasil, 2003).

Os dados publicados pelo Censo Demográfico de 2000 mostram como a situação relatada nos estudos de Megid Neto (1999), mesmo sendo referente às pesquisas realizadas até o período de 1995, ainda não

mudou. O Censo mostra que apenas 31,4% da população brasileira frequenta a escola. E quanto menor o rendimento mensal familiar, menores são as possibilidades de frequência a um estabelecimento de ensino, ou seja, a exclusão escolar e, conseqüentemente, social continua para os desprovidos de renda.

O estudo de Megid Neto (1999) nos mostra ainda a necessidade de se investir em experiências de intervenção na realidade escolar, buscando verificar os possíveis modos de concretizar, no espaço escolar, projetos que tenham uma perspectiva multi ou interdisciplinar. Isso porque ainda há poucos trabalhos que contribuem para a tão difícil tarefa de desfragmentar, de descompartimentar o currículo e a prática escolar em Ciências Naturais, como também no conjunto das disciplinas curriculares. O autor aponta que:

Em geral, os trabalhos que focalizam aspectos mais diretamente ligados ao processo de ensino-aprendizagem escolar, apresentando ou discutindo programas de ensino, desenvolvendo atividades pedagógicas, analisando e/ou propondo recursos didáticos, investigando a prática docente, refletindo sobre métodos de ensino, enfim, **os trabalhos que focalizam o processo ensino-aprendizagem em Ciências e a prática pedagógica escolar quase sempre lidam com conteúdos curriculares e conhecimentos tão somente de uma área específica dos domínios da educação em Ciências** (Megid Neto, 1999:06, grifos nossos).

Dessa forma, concluímos que o ECN&T não levam em consideração a necessária integração dos conteúdos ou conhecimentos dos vários campos do saber, principalmente de ciência e tecnologia, para um estudo mais completo dos fenômenos. Mais que isso, verificamos que o autor aponta também para a necessidade de trabalhos como o realizado por nós, pois ainda há poucos trabalhos considerados *aplicados*, ou seja, que pressupõem uma intervenção na realidade a ser investigada.

Essa falta de inserção mais direta das pesquisas na realidade escolar é uma limitação que precisa ser superada, tornando a distribuição mais equilibrada entre

pesquisas de base e pesquisas aplicadas. Sob nossa óptica, a situação só não é mais preocupante, se considerarmos que boa parte das pesquisas de base (ensaio, análise de conteúdo, estudos de caso, pesquisas históricas, etc.) trazem subsídios muitas vezes explícitos, outras vezes decorrentes, para se empreender processos de intervenção subseqüentes à conclusão da pesquisa (Megid Neto, 1999:10, grifos nossos).

Portanto, esperamos, com nossa investigação, contribuir para superar estas lacunas nos trabalhos envolvendo as SIEF da escolaridade básica brasileira e alavancar possíveis transformações e melhorias no ECN&T.

Deste estudo destacamos ainda a ausência, nos trabalhos realizados neste nível de ensino, das relações entre Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS). Megid Neto (1999) nos mostra que a grande maioria dos trabalhos focaliza o processo de ensino-aprendizagem em CN sem ter a preocupação com uma discussão mais crítica das relações e interações entre CTS. Centrando-se em questões internas, visando a melhoria da formação psico-cognitiva e moral dos alunos, as atividades escolares ficam muito restritas ao próprio espaço escolar. Precisamos então trabalhar numa perspectiva que problematize situações cotidianas reais mediadas pelos conhecimentos científico e tecnológico formalizados.

2.3 – Ensino de CN&T nas SIEF: a perspectiva dos PCN-CN

Os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais (PCN-CN) constituem um documento oficial onde estão presentes os fundamentos gerais a serem adotados no ensino da área em questão. Deles constam objetivos, conteúdos, encaminhamentos metodológicos e sugestões de atividades, organizadas em quatro ciclos, correspondentes cada um a duas das séries usuais. Estão entrelaçados pelos chamados

Temas Transversais com a finalidade de abrir espaço para o tratamento de questões emergentes, buscando um tratamento didático que contemple a complexidade e dinâmica das mesmas.

Segundo Barreto (1998:225), os PCN-CN *"...apresentam coerentemente com os resultados e recomendações de estudos analíticos das propostas curriculares estaduais, quatro grandes blocos de conteúdos: Ambiente, Ser Humano e Saúde, Recursos tecnológicos, Terra e Universo"*, sendo que os três primeiros deverão ser desenvolvidos ao longo de todo o ensino fundamental, enquanto que o último apenas a partir do terceiro ciclo. Ainda segundo a mesma autora, *"o encaminhamento metodológico recomendado no documento reflete, pelo menos em parte, as recentes pesquisas e discussões pedagógicas sobre o ensino e a aprendizagem"*(p.225).

Desde sua elaboração, os PCN vêm sendo foco de comentários favoráveis e contrários, sendo que Barreto (1998) resume as controvérsias. Entre os comentários favoráveis pode-se destacar: a) o fato de vir a atender a necessidade de se criar um referencial para se conduzir uma política pedagógica nacional consistente e coerente, incluindo a política para o livro didático; b) a tentativa de atenuar a seriação, através dos ciclos, abrindo espaço para uma maior continuidade do processo de ensino-aprendizagem; c) o seu caráter não propedêutico; d) a sua sintonia com uma porção significativa das modernas e mais relevantes tendências curriculares e metodológicas do ensino de Ciências (Barreto, 1998). Já, entre os comentários contrários destacamos: 1) o grau de detalhamento e especificações adotado no documento, transformando o que deveria ser um conjunto de pressupostos, princípios e diretrizes curriculares em currículo de fato; 2) o risco da globalização da educação, perdendo de vista as características e necessidade regionais; 3) o tratamento da questão ambiental com caráter predominantemente cientificista, com ênfase na visão ecológica, entre outros. Entretanto, o que a autora considera a restrição mais profunda e que atinge os próprios alicerces dos PCN é *"... a forma como foi elaborado e como se pretende que seja implementado. Contrariando o que vem sendo produzido e difundido*

acerca da necessidade de participação efetiva do professor no processo de reorientação curricular” (Barreto, 1998:226).

Com ou sem as críticas, os PCN já foram elaborados e publicados, tornando-se políticas públicas educacionais. Longe de fazer uma "aplicação acrítica", pensamos que devemos saber utilizar o que de novo e bom elas oferecem e incorporar essas novidades em nossa prática escolar de ensino-aprendizagem. Por menos democrática que tenha sido sua elaboração, a equipe afirma ter consultado os diferentes segmentos e, ainda, ter-se apoiado em propostas curriculares que estavam sendo implementadas em estados e municípios e na produção científica da área educacional (Brasil, 1997a).

Dentre as contribuições operacionais que os PCN trazem podemos destacar a organização da escolaridade em ciclos, abordada a seguir, pois sabemos que a ruptura entre o ensino nas séries iniciais e as finais tem gerado grande repetência, causando um aumento na evasão.

2.3.1 A organização da escolaridade em ciclos

Com objetivo de minimizar o problema da repetência e, conseqüentemente, da evasão escolar, na década de 80, vários estados e municípios reestruturaram o EF. Esta reestruturação adotou como princípio norteador a flexibilização da seriação, abrindo-se a possibilidade do currículo ser trabalhado ao longo de um período de tempo maior. Dessa forma, acreditava-se estar respeitando os diferentes ritmos de aprendizagem dos alunos.

Assim, a seriação inicial (1^a, 2^a, 3^a e 4^a séries) deu lugar a dois ciclos, sendo o primeiro básico, com duração de dois anos, com o objetivo de propiciar maiores oportunidades de escolarização em termos de alfabetização (entende-se aqui, alfabetização como o processo restrito ao letramento e escrita). Por sua flexibilidade, os ciclos possibilitam trabalhar melhor com as diferenças e têm renovada sua defesa nos PCN do EF:

O PCN adota a proposta de estruturação por ciclos, pelo reconhecimento de que tal proposta permite compensar a pressão do

tempo que é inerente à instituição escolar, tornando possível distribuir os conteúdos de forma mais adequada à natureza do processo de aprendizagem. Além disso, favorece uma apresentação menos parcelada do conhecimento e possibilita as aproximações sucessivas necessárias para que os alunos se apropriem dos complexos saberes que se intenciona transmitir (Brasil, 1997b:59-60).

Frente a isso, os PCN consideram que dois ou três anos da escolaridade pertencem a um ciclo de ensino e aprendizagem. Isto possibilita definir objetivos e práticas educativas que permitam aos alunos uma melhor apreensão de conhecimentos científicos e tecnológicos e, conseqüentemente, maior desenvolvimento cognitivo. A organização em ciclos proposta pelos PCN está estruturada da seguinte maneira:



Esta organização, segundo os próprios PCN (Brasil, 1997b:62), justifica-se mais pelas limitações conjunturais do que por justificativas pedagógicas. Afirmam que a forma como estão aqui organizados os ciclos não traz, incompatibilidade com a atual estrutura do EF.

Com esta organização pretende-se evitar as freqüentes rupturas e fragmentação do percurso escolar inicial, assegurando a continuidade do processo educativo dentro do ciclo e na passagem de um ciclo ao outro. Mas os próprios PCN admitem que a estrutura ciclada apresentada não contempla ainda os principais problemas da escolaridade do EF:

... não une as quartas e quintas séries para eliminar a ruptura desastrosa que aí se dá e tem causado muita repetência e evasão, como também não define uma etapa maior para o início da escolaridade, que deveria incorporar à escolaridade obrigatória as crianças desde os seis anos (Brasil, 1997b: 62).

Experiências para evitar estas rupturas e fragmentações já estão sendo implementadas atualmente. No capítulo 4, apresentamos como as

professoras da escola onde interagimos mudaram sua organização de atuação do sistema unidocente para uma atuação por área de maior interesse. Ou seja, no segundo semestre assumiram a organização e rigidez disciplinar da quinta série, apostando na eliminação da ruptura que ocorre no percurso escolar inicial.

Por fim, cabe destacar que a organização da escolaridade em ciclos pode contribuir para a desfragmentação curricular, através de experiências de intervenção na realidade escolar que busquem contemplar perspectivas multi ou interdisciplinares, como por exemplo um ensino de ciências que contemple questões relacionadas a CTS.

2.4 -- Ensino de Ciências tipo CTS: contribuições para a ECT

CTS significa o ensino do conteúdo de ciências no contexto autêntico do seu meio tecnológico e social. Os estudantes tendem a integrar a sua compreensão pessoal do mundo natural (conteúdo da ciência) com o mundo construído pelo homem (tecnologia) e o seu mundo social do dia-a-dia (sociedade) (Hofsteins e outros, 1998, In: Santos, 1997).

Atualmente, o ensino de Ciências Naturais vem passando por um processo de reestruturação, devido às mudanças no âmbito do pensar e conceber o processo de ensinar e aprender e, principalmente, às novas políticas públicas educacionais. Por isso, está sendo objeto de intensas discussões e análises em pesquisas e encontros da área como, por exemplo, no ENPEC e EPEF. Mas, já a partir da década de 80, foram sendo propostas mudanças para a área de ensino em questão, sendo uma delas a inserção do enfoque denominado CTS, que propicia ao EC características mais interdisciplinares, principalmente no ensino médio e superior.

Um ensino de ciências de natureza CTS requer uma postura interdisciplinar, ou seja, que busque nas diversas áreas os conhecimentos necessários para a compreensão de uma dada situação-problema. Isso pode possibilitar mudanças mais profundas como as pretendidas pelos

PCN-CN, que propõem um ECN&T que parta de situações concretas, valorizando o conhecimento prévio dos alunos, integrando os conhecimentos científico e tecnológico. Isso faz com que o ensino de ciências envolva Ciência, Tecnologia e Sociedade e seja, preferencialmente, desenvolvido como aulas de CN&T.

Santos (1999) diz que a concepção CTS de ensino de ciências aponta para um ensino que ultrapasse a meta de uma aprendizagem de conceitos e de teorias relacionadas com conteúdos canônicos, buscando uma validade cultural. Afirma que tem como alvo "*ensinar a cada cidadão o essencial para chegar a sê-lo de fato, aproveitando os contributos de uma educação científica e tecnológica*" (p.03). Assim, o EC procura estabelecer interconexões entre as ciências naturais e os campos social, tecnológico, comportamental, cognitivo, ético e comunicativo. Por carregar aproximações com a concepção CTS, a autora utiliza o termo ensino de ciências de **tipo CTS**, nomenclatura assumida por nós para o ECN&T como forma de desenvolver uma ECT.

Atualmente, um grande número de trabalhos de Ensino de Ciências com ênfase em CTS está sendo desenvolvido nas séries finais do EF, no Ensinos Médio e no Ensino Superior, como os trabalhos de Auler (1998), Auth (2002), Mion e outros (1999) e Souza Cruz (2001). Mas nas SIEF ainda são poucas as iniciativas, e as que existem estão centradas, em sua maioria, em atividades de Educação Ambiental.

O ensino de Ciências tipo CTS apresenta um caráter interdisciplinar, manifestando como preocupação central os aspectos sociais relativos às interações entre Ciência e Tecnologia, influenciando diretamente na formação da cidadania (Santos e Schnetzler, 1997; Santos e Mortimer, 2000). Como o objetivo geral para a escolarização básica é o preparo do aluno para o exercício consciente da cidadania (Brasil, 1997a), consideramos que a referida perspectiva de ensino de ciências pode contribuir para alcançar este objetivo e alavancar mudanças na educação, já nos anos iniciais da escolaridade brasileira.

Na revisão da literatura (Santos e Schnetzler, 1997; Santos e Mortimer, 2000 e Santos, 1999), encontramos várias listas de temas que evidenciam as inter-relações dos aspectos CTS, propiciando condições

para o desenvolvimento de atitudes de tomada de decisão dos alunos. Dentre os temas listados, podemos destacar os seguintes: Saúde, Alimentação e Agricultura, Terra, Água e Recursos Minerais, Ambiente, Transferência de Informações e Tecnologia, Ética e Responsabilidade Social.

Em Santos (1999), encontramos um quadro de expectativas para um ensino de Ciências tipo CTS, afirmando que o ensino de CN&T, nesta perspectiva:

- Organiza os conteúdos programáticos integrando um conjunto de critérios inter-atuantes;
- Fornece da história da ciência e tecnologia uma perspectiva evolutiva através do tempo, contrariando o cientismo, o continuismo, o dogmatismo, as falsas transparências e a tecnocracia, fazendo ressaltar aspectos humanos;
- Contempla na formação científica básica o desenvolvimento de competências, de formas de pensar as características de processos técnicos, proporcionando aos alunos, a par da cultura científica, uma cultura técnica;
- Não transforma o ensino das ciências no ensino de temas e questões com incidência social, mas dirige claramente a atenção do aluno para esses aspectos;
- Recorre a fontes de conhecimento científico e a arenas exteriores à escola, não as sobrevalorizando nem subvalorizando, mas relacionando os valores dessas fontes com os contextos a que diretamente dizem respeito;
- Chama a atenção para o caráter ambivalente da ciência e da tecnologia e para contextos do cotidiano onde não é possível defender a sua neutralidade ética;
- Contrasta práticas, vivências e saberes prévios com a formação científica básica, relacionando a cultura científica com a “ciência privada” e com aspectos etnocientíficos e;
- Ultrapassa oportunamente o conteúdo específico da disciplina, trazendo para o ensino das ciências valores, competências práticas de resolução de problemas e atitudes, relacionados com o contexto da ação.

Santos e Schnetzler (1997), baseados em Lowe (1985), apresentam três tipos de abordagem para o desenvolvimento do ensino CTS que consideramos em consonância com a proposta do ensino de ciências tipo CTS: 1) introduzir uma área da ciência com aspectos

relevantes que sejam compreendidos como próprios de CTS, ou seja, mais destinadas a cursos de graduação e pós-graduação, oferecendo-se uma disciplina específica que tem por objetivo discutir CTS e suas aplicações educacionais; 2) introduzir uma aplicação tecnológica que leve aos conceitos científicos. Ou seja, a partir de um produto tecnológico, busca-se os conhecimentos envolvidos no seu funcionamento, assim como em sua produção e utilização e; 3) inicia-se com um problema central, a partir do qual se estudam os conceitos de CN&T necessários para a resolução do problema. Esta abordagem parte de um evento ocorrido (um desastre ecológico, por exemplo) e é conhecida como Atividade Centrada em Eventos (Souza Cruz, 2001).

Cabe salientar que a segunda e terceira abordagens são as que mais aparecem nas bibliografias consultadas; por isso, acreditamos que sejam as mais desenvolvidas pelos professores que ensinam CN&T no Brasil. Consideramos estas como as duas perspectivas mais propícias para implementação nas SIEF porque o ensino, pelo menos nas três primeiras séries do EF, ainda é unidocente. Isso possibilita um trabalho interdisciplinar como o que deve ocorrer no ensino de Ciências tipo CTS, impedindo em parte que os conteúdos das diferentes áreas do conhecimento sejam trabalhados de forma fragmentada.

A partir de abordagens como estas e de temas como os já citados, podemos dizer que é possível desenvolver/implementar um ECN&T do tipo CTS nas SIEF, porque a proposta curricular deste ensino corresponde a uma integração entre educação científica, tecnológica e social em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e sócio-econômicos (López e Cerezo, 1996, Apud Santos e Mortimer, 2000), potencializando a ECT preconizada por nós. Portanto, podemos dizer que esta também é a perspectiva de ECN&T apontada pelas políticas públicas educacionais para este nível escolar, como podemos confirmar a seguir.

2.5 – Os PCN e o Ensino de Ciências tipo CTS nas SIEF

A proposição de um ECN&T que considere aspectos tais como: a) o desenvolvimento da capacidade de assumir posições frente a problemas concretos e agir no sentido de resolvê-los; b) o desenvolvimento da capacidade argumentativa sobre implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico, envolvendo os aspectos políticos, éticos, religiosos etc., tem sido objeto do que se tornou conhecido como concepção CTS de ensino das ciências, e está bastante próxima dos objetivos gerais do ensino de ciências para as séries iniciais do ensino fundamental.

É possível fazer uma leitura dos documentos oficiais das Secretarias de Educação, mostrando que as políticas públicas educacionais estão, mesmo que implicitamente, direcionando o ECN&T para uma abordagem do tipo CTS, desde as SIEF da educação básica. Podemos perceber isso nos PCN-CN para esse nível de ensino, quando diz que:

Em meio à crise político-econômica, são fortemente abaladas a crença na neutralidade da Ciência e a visão ingênua do desenvolvimento tecnológico. Faz-se necessária a discussão das implicações políticas e sociais da produção e aplicação dos conhecimentos científicos e tecnológicos, tanto no âmbito social como nas salas de aula. No campo do ensino de Ciências Naturais as discussões travadas em torno dessas questões iniciaram **a configuração de uma tendência do ensino, conhecida como “Ciência, Tecnologia e Sociedade” (CTS)**, que tomou vulto nos anos 80 e é importante até os dias de hoje (Brasil, 1997b:21, grifos nossos).

Se tomarmos os temas propostos para o ensino de Ciências tipo CTS, expostos anteriormente, veremos que em outra passagem torna-se mais evidente ainda essa perspectiva de ensino:

Apesar da maioria da população fazer uso e conviver com incontáveis produtos científicos e tecnológicos, os indivíduos pouco refletem sobre os processos envolvidos na sua criação,

produção e distribuição, tornando-se assim indivíduos que, pela falta de informação, não exercem opções autônomas, subordinando-se às regras do mercado e dos meios de comunicação, o que impede o exercício da cidadania crítica e consciente (Brasil, 1997b:25).

Vemos aí que o ensino de CN&T proposto nos PCN-CN responde a um princípio importante do ensino de ciências tipo CTS: o desenvolvimento de atitudes de julgamento, visando compreender as implicações sociais dos conhecimentos científico e tecnológico. Essa perspectiva é mais uma vez contemplada nos objetivos gerais de CN&T para o EF da educação básica brasileira:

- Identificar relações entre conhecimento científico, produção tecnológica e condições de vida, no mundo de hoje e em sua evolução histórica;
- Compreender a tecnologia como meio para suprir necessidades humanas, distinguindo usos corretos e necessários daqueles prejudiciais ao equilíbrio da natureza e ao homem (Brasil, 1997a).

Ao tratar de conteúdos específicos para o ensino de CN&T, os PCN (1997:43) propõem, de acordo com os objetivos gerais da área, que:

Os conteúdos devem ser **relevantes do ponto de vista social** e ter revelado seus reflexos na cultura, para permitirem ao aluno compreender, em seu cotidiano, as **relações entre o homem e a natureza mediadas pela tecnologia, superando interpretações ingênuas sobre a realidade à sua volta** (grifos nossos).

Ao apontar para uma abordagem de conteúdos que contemplam soluções de problemas da vida real, envolvendo aspectos sociais, tecnológicos, econômicos e políticos, visa preparar o indivíduo para participar ativamente na sociedade de forma democrática. Contempla assim os objetivos mais frequentes propostos pelas literaturas já apontadas para o ensino de ciências com ênfase em CTS.

Ao apresentar os quatro blocos temáticos para o Ensino Fundamental (Ambiente, Ser Humano e Saúde, Recursos tecnológicos e

Terra e Universo), vemos esta perspectiva novamente reafirmada, pois trata-se de blocos que possibilitam contemplar as relações entre os diferentes conteúdos de ensino que compõem cada bloco. Podemos confirmar isso chamando a atenção para o bloco “Recursos Tecnológicos” que, ao ser introduzido ainda nos primeiros ciclos, *“reúne conteúdos que poderiam ser estudados nos outros dois, mas merecem especial destaque pela sua atualidade e urgência social”* (Brasil, 1997b:43). Fica demonstrada, assim, a necessidade de se organizar aulas que contemple temas que relacionam Ciências Tecnologia e Sociedade, como podemos ver nesta passagem:

Este bloco temático comporta discussões acerca das **relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade**, no presente e no passado, no Brasil e no mundo, em vários contextos culturais. As questões éticas, valores e atitudes compreendidas nessas relações são aspectos fundamentais a investigar nos temas que se desenvolvem em sala de aula. A origem e o destino social dos recursos tecnológicos, as conseqüências para a saúde pessoal e ambiental e as vantagens sociais do emprego de determinadas tecnologias são exemplos de aspectos a serem investigados (Brasil, 1997b:55, grifos nossos).

Podemos perceber com estas duas citações, que as políticas públicas educacionais apontam para um ECN&T do tipo CTS, desde as SIEF da Educação Básica Brasileira. Acreditamos que se isto, por um lado, contempla a perspectiva CTS, por outro, potencializa a cidadania na perspectiva crítica. Pois, ao implementarmos os componentes científico e tecnológico numa perspectiva dialógico-problematizadora desde as SIEF, estaremos contribuindo para a construção da cidadania. Dessa forma, estaremos oportunizando às nossas crianças acesso aos conhecimentos das CN&T e buscando evitar o crescimento da exclusão social e cultural que ainda hoje assombra a sociedade brasileira.

2.5.1 -- Blocos de conteúdos: potencializando a integração dos componentes científico e tecnológico

Enquanto a distribuição das séries assume os ciclos, os conteúdos de CN&T são apresentados nos PCN-CN em **blocos temáticos**, não com o objetivo de serem tratados como assuntos isolados, mas sim para estabelecer diferentes seqüências internas aos ciclos. Com isso, pretende-se possibilitar o tratamento de conteúdos de importância local e fazer conexões entre conteúdos dos diferentes blocos, assim como das demais áreas e também dos temas transversais.

Os conteúdos da área de Ciências Naturais, que são conhecimentos desenvolvidos pelas diferentes ciências **e aqueles relacionados às tecnologias**, são um primeiro referencial para os conteúdos do aprendizado. Estão organizados em teorias científicas, ou em conhecimentos tecnológicos, que não são definidos, mas se transformam continuamente (Brasil: 1997b:41, grifos nossos).

Como um segundo referencial, os PCN-CN adotam um conjunto de conceitos centrais para a compreensão dos fenômenos naturais e situações tecnológicas em mútua relação, São eles: energia, matéria, espaço, tempo, transformação, sistema, equilíbrio, variação, fluxo, relação, interação e vida. A adoção se justifica pela presença destes conceitos em diferentes campos das ciências e tecnologias e ainda por contribuírem em conceituações-chave, necessárias às SIEF. Portanto, pode-se perceber o indicativo de uma abordagem interdisciplinar ao estabelecer vínculos conceituais entre as diferentes ciências e suas tecnologias.

Na compreensão da natureza como uma ampla rede de relações entre fenômenos, sendo o ser humano agente transformador dessa rede, podem tornar-se muitos e diversos os conteúdos de estudo da área; por isso, os PCN-CN (1997b:42-43) estabeleceram critérios para a seleção dos conteúdos, dentre os quais destacamos os seguintes:

- o ensino de Ciências Naturais deve relacionar **fenômenos naturais e objetos da tecnologia**, possibilitando a percepção de um

mundo permanentemente reelaborado, estabelecendo-se relações entre o conhecido e o desconhecido, entre as partes e o todo;

- os conteúdos devem ser relevantes do ponto de vista social e ter revelados seus reflexos na cultura, para **permitirem ao aluno compreender, em seu cotidiano, as relações entre o homem e a natureza mediadas pela tecnologia**, superando interpretações ingênuas sobre a realidade à sua volta (grifos nossos).

Podemos perceber que a perspectiva do ensino de ciências para as SIEF proposta nos PCN-CN contempla o componente tecnológico integrado ao científico. Assim, cabe aos professores que atuam neste nível de ensino a tarefa de organizar seus planejamentos integrando os conhecimentos científico e tecnológico.

Frente a isso, passamos a apresentar os blocos de conteúdos propostos, pois acreditamos que estes dão indicativos de como trabalhar de forma integrada os conhecimentos científicos e tecnológicos.

a – Ambiente

Segundos os PCN-CN:

Como conteúdo escolar, a temática ambiental permite apontar para as relações recíprocas entre sociedade e ambiente, marcadas pela necessidades humanas, seus conhecimentos e valores. **As questões específicas dos recursos tecnológicos, intimamente relacionadas às transformações ambientais, também são importantes conhecimento a serem desenvolvidos** (Brasil, 1997b:45, grifos nossos).

Os PCN-CN apresentam como exemplo de integração dos conteúdos o conceito de fluxo de energia no ambiente que, para ser compreendido em toda sua amplitude, deve reunir noções sobre:

- fontes e transformações de energia;
- fotossíntese (transformação de energia luminosa em energia química dos alimentos produzidos pelas plantas) e respiração

celular (processo que converte energia acumulada nos nutrientes em energia disponível para a célula dos organismos vivos);

- teia alimentar (que sinaliza passagem e dissipação de energia em cada nível da teia);
- transformações de energia provocadas pelo homem (Brasil, 1997b).

b- Ser Humano e Saúde

Esse bloco é orientado pela concepção do corpo humano com um sistema integrado, que interage com o ambiente e reflete a história de vida do sujeito. A orientação é que se trabalhe em conexão com os conteúdos propostos nos outros dois blocos, bem como com os temas transversais Saúde e Orientação Sexual.

Os conteúdos tratados neste bloco temático permitem inúmeras conexões com aqueles propostos nos outros dois blocos, bem como com os temas transversais Saúde e Orientação Sexual (Brasil, 1997b:53).

Temas como ciclo vital, transformações, ritmos, relações fisiológicas e anatômicas, assim como sexualidade e estado de saúde e doença, podem ser trabalhados de forma a integrar as pré-concepções trazidas do convívio social para que equívocos do senso comum sejam superados.

Além disso, chama-se a atenção para o desenvolvimento de uma consciência com relação à alimentação, para que as pessoas não se deixem influenciar pelas propagandas veiculadas na mídia, tanto de alimentos como de remédios. Evita-se assim, uma dieta alimentar desequilibrada e também o hábito da automedicação, atualmente bastante difundido na mídia televisiva.

c- Recursos Tecnológicos

A inclusão deste bloco temático neste nível escolar é justificada pela necessidade de formar **alunos capacitados para compreender e utilizar recursos tecnológicos** (Brasil,1997b), cuja oferta e aplicação se ampliam significativamente nas sociedades brasileira e mundial. O documento oficial enfatiza as transformações dos recursos materiais e energéticos em produtos necessários à vida humana, aparelhos, máquinas, instrumentos e processos que possibilitam essas transformações e as implicações sociais do desenvolvimento e dos usos de tecnologias, afirmando que:

Este bloco temático **comporta discussões acerca das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade**, no presente e no passado, no Brasil e no mundo, em vários contextos culturais. (...) A origem e o destino social dos recursos tecnológicos, as conseqüências para a saúde pessoal e ambiental e as vantagens sociais do emprego de determinadas tecnologias são exemplos de aspectos a serem investigados (Brasil, 1997b:55, grifos nossos).

Do ponto de vista dos conceitos, este bloco reúne estudos sobre matéria, energia, espaço, tempo, transformação e sistemas aplicados às tecnologias que medeiam as relações do ser humano com o seu meio. A partir do problema “*de onde vem a luz das casas?*”, os PCN-CN apresentam os conceitos que podem ser trabalhados neste bloco temático. O entendimento da geração e transmissão de energia elétrica envolve conceitos relacionados ao princípio de conservação e transformação de energia, calor, luz, propriedade dos materiais, circuitos elétricos e muitos outros.

Ao lado do conhecimento sobre substâncias alimentares, pode-se estudar o problema da deterioração dos alimentos e as tecnologias desenvolvidas para sua conservação. A tecnologia alimentícia pode ser discutida, investigando os processos de transformação dos alimentos, a adição de substâncias corantes, conservantes, etc. Não podemos esquecer dos aspectos políticos e econômicos envolvidos na

disponibilidade de tais alimentos, pois todas as questões relativas ao emprego e ao desenvolvimento de tecnologias comportam discussões de caráter ético.

Destacamos aqui a proposição deste bloco de conteúdos já no primeiro ciclo, respaldando ainda mais nossa ação de inserção do componente tecnológico nas SIEF. Por outro lado, o fato de deixar o quarto bloco, Terra e Universo, para ser implementado apenas no último ciclo do EF mostra uma fragmentação da proposta, pois se pensarmos em temáticas como, por exemplo, transformação de energia, não podemos deixar de estudar a energia do sol. Ou ainda, como discutir o meio ambiente sem considerar a luz solar que faz parte do Universo?

2.5.2 -- Conteúdos de CN&T para o Primeiro Ciclo -- 1ª e 2ª séries

Na apresentação dos conteúdos por ciclos, os PCN-CN apontam possíveis conexões entre blocos temáticos, áreas de conhecimento e temas transversais. Faremos a seguir um breve relato de cada bloco, destacando os conteúdos que possibilitam uma integração dos conteúdos científicos e tecnológicos.

a - Ambiente

Neste ciclo, os conteúdos visam promover uma primeira aproximação da noção de **ambiente** como “*resultado das interações entre seus componentes -- seres vivos, ar, água, solo, luz e calor -- e da compreensão de que, embora, os diversos ambientes diferenciam-se pelos tipos de seres vivos, pela disponibilidade dos demais componentes e pelo modo como se dá a presença do ser humano*” (Brasil, 1997b:65). Através de observações diretas ou indiretas de diferentes ambientes e buscando compreender como se dá a inserção do ser humano, busca-se uma **noção de ambiente natural e construído**.

A abertura desse bloco, em conexão com Recursos Tecnológicos, diz respeito às questões relativas à produção de alimentos, medicamentos, vestuário, materiais de construção, etc. Dentre os conteúdos propostos para esse ciclo, destacamos:

- comparação de diferentes ambientes naturais e construídos, investigando características comuns e diferentes (...);
- comparação dos modos com que diferentes seres vivos, no espaço e no tempo, realizam as funções de alimentação, sustentação, locomoção e reprodução, em relação às condições do ambiente em que vivem;
- interpretação das informações por intermédio do estabelecimento de relações, de semelhanças e diferenças e de seqüências de fatos (Brasil, 1997b).

b- Ser Humano e Saúde

Esta temática, neste ciclo, aborda os estudos sobre as transformações durante o crescimento e desenvolvimento relacionadas ao corpo, comportamento e atitude. Estuda as condições essenciais à manutenção da saúde da criança e as medidas de preservação com relação às doenças infecto-contagiosas, principalmente a AIDS.

Além das transformações que ocorrem no corpo e no comportamento (que, por sua vez, estão diretamente associadas às diferentes culturas), pode-se estudar sobre a vida adulta e sobre a velhice, fase da vida que geralmente é apresentada como sinônimo de aposentadoria: sem trabalho, sem sonhos, sem necessidades pessoais, só doenças. Esse quadro deve ser revertido, incentivando as crianças a valorizarem as experiências dos idosos (Brasil, 1997b).

Os PCN-CN orientam ainda, para esse ciclo, especial atenção às doenças e aos problemas de higiene, saúde pessoal e ambiental. Algumas sugestões de conteúdos são:

- comparação do corpo e de alguns comportamentos de homens e mulheres nas diferentes fases da vida, para

compreender algumas transformações, valorizar e respeitar as diferenças individuais;

- conhecimento de condições para o desenvolvimento e preservação da saúde;
- comparação do corpo e dos comportamentos do ser humano e de outros animais para estabelecer semelhanças e diferenças (Brasil, 1997b:75).

c- Recursos Tecnológicos

A inclusão deste bloco no primeiro ciclo tem como meta fazer com que os alunos comecem a **compreender as relações entre Ciência e Tecnologia**. Podemos confirmar isso quando os PCN-CN colocam que “*a transformação da natureza para a utilização de recursos naturais -- alimentos, materiais e energia -- é inseparável da civilização*” (Brasil, 1997b:76).

Desde o primeiro ciclo, os alunos poderão investigar sobre os produtos que consomem, sobre as técnicas diversas para obtenção e transformação de alguns componentes ambientais que são considerados como recursos naturais essenciais à existência. Os conteúdos deste bloco são:

- investigação de processos artesanais ou industriais da produção de objetos e alimentos, reconhecendo a matéria-prima, algumas etapas e características de determinados processos;
- conhecimento de origens e algumas propriedades de determinados materiais e formas de energia, para relacioná-las após seus usos,
- formulação de perguntas e suposições sobre os processos de transformação de materiais em objetos (Brasil, 1997b).

2.5.3 -- Conteúdos de CN&T para o Segundo Ciclo -- 3ª e 4ª séries

a- Ambiente

O segundo ciclo pretende ampliar as noções de **ambiente natural e ambiente construído**. Algumas fontes de transformação de energia são abordados neste bloco em conexão com o de Recursos Tecnológicos, com ênfase em solo e água. *“Relacionado à qualidade da água como solvente estuda-se sua importância para a higiene pessoal e ambiental. As formas de obtenção e tratamento da água, bem como o destino das águas servidas, podem ser trabalhados em conexão com o bloco Recursos Tecnológicos”* (Brasil,1997b:89).

Além disso, é proposto o estudo de fenômenos como o arco-íris, estudando-se a relação da água com a luz. Pode-se ainda estudar as relações da luz e da água com os seres vivos em alguns aspectos como a fotossíntese, sendo que essa informação é básica para a compreensão da presença dos vegetais no início das **cadeias alimentares**.

Essas noções introduzem também a apreciação das transformações de energia, assunto que se completa com o estudo de equipamentos e máquinas no bloco Recursos Tecnológicos. Os conteúdos para esse bloco são:

- estabelecimento de relação entre troca de calor e mudanças de estados físicos da água para fundamentar explicações acerca do ciclo da água;
- estabelecimento de relações de dependência (cadeia alimentar) entre os seres vivos em diferentes ambientes;
- estabelecimento de relações de dependência entre luz e os vegetais (fotossíntese), para compreendê-los como iniciadores das cadeias alimentares (Brasil, 1997b).

b- Ser Humano e Saúde

A proposta neste ciclo é estudar o corpo humano através de algumas das suas funções e seu estado de equilíbrio, isto é, a saúde. Não importa por qual sistema do corpo humano se iniciem os estudos. O fundamental é que o professor assegure a abordagem das relações entre os sistemas, garantindo a construção da noção do corpo como um todo integrado, dinamicamente articulado à vida emocional e ao meio físico e social.

É importante a compreensão do sistema circulatório como conjunto de estruturas voltadas ao transporte e distribuição de materiais pelo corpo. No estudo da digestão e da respiração é possível responder a questões do tipo: "*como o corpo ganha materiais para o seu crescimento e energia para realizar suas atividades?*"

A necessidade de uma compreensão mais aprofundada de como o corpo integra as funções e responde a estímulos do meio nos remete ao estudo dos sistemas de regulação, como o sistema nervoso, o sistema hormonal e o sistema imunológico. Neste último sistema, os estudos devem abordar a variedade das vacinas, seu uso correto e formas de atuação.

Por fim, são propostas para estudo questões relacionadas aos hábitos alimentares, aos aparelhos reprodutores feminino e masculino, assim como questões referentes à sexualidade. Dentre os conteúdos propostos para esse bloco, destacamos:

- estabelecimento de relações entre os diferentes aparelhos e sistemas;
- estabelecimento de relações entre aspectos biológicos, afetivos, culturais, socioeconômicos e educacionais na preservação da saúde para compreendê-la como bem-estar psíquico, físico e mental;
- reconhecimento dos alimentos como fonte de energia e materiais para o crescimento e a manutenção do corpo saudável;
- estabelecimento das relações entre a falta de higiene pessoal e ambiental e a aquisição de doenças;
- estabelecimento de relações entre a saúde

do corpo e a existência de defesas naturais e estimuladas -- vacinas (Brasil, 1997b:100).

c- Recursos Tecnológicos

Este bloco tem por objetivo ampliar as noções acerca das temáticas que relacionam o ser humano com o meio, abordando também aspectos relacionados às conseqüências do uso e o alcance social, assim como *“estudos comparativos de equipamentos, instrumentos e ferramentas, classificando-os segundo critérios diversos, para que os alunos conheçam a diversidade de suas formas, utilidades e fontes de energia consumidas”* (Brasil, 1997b:101). Neste segundo ciclo, esse bloco é apresentado em sete tópicos e nós faremos uma breve descrição de cada um, destacando as possíveis relações entre os conhecimentos científico e tecnológico.

c.1- Água, lixo, solo e saneamento básico

A abordagem desse tema é constituída pelas investigações acerca dos resultados das intervenções humanas na circulação e transformação dos materiais no ambiente, tendo em vista a construção de conhecimentos básicos que fundamentam a importância da sua preservação. Nesse sentido, os espaços a serem considerados vão desde a casa, que é um ambiente dinâmico, a escola e seu entorno, até o planeta como um todo (Brasil, 1997b:102).

Esses ambientes nos quais transformamos os objetos para a produção da nossa vida (como no preparo de alimentos), são transformados e as tecnologias que o homem cria para efetuar essas trocas, mantendo casa e ambiente natural em condições saudáveis, constituem o saneamento básico. Por isso, *“promover o acesso da população à água tratada, ao escoamento e tratamento dos dejetos, à coleta de lixo e à preservação do ambiente são medidas de caráter preventivo fundamentais à manutenção da saúde”* (Brasil, 1997b:103).

c.2- Captação e Armazenamento da água

A distribuição de água por meio de redes de abastecimento pode ser trabalhada com a construção de maquetes em que se represente todo o processo: da captação, passando pelo tratamento, até a chegada da água nas casas. Torna-se necessário mostrar os processos científicos e tecnológicos para sua construção e utilização, pois existem diferentes redes com diversas funções para os mais variados ambientes, sejam eles naturais ou construídos pelo ser humano.

c.3- Destino das águas servidas

Nesta temática, destaca-se a pesquisa sobre o padrão de construção das fossas sépticas (necessárias à preservação da água do subsolo) e ainda sobre a necessidade de construção de redes de tratamento de esgoto, que também varia de ambiente para ambiente.

c.4- Coleta e tratamento de lixo

Através da busca de informações sobre os possíveis destinos do lixo, como por exemplo o aterro sanitário, a incineração e o lixão (reservatório a céu aberto), assim como as possibilidades de reciclagem (vidro, papel, metal...) e a produção de compostos para adubagem e gás natural, pretende-se criar a consciência de que o lixo não pode ser mantido no ambiente onde vivemos. Possibilita trabalhar conteúdos que relacionem os resultados da tecnologia para a vida do ser humano, seus benefícios e malefícios, abordando assim questões relativas a CTS.

c.5- Solo e atividades humanas

Busca-se investigar os usos do solo associados a diferentes atividades humanas: agricultura, criação animal e ocupação urbana. Nas atividades agrícolas, é possível investigar as técnicas de correção do solo e a utilização de adubos para o plantio, assim como as tecnologias corretas e incorretas de manejo do solo.

c.6- Poluição

Estudos específicos sobre poluição requerem conhecimentos de Biologia, Física e Química. São interessantes para a abordagem contextualizada dos conceitos de ciências nos ciclos finais do EF, mas precisam ser abordados já nos ciclos iniciais (Brasil, 1997b). O tema Poluição pode ser associado aos temas Destino das águas servidas e Coleta e tratamento do lixo. Os esgotos e queimadas são outras formas de poluição que precisam ser conhecidas. Os agrotóxicos, por sua vez, são substâncias utilizadas para eliminar pragas agrícolas que, se misturadas ao solo e à água, são incorporadas aos vegetais e, conseqüentemente, aos animais e ao homem através das cadeias alimentares.

c.7- Diversidade dos equipamentos

Mesmo que a compreensão do conceito de energia e suas transformações ainda não tenha se estabelecido para os alunos deste ciclo, estudos sobre as aplicações práticas das manifestações de energia podem permitir a exploração de aspectos interessantes e conseqüentemente, da noção de energia e suas transformações. No segundo ciclo, os alunos podem entrar em contato com uma variedade de equipamentos, máquinas, instrumentos e demais aparelhos utilizados para os mais diversos fins, nos ambientes urbanos ou rurais. A meta é conhecê-los do ponto de vista científico e tecnológico, para que servem, as fontes de energia que utilizam e quais transformações realizam.

Equipamentos que cumprem diferentes finalidades, tais como transporte, comunicação, iluminação, aquecimento, manipulação e preparo de materiais, podem ser investigados com relação às fontes de energia que utilizam (energia elétrica, energia química dos combustíveis, energia solar, energia de movimento do homem, dos animais, do vento) e às transformações que realizam.

Destacando-se o fato de que, por mais diferentes que sejam os equipamentos e suas finalidades, todos eles transformam alguma forma de energia em seu funcionamento, pode-se mostrar para o aluno a relação energia-trabalho. Os conteúdos deste bloco para o segundo ciclo são:

- comparação das condições do solo, da água, do ar e a diversidade dos seres vivos em diferentes ambientes ocupados pelo homem;
- caracterização de técnicas de utilização do solo nos ambientes urbano e rural, identificando os produtos desses usos e as conseqüências das formas inadequadas de ocupação;
- comparação e classificação de equipamentos, utensílios, ferramentas para estabelecer relações entre as características dos objetos (sua forma, material de que é feito);
- comparação e classificação de equipamentos, utensílios, ferramentas, relacionando seu funcionamento à utilização de energia, para se aproximar da noção de energia como capacidade de realizar trabalho;
- reconhecimento e nomeação das fontes de energia que são utilizadas por equipamentos ou que são produto de suas transformações (Brasil, 1997b).

Cabe destacar, ao final desta explanação, que ainda ficaram de fora algumas questões como a História do Fogo, pois sabemos o quanto que esta descoberta significou para a humanidade. Acreditamos que o bloco "Recursos Tecnológicos" poderia ter ancorado tal discussão que infelizmente, está ausente nos PCN, pelo menos para os dois primeiros ciclos da escolaridade básica.

2.6 -- Componentes necessários à Educação Científica e Tecnológica

O termo Educação Científica e Tecnológica (ECT) ainda aparece pouco nas publicações da área de Ensino de Ciências. Normalmente, os trabalhos desenvolvidos e publicados são classificados como Alfabetização Científica e Técnica, Educação Científica ou Educação Tecnológica (Acevedo Díaz e outros, 2003; Fourez, 1997). Esta última, com grande trajetória no Brasil, foi concretizada em Centros de Educação Tecnológica como a renomada Escola Politécnica da USP, no Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza de São Paulo e, principalmente, nas escolas Politécnicas e Centros Federais de Educação Tecnológica.

Cada tendência teve e continua tendo uma trajetória de muito respeito pela sua importância dentro do ensino de ciências. Mas, com as novas políticas públicas educacionais e com a velocidade das mudanças na produção da ciência e da tecnologia, vemos a necessidade de reorganizá-las. Respeitamos o momento histórico de cada uma, mas acreditamos que, atualmente, a mais aceitável seria a ECT. É claro que isso exige considerar as concepções e ideologias que cada uma carrega. Nós defendemos a ECT porque assumimos que o ensino de Ciências Naturais deve ser implementado integrando os conhecimentos científico e tecnológico.

Atualmente, as literaturas que discutem a Educação Tecnológica não estão deixando de lado os conhecimentos científicos (Linn, 2002; Neto e Silva, 2002; Acevedo Díaz, 2003, entre outros). Mesmo assim, optamos pela expressão ECT por considerarmos que esta contempla de forma mais abrangente os resultados de pesquisas oriundas do ensino tipo CTS e dos PCN.

Esta concepção não é nova! Em 1993, o Projeto 2000+ da UNESCO fazia a distinção entre Ciência e Tecnologia e mostrava sua interdependência para o ensino:

A cultura tecnológica e a cultura científica têm características diferentes que revelam-se em disciplinas diferentes porém *emparentadas*¹. Existe entre elas uma relação de interdependência. [] Nenhuma das duas culturas é suficiente, nenhuma engloba a outra ou é a fonte. Devem ter o mesmo "status" (In: Fourez, 1994:55, tradução livre).

Dessa forma, consideramos a disciplina de CN nas SIEF o espaço mais propício para se ensinar também os conhecimentos da tecnologia. Além disso, os próprios PCN-CN para esse nível escolar apontam para um ensino de CN que contribua com os alunos no "*desenvolvimento de competências, permitindo-lhes **compreender o mundo e atuar como indivíduo e como cidadão, utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica***" (Brasil, 1997b:39, grifos nossos). Por isso, acreditamos que a ECT seja necessária para que o aluno aprenda a participar democraticamente como cidadão responsável em um mundo cada vez mais impregnado de tecnologias.

A ECT pode propiciar também um entendimento das questões socioeconômicas e culturais, construir autonomia pessoal e ser útil para a prática da vida cotidiana. Para tanto, extraímos das bibliografias estudadas (Brasil, 1997b; Santos, 1999; Santos e Mortimer, 2000; Linn, 2002; Neto e Silva, 2002; Acevedo Díaz, 2003, entre outros) alguns componentes que consideramos orientadores do ECN&T para desenvolver uma ECT nas SIEF. Estes componentes serviram como categorias para análise do trabalho desenvolvido nas SIEF, na forma de seqüência didática implementada nas aulas de ciências. Os componentes necessários para a implementação de uma ECT são:

- Dimensão tecnológica integrada ao ensino de ciências;
- Produtos tecnológicos como elementos potencializadores da conexão com o mundo real;
- Relevância para a vida pessoal e social dos alunos, com o objetivo de

¹ *Emparentado* é um termo espanhol e, segundo o *Diccionario enciclopédico El pequeño Larousse*, significa "contrair parentesco por via de casamento; o que reafirma nossa posição de ensinar os conhecimentos científicos e tecnológicos de forma integrada.

contribuir com a problematização e tomada de decisões responsáveis na sociedade;

- Momentos de problematização inicial dos conhecimentos trazidos pelos alunos acoplados aos de sistematização e avaliação dos conhecimentos científico e tecnológico, contextualizando suas dimensões sociais;
- Familiarização com os procedimentos de acesso às informações científicas e tecnológicas disponíveis, tendo em vista sua utilização para resolver problemas cotidianos.

A ECT operacionalizada no ECN&T, em sentido educacional amplo, pode abranger todos os níveis e modalidades do ensino escolar, pois acreditamos ser ela um requisito essencial para o desenvolvimento de atitudes democráticas e cidadãs. Contudo, neste trabalho, defendemos que o ECN&T precisa ser construído desde sua base, ou seja, desde as SIEF. Hoje, mais que nunca, é necessário fomentar e difundir a ECT para todas as pessoas e em todos os setores da sociedade. Assim, podemos melhorar a participação dos cidadãos na tomada de decisões relativas às aplicações dos novos conhecimentos científicos e tecnológicos.

CAPÍTULO 3: Teorias-guia da nossa ação-reflexão-ação

3.1 -- Introdução

Conforme mencionamos anteriormente, estudos como o de Megid Neto (1999) mostraram que há necessidade de investir em experiências na realidade escolar e, diríamos nós, em trabalhos que potencializem mudanças concretas nas aulas, nos conteúdos, nas relações escolares e nas práticas docentes do processo de ECN&T nas SIEF.

Assim, este capítulo visa explicitar nossas teorias-guia em termos de investigação, organização didático-metodológica e educação visando mudanças concretas nas aulas de CN&T. Optamos por fazer um esboço de cada uma, assumindo que, num processo de ensino-investigativo desta natureza, estas teorias-guia desempenham papéis diferentes mas imbricado; por isso, principalmente na análise de dados, elas aparecerão sustentando a interpretação. A metodologia de investigação utilizada é a Investigação-Ação Escolar -- definida por autores como Elliott (1978), Kemmis e McTaggart (1987), Feldman & Capobianco (2000) entre outros -- associada à Educação Dialógico-Problematizadora de Freire (1987). Para a organização didático-metodológica das aulas de CN&T, optamos pelos Momentos Pedagógicos de Angotti e Delizoicov (1990).

Este capítulo está organizado de forma a, num primeiro momento, apresentar as definições de cada teoria-guia, justificando sua escolha associada à organização didático-metodológica. Em seguida, descrevemos os métodos e técnicas de coleta de dados e apresentamos uma estratégia para o enfrentamento do problema, exemplificando como estes, juntamente com as teorias-guia, sustentam nossa prática escolar investigativa.

3.2 -- *Investigação-Ação Escolar -- IAE*

A IAE, como metodologia de trabalho escolar, contribui para alavancar mudanças práticas no processo educacional. Segundo Feldman & Capobianco (2000), esta é considerada uma perspectiva de investigação utilizada em alguns domínios da ECT, entre os quais destacamos: (1) na formação do professor e no desenvolvimento profissional deste; (2) nas investigações sobre ensino de ciências e (3) no desenvolvimento e implementação curricular, sendo que:

...em todos os casos **o professor está no papel de investigador**, cada um estudando seus próprios métodos de ensino e avaliação, examinando os processos cognitivos da aprendizagem, ou participando no processo de investigação e desenvolvimento curricular (p.01, grifo e tradução nossos).

Esta perspectiva está fortalecida em Kemmis e McTaggart (1987:9), que a definem como sendo:

uma **forma de investigação introspectiva coletiva** empreendida por participantes em situações sociais **com o objetivo de melhorar a racionalidade e a justiça de suas práticas sociais ou educativas**, assim como a compreensão dessas práticas e das situações em que estas têm lugar (grifos e tradução nossos).

Estes autores afirmam que a Investigação-Ação Escolar é uma atividade de grupo, o qual pode ser constituído por professores, estudantes, diretores de colégio, pais e outros membros da comunidade. Isso está presente também nos escritos de Membiela (2002): *“a IAE está interessada nos problemas práticos que os professores encontram nas aulas e a encontrar soluções para os mesmos. Isso implica no desenvolvimento profissional dos professores”* (p. 444). Também está em consonância com Elliott (1978), quando diz que a IAE nas escolas potencializa a investigação das ações humanas e situações sociais (aqui entendidas como as ações e relações que se dão no contexto escolar da aula de CN&T), que são experienciadas pelos professores como sendo:

a) inaceitáveis e em alguns aspectos problemáticas; b) suscetíveis de mudanças e c) que requerem uma resposta prática.

Kemmis e McTaggart (1987) afirmam que a vinculação dos termos “ação” e “Investigação” põe em relevo a característica essencial do enfoque, que é o submetimento, à prova da prática, das idéias, como meio de melhorar e de alcançar um aumento do conhecimento acerca dos planos de estudo, do ensino e da aprendizagem.

Como já afirmamos anteriormente, não é mais aceitável que o ECN&T ocorra dissociando os componentes científico e tecnológico. Ao mesmo tempo, sabemos que esta é uma situação suscetível de mudanças, pois nossos trabalhos mostram que a organização e integração dos componentes científico e tecnológico tornam-se viável e possível. Por isso, pretendemos apontar respostas práticas, viáveis e possíveis de experimentar, nas aulas de CN&T, mudanças educativas significativas.

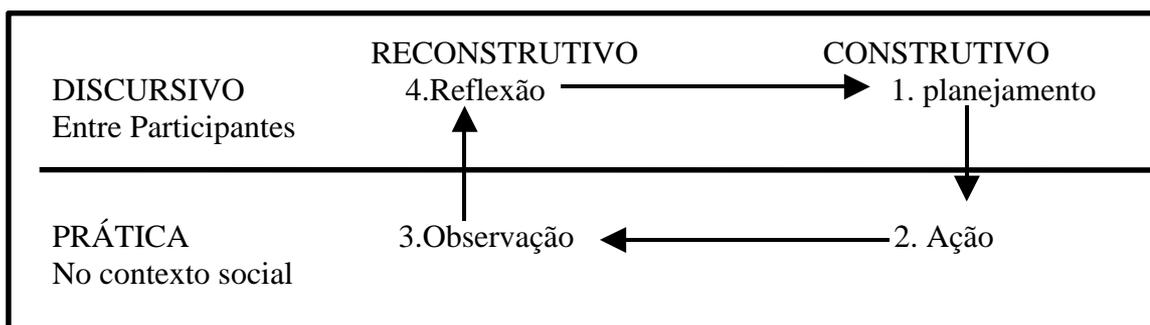
Dessa forma, acreditamos que fizemos uma escolha coerente ao elegermos a IAE para guiar metodologicamente nossas práticas escolares em CN&T, uma vez que Feldman & Capobianco (2000:01) a definem no contexto da ECT como sendo *“uma investigação sistemática realizada por profissionais para melhorar o ensino e a aprendizagem”*. Apostamos que um trabalho desta natureza pode potencializar melhorias na prática escolar em CN&T dos envolvidos. Portanto, pode contribuir para a melhoria do ensino-aprendizagem de CN&T nas SIEF.

Ao propor a investigação do processo de organização e integração dos componentes científico e tecnológico nas aulas de CN&T das SIEF, estaremos produzindo uma ação orientada por uma interação dialógico-problematizadora em sala de aula. Conseqüentemente, estaremos construindo também um ensino-investigativo de CN&T, ou seja, um desenvolvimento curricular.

Segundo Carr e Kemmis (1986), esta perspectiva metodológica é composta pelos passos de **planejamento => ação => observação => reflexão => replanejamento**, formando uma espiral cíclica que produz um movimento no contexto ação-reflexão-ação. Por sua vez, esses passos se organizam através de duas dimensões: a primeira faz menção

ao caráter **reconstrutivo-constutivo**, e a segunda ao peso **discursivo ou prático** do processo. Cada um dos momentos implica uma **olhada retrospectiva** e uma **intenção prospectiva** que formam conjuntamente uma “**espiral auto-reflexiva de conhecimento e ação**”. Veja o esquema abaixo (Carr e Kemmis, 1986:186):

4 MOMENTOS e 2 DIMENSÕES



Nesta espiral cíclica, cada passo tem uma função pré-definida e contribui na dinâmica ação-reflexão-ação do processo educativo investigativo.

O **Planejamento** organiza a ação e por definição deve antecipá-la. O planejamento geral deve ser flexível para adaptar-se aos imprevistos e às limitações anteriormente indiscerníveis. Tem por função também capacitar os professores para atuar mais adequadamente numa dada situação educativa.

A **Ação** deve ser guiada pelo planejamento; mesmo assim, ela não está completamente controlada pelo planejamento. É essencial que se considere as limitações políticas e materiais reais, ou seja, a ação deve ser flexível e estar aberta a mudanças. A ação criticamente informada reconhece também que, em certa medida, está vinculada a uma prática anterior. É uma ação observada, ou seja, antes de atuar define-se o tipo de dado que é necessário buscar para valorizá-la.

A **Observação** tem a função de documentar os feitos da ação, proporcionando uma base documental para a posterior reflexão. Uma observação cuidadosa é necessária porque a ação se vê sempre recortada por limitações da realidade e nem sempre se conhecerá antecipadamente a existência dessas limitações.

Os autores assinalam que as pessoas dedicadas à Investigação-Ação Escolar devem registrar sempre num diário as observações adicionais àquelas que se encaixam nas categorias planejadas da observação. Devem ser observados o processo, os efeitos e as circunstâncias da ação, assim como as limitações que recortam ou ampliam a ação planejada. Ou seja, o foco da observação deve estar centrado na ação, nos efeitos e contextos da situação que será implementada.

A **Reflexão** no âmbito da IAE é responsável pelo movimento retrospectivo, rememorando aspectos problemáticos da ação implementada, principalmente com o auxílio dos registros feitos durante a observação. Os dados coletados na observação serão, nesta instância reflexiva-deliberativa, validados ou não pelo diálogo-problematizador entre os sujeitos envolvidos (alunos, professores, orientador e colaboradores) no processo de IAE (Kemmis e McTaggart, 1987; e Bravo e Eisman, 1994). A reflexão pretende mostrar o sentido dos processos, dos problemas e das restrições que têm se manifestado durante a ação. Através do intercâmbio de pontos de vista dos envolvidos, a reflexão em grupo conduz à reconstrução dos significados das situações sociais e proporciona uma base para um replanejamento. O **Replanejamento** é o planejamento posterior elaborado à luz da reflexão, ou seja, ele sempre considera as deliberações surgidas na reflexão.

Elliott (1991) propõe como momento inicial do processo de IAE a etapa de **diagnóstico**, que neste trabalho foi chamada de **investigação-ação inicial** na realidade escolar. Segundo o autor, a IAE pode ser descrita como “*reflexão relacionada a diagnóstico*”, tornando claro que os julgamentos na IAE são diagnósticos mais do que prescritivos para a ação, uma vez que julgamentos prescritivos, quando feitos reflexivamente, emergem da deliberação prática.

Segundo Freire (1987), o que se pretende investigar neste passo, do ponto de vista educacional, realmente não são os sujeitos como se fossem peças anatômicas. Ao invés disso, deve-se investigar os seus pensamentos-linguagem referidos a uma realidade escolar, os seus níveis de percepção desta, as suas visões do mundo e, diríamos nós, de suas

ações escolares. Esse processo de investigação-ação inicial, na maioria dos trabalhos acadêmicos, se dá através de observações e registros da ação docente e/ou discente. O que se busca são informações julgadas necessárias e indispensáveis para iniciar a configuração de um grupo ou comunidade de IAE.

Para elaborar e desenvolver um plano de ação, consideramos necessário e indispensável fazer uma investigação-ação inicial, ou seja, elaborar um diagnóstico inicial da situação. Acreditamos que a investigação-ação inicial faz-se necessária na formação de um grupo ou comunidade de IAE, num processo de ECN&T, porque o compartilhamento da preocupação temática (problemas viáveis e possíveis de resolver) pelos envolvidos é imprescindível. As mudanças previstas por um trabalho colaborativo têm poucas chances de se consolidar se não ocorrer o compartilhamento dos problemas e se não nos dispusermos a experimentar mudanças reais em nossas práticas escolares. Ou ainda se não acreditarmos/aceitarmos o processo de desenvolvimento profissional através da problematização de conceitos científicos e tecnológicos, assumindo-os como fundamentais. Somente assim as possibilidades de mudança nas práticas escolares e no desenvolvimento profissional se ampliam.

3.3 -- Educação Dialógico-Problematizadora -- EDP

Assumimos a educação dialógico-problematizadora Freire (1987) vinculada à IAE porque tanto uma quanto a outra são balizadas pelo seu fundamento dialógico. A IAE, segundo Elliott (1978), inclui o diálogo livre entre os sujeitos para realizar o processo de validação dos "achados" do processo educativo. Necessita fazer com que os participantes reflitam sobre sua situação sendo que, no processo de investigação-ação inicial, busca-se estabelecer uma relação de entendimento do grupo, ou seja, um compartilhamento da situação-problema, garantindo um "**diálogo sem constrangimentos**" entre pesquisadores e participantes. Isso é

considerado pelo autor como necessário para o fluxo livre de informações entre os sujeitos investigadores. Portanto, é no fundamento dialógico que a IAE busca seu princípio organizativo, a partir das visões de mundo tanto dos educadores como dos educandos, face à resolução de seus problemas.

Segundo Freire (1987), o diálogo nada mais é do que o encontro dos sujeitos que, mediatizados pelo mundo, buscam pronunciá-lo, ou seja, o encontro dos sujeitos para cumprir a tarefa comum de saber agir. É no diálogo que os sujeitos se encontram para *ser mais*. Na prática, o diálogo caracteriza a educação problematizadora como aquela realizada **com** os alunos, uma vez que é inerente à dialogicidade o agir **com** alguém sobre alguma coisa; portanto, faz-se necessário partir daquilo que é familiar ao aluno, pois dessa forma ele poderá participar efetivamente do processo.

Por isso, o ato de educar começa quando o professor se pergunta em torno do quê vai dialogar com os alunos. Esta inquietação em torno do conteúdo do diálogo é a inquietação em torno do conteúdo programático da educação. Segundo Delizoicov (1982:86), "*a experiência existencial do educando é o ponto de partida da educação problematizadora, que o considera num contexto de vida (numa realidade) passível de ser conhecido e modificado*". Portanto, o que o professor precisa fazer é propor aos alunos, como problemas, situações concretas que por sua vez, o desafiem, exigindo assim respostas, não só no âmbito intelectual, mas também no âmbito da ação (Freire, 1987). Estabelece-se assim uma prática educativa dialógico-problematizadora e, portanto investigativa-ativa.

Uma prática de ensino-investigativa possibilita ao professor trabalhar tanto com as concepções prévias dos alunos como na perspectiva de resolução de problemas; estes, como se sabe, são os eixos orientadores dos PCN para a ação docente em CN&T. Segundo os PCN (1997:117):

É necessário que os modelos trazidos pelos alunos se mostrem insuficientes para explicar um dado fenômeno, para que eles sintam

necessidade de buscar informações e reconstruí-los ou ampliá-los. Em outras palavras, é preciso que **os conteúdos a serem trabalhados se apresentem como um problema a ser resolvido** (grifos nossos).

Os conteúdos de CN&T a serem trabalhados, mesmo no nível escolar das SIEF, precisam ser apresentados como um problema a ser resolvido. Assim, o professor estará promovendo a desestabilização dos conhecimentos prévios, criando situações em que se estabeleçam os conflitos necessários para a aprendizagem. Poderá fazer isso colocando para os alunos um problema relacionado à C&T, vinculado à realidade concreta cuja resolução passe pela coleta de novas informações, pela retomada de seu modelo de pensamento e pela verificação do limite deste (Brasil, 1997b:117).

Para isso, o professor necessita aprender a distinguir quais questões são problemas para si próprio, quais têm sentido em seu processo de aprendizagem das CN&T, e quais terão sentido para os alunos. Ou seja, deve aprender a distinguir entre as questões que de fato mobilizam para o diálogo e para a aprendizagem -- um problema com potencial gerador -- e daquelas que não mobilizam. *“Uma questão só é um problema quando os alunos podem ganhar consciência de que seu modelo não é suficiente para explicá-lo. A partir de então, podem elaborar um novo modelo mediante investigações e confrontações de idéias orientadas pelo professor”* (Brasil, 1997b:119, grifos nossos). Portanto, a educação dialógico-problematizadora como abordagem no ECN&T busca promover não apenas uma mudança conceitual, mas também um envolvimento produtivo em termos de ciência e tecnologia.

Ao solucionar problemas, os alunos compreendem quais são as idéias científicas e tecnológicas necessárias para sua solução e praticam vários procedimentos. Podem utilizar diferentes domínios de idéias em diferentes situações, desenvolvendo-se desde o início da escolaridade no âmbito da C&T.

Assim, através da abordagem dialógico-problematizadora em ECT, não apenas colocaremos problemas para serem resolvidos, como

também problematizaremos situações que envolvam C&T, e que muitas vezes são aceitas por seus usuários como prontas e acabadas. A partir do entendimento de que “*problemas são aquelas situações que apresentam dificuldades e para as quais não se tem respostas prontas*” (Gil Pérez & Vadés Castro, 1997), torna-se necessário assumir uma conduta de investigação também no escopo da escolaridade inicial. Portanto, podemos dizer que a educação dialógico-problematizadora em ECT é um processo potencializador de elaboração e resolução de problemas por meio da investigação.

Para desencadear um processo investigativo, faz-se necessário que o aluno tome para si sua aprendizagem de maneira que esta se torne *seu problema*, para então estimulá-lo à elaboração de hipóteses e ao desenvolvimento de estratégias na procura de respostas adequadas ao problema (Carvalho e Lima, 2002). No processo de levantamento de hipóteses e desenvolvimento de estratégias de resolução, cabe ao professor dar as orientações, o que implica na participação ativa de todos os envolvidos.

Para operacionalizar esse processo dialógico-problematizador no ensino de CN&T, buscamos suporte no modelo didático-metodológico de Delizoicov e Angotti (1990). Por ser composto por três etapas distintas, geradoras e sustentadoras da interação dialógico-problematizadora, os autores definem três momentos pedagógicos -- e nós acrescentamos -- problematizadores. As características de cada um deles são as seguintes:

Problematização inicial (PI): Carrega um recorte temático definido previamente pelo professor e se apresenta como um **desafio concreto** ou **problema a resolver**. Neste momento, não fornecemos respostas às dúvidas dos alunos, apenas explicitamos o significado que tem para nós o desafio proposto, problematizando os entornos da situação desafiadora com o intuito de envolver os alunos na busca da solução para o desafio apresentado.

Organização do Conhecimento (OC): É neste momento que o professor problematiza com os alunos os conhecimentos científicos e tecnológicos

produzidos e disponíveis, relacionados com a problematização inicial. Desta forma, tensiona as contradições explicitadas pelas visões de mundo dos alunos com os conhecimentos escolares (no escopo do científico e tecnológico) com o intuito de romper com as situações-limite identificadas no primeiro momento. É aqui que trabalhamos com os conceitos científicos e tecnológicos necessários para a resolução do desafio proposto inicialmente sob a forma de conteúdos escolares de CN&T. É claro que eles precisam ser organizados conceitualmente e destacamos que esta tarefa é de responsabilidade do professor.

Aplicação do Conhecimento: Aqui, propomos para os alunos, um outro problema de alguma forma relacionado com o inicial. Este também é o momento em que avaliamos processualmente a aprendizagem dos conhecimentos científicos e tecnológicos abordados. Ou seja, colocamos os alunos frente a problemas cuja resolução requer a operacionalização dos conhecimentos estudados na aula. Desta forma, temos elementos de avaliação do aprendizado do aluno assim como do processo de desenvolvimento da aula. A natureza da resolução elaborada pelos alunos pode se tornar um bom indicativo para os próximos planejamentos.

Além desses três momentos pedagógicos (organizadores do trabalho escolar nas aulas), propusemos um tema de casa, ou seja, uma Tarefa Extraclasse (TE), ao final de algumas aulas. Ao fazermos isso, estamos concordando com DEEUA (2002:4) ao colocar que: "*Sem dúvida, as horas do dia escolar são muito escassas e o tempo que um professor pode dedicar a um aluno individualmente é limitado. [...] As tarefas escolares são muito importantes porque podem melhorar o raciocínio e a memória das crianças*" (In: Mallmann, 2004, tradução da autora). A idéia com a qual concordamos é que o processo de escolarização não se faz somente no período escolar (presencialmente). Assumimos que são necessárias para o desenvolvimento dos alunos tarefas envolvendo os conceitos científicos e tecnológicos apreendidos na escola e que devem ser realizadas também no período em que se encontram fora dela. Ao fazê-las em suas casas, os alunos envolverão seus pais ou responsáveis, explicando o que e porque estão fazendo determinada tarefa. Assim,

estarão estendendo e problematizando os conhecimentos apreendidos na escola para suas vidas cotidianas.

Segundo Mallmann (2004), uma das razões para se propor TE consiste no fato de que estas podem ajudar os estudantes a recuperar e praticar o que aprenderam na aula. Nesse sentido, diz a autora, parece sustentável organizar as TE como atividade que permita a retomada, por exemplo, dos conceitos abordados nas aulas, compilando-as pelo seu caráter reflexivo em relação ao planejamento implementado. Assim, os resultados destes momentos (TE) também são considerados nas análises do processo educativo.

3.4 -- Métodos e Técnicas para coleta de dados

Durante o desenvolvimento dos passos cíclicos da IAE, pode-se fazer uso de diversas técnicas e métodos para a coleta dos dados. Dentre elas, destacamos os utilizados por nós:

- **diários** (fechados em focos de observação pré-determinados, ou seja, no contexto da IAE nas aulas): têm a função de descrever e relatar as atividades curriculares de CN&T, as temáticas abordadas, os aspectos científicos e tecnológicos do contexto escolar e as condutas dos sujeitos envolvidos, entre outros. Foram construídos sob a forma de relatos, interpretações auto-reflexivas e reflexivas, buscando responder, pelo menos parcialmente, algumas das questões de pesquisa elencadas;
- **perfil**: trata-se de um quadro no qual são feitas anotações, no tempo didático das aulas, sobre as atividades escolares de CN&T, os recursos e materiais didáticos utilizados. Utilizamos o perfil também para incluir aspectos contextuais dos diários, proporcionando assim uma visão mais contextualizada e real da situação durante o período das aulas;
- **análise de documentos**: proporcionam o entendimento das informações gerais da realidade escolar, das questões e problemas estruturais. Por exemplo: programas dos conteúdos de ECN; cadernos

de CN dos alunos; planos das aulas de CN dos professores, provas e trabalhos escritos de CN já aplicados;

- **dados eletrônicos de áudio e vídeo:** captam e cristalizam aspectos momentâneos da situação escolar. Por exemplo, no contexto de IAE nas aulas de CN&T, recorreremos aos seguintes aspectos visuais: a distribuição física da sala de aula, os trabalhos em grupo dos alunos, a organização dos alunos e do professor, a conduta do professor quando se dirige aos alunos nas aulas de CN&T;
- **comentários sobre a atividade:** consistem na observação de um aluno ou de grupo de alunos enquanto trabalham em uma tarefa escolar de CN&T. A observação foi feita durante aproximadamente 5 minutos, de forma que os alunos não percebessem ou não interrompessem suas atividades escolares. Foi descritiva, evitando juízos de valor e interpretações relacionadas apenas com o trabalho acadêmico, evitando também expressões genéricas do tipo: “trabalham bem”, “muito proveitoso”, “foi válido”;
- **triangulação:** tem como função básica reunir e “cruzar” informações e informes sobre a mesma situação realizada, vista e analisada de diversos ângulos ou perspectivas para comparar e contrastar. Ao compararmos os diversos informes, pudemos destacar os aspectos que *diferiram*, *coincidiram* ou se *opuseram*. Por exemplo: como no grupo tínhamos mais de um professor, triangulamos as versões dos diários e as informações sob a forma de comentário escrito e enviado eletronicamente sobre a atividade escolar de CN&T ocorrida; diferentes anotações de aulas de alunos sobre um mesmo assunto e opiniões sobre fotografias de uma mesma situação escolar;
- **entrevistas:** servem para validar ou não resultados importantes de pesquisa, obtidos ao longo do processo de IAE nas aulas de CN&T. Na forma de diálogos entre os envolvidos, guiados por questões de pesquisa, parcialmente já respondidas nos diários, permitiram confirmar resultados importantes.
- **observação participante:** teve por função potencializar não apenas a observação focada, mas também a participação ativa no contexto das

aulas de CN&T nas SIEF. Foram implementadas sob a forma de docência compartilhada, através da colaboração docente em momentos de resolução de problemas e atividades em grupo dos alunos.

3.5 - Estratégia de enfrentamento da situação-problema

Para auxiliar na resolução do nosso problema de investigação-ação escolar, consideramos conveniente destacar o que Nouvel (2001) propõe para solução de um problema:

O ataque de um problema se faz sempre por questões singulares. **O termo problema indica assim de maneira bastante vaga uma região de questionamentos. No interior dessa região, um grande número de questões podem ser imaginadas e formuladas.** A solução eventual dessas questões constituirá um esclarecimento do problema (p.72, grifos nossos).

A estratégia apresentada pelo autor de formular questionamentos no interior da região do problema torna-se um caminho bastante interessante, pois ao ir respondendo tais questões estaremos elaborando resposta(s) para o nosso problema de IAE. Além disso, tais questões podem ser utilizadas em diferentes momentos do trabalho de investigação. Desse modo, apresentamos o que denominamos de Questões Dialógico-Problematizadoras (QDP) da nossa preocupação temática.

Para isso, consideraremos os elementos que Kemmis e McTaggart (1987) definem como essenciais numa situação escolar em CN&T: professores, estudantes, tema de estudo e contexto. Segundo os autores *“toda situação educativa implica **alunos** e **professores** e toda educação se aplica a **algo** ou **sobre algo**, a **algum tema de estudo**, assim como toda educação tem lugar em **um contexto**”* (p. 122, grifos e tradução nossos). Aconselha-se que as questões elaboradas envolvam sempre dois dos quatro elementos. Assim, os envolvidos nessa situação educativa são:

Professores => professoras das 4^a Séries do EF de duas escolas públicas de Florianópolis, SC.

Estudantes => alunos das 4^a séries do EF de duas escolas públicas de Florianópolis, SC.

Tema => organização e integração dos componentes científico e tecnológico nas atividades curriculares de CN&T das SIEF;

Contexto => aulas de CN&T das SIEF.

Para nós, as QDPs têm a função de contribuir para a resolução do problema e a produção das soluções para cada uma exige ações como observações, diálogos com os professores envolvidos e planejamento e implementação de aulas de CN&T nas SIEF. Por isso, tínhamos essas questões sempre presentes ao realizar todos os passos da IAE.

Dessa forma, confirmamos o escrito de Nouvel (2001) citado anteriormente, pois realizamos um “*ataque ao problema por questões singulares*”. O conjunto viável-possível dessas soluções singulares, geradas pela demanda das QDPs, constitui o esclarecimento mais amplo do problema. Portanto, as QDPs apresentadas a seguir servirão de guia para o planejamento e implementação das aulas de CN&T nas SIEF; além disso, serão consideradas também na análise dos dados.

As questões singulares são dialógico-problematizadoras, porque têm potencial para gerar e consolidar interações desta natureza entre os envolvidos no processo de ensino-investigativo em CN&T. Tais interações podem ser sustentadas pelas QDPs no escopo dos conteúdos de CN&T e das situações existenciais concretas das aulas. Sobre a relação direta entre o diálogo e o conteúdo deste, Freire (1987:83) comenta: “*um processo dialógico é a inquietação em torno do **conteúdo do diálogo**, que é também a inquietação em torno do **conteúdo programático da educação***” (grifos nossos).

Por isso, acreditamos que, ao elaborar as QDPs para guiar nosso ensino-investigativo em CN&T, estamos abrindo possibilidades para dialogar em torno do conteúdo programático da ECT. Assim, considerando os elementos definidos anteriormente, as QDPs que guiaram nossa prática investigativa são:

3.5.1 -- Questões Dialógico-Problematizadoras (QDP)

- ✓ Os professores reconhecem que a prática escolar nas SIEF é incipiente, em termos dos componentes científico e tecnológico?
- ✓ Os professores habilitam os estudantes na perspectiva da ECT?
- ✓ Os estudantes participam ativamente das aulas que envolvem os conhecimentos científico e tecnológico?
- ✓ Que temas, envolvendo conhecimentos científicos e tecnológicos, os estudantes têm estudado?
- ✓ Qual a interface dos componentes científico e tecnológico no âmbito das SIEF?
- ✓ Os professores operacionalizam nas aulas os componentes científico e tecnológico previstos nos PCN-CN?
- ✓ Os espaços escolares, impregnados pelos resultados de C&T existentes na escola, são conhecidos e ocupados pelos professores e estudantes?
- ✓ As aulas de CN&T contribuem para o desenvolvimento da leitura e da escrita dos alunos envolvidos?
- ✓ Qual a configuração do espaço escolar das SIEF, com a organização e integração dos componentes científico e tecnológico?

Para exemplificar com mais detalhe o uso das QDPs, assim como os métodos e técnicas de coleta de dados que se justificam no trabalho escolar investigativo, passamos a descrever a investigação-ação inicial realizada junto a uma turma de 4^a série do EF em uma escola pública de Florianópolis/SC. A partir dessas experiências, foi feita uma análise inicial dos dados coletados neste ciclo investigativo, análise esta que serviu de referência para o replanejamento do segundo ciclo, apresentado no capítulo 4.

3.6 - A Investigação-Ação Inicial – Diagnóstico

Tendo por objetivo fazer um diagnóstico da realidade das aulas de CN&T, desenvolvemos, na 4ª série do EF de uma escola pública de Florianópolis, em Santa Catarina, um trabalho inicial de observação participante, utilizando algumas das técnicas de coletas de dados descritas acima (diários, perfil, entrevistas e análise de documentos). Nosso intuito foi o de fazer uma investigação-ação inicial em torno das temáticas que são ensinadas e apreendidas nas aulas de CN&T, verificando como isso tem ocorrido. Isso nos permitiu fazer um diagnóstico inicial da situação escolar, potencializando um trabalho de IAE no escopo da colaboração escolar. Os dados obtidos foram considerados essenciais para o início do desenvolvimento do trabalho escolar em CN&T objetivando a organização e integração dos componentes científico e tecnológico.

Para direcionar o trabalho na busca de soluções para o nosso problema, definimos alguns focos para as observações, visando buscar as informações que julgamos necessárias. Estudamos o programa de conteúdos de ciências para as SIEF da referida escola e constatamos que este já estava atualizado segundo as orientações dos PCN. Contudo, a ação docente não contemplava o componente tecnológico, pois os conteúdos de CN trabalhados não envolviam tais aspectos. Por outro lado, constatamos que os alunos já utilizavam microcomputadores ligados em rede para realizarem suas tarefas extraclasse, sendo que isso foi constatado quando o foco de observação eram as “fontes de pesquisa dos alunos”. Podemos confirmar nos registros de aulas:

Foi possível observar que os alunos utilizam a internet para pesquisar. A maioria dos alunos pesquisou na internet e disseram que foi difícil encontrar o assunto; isso mostra que eles não sabem **onde** buscar as informações (Registro nosso de 05/08/02).

As pesquisas apresentadas pelos alunos foram feitas nos sites de entidades como moradiaecidadania.com.br, e um dos alunos

citou como fonte o buscador google.com.br (registro nosso de 26/08/02).

No foco “conteúdos de ensino”, constatamos que o ensino de CN&T nas séries iniciais continua bastante centrado no ensino de Biologia, com muita ênfase em Ecologia. Ao consultarmos os cadernos dos alunos e acompanharmos algumas aulas, foi possível verificar os conteúdos estudados, dentre eles as características da Floresta Amazônica, uma visitação ao zoológico, as entidades de proteção ao meio ambiente e, no momento da realização da investigação-ação inicial, um projeto sobre destino e acondicionamento de lixo. Aproveitamos o ensejo e propusemos o planejamento de uma atividade curricular no contexto do projeto, com o objetivo de integrar os conhecimentos tecnológicos aos conhecimentos científicos.

3.6.1 - O Planejamento

Assumimos a necessidade do planejamento como guia para a ação a ser implementada nas aulas de CN&T. Ao mesmo tempo, destacamos que a observação e a reflexão são importantes instâncias da verificação desta implementação. Dito de outra forma, um planejamento elaborado e monitorado sistematicamente pode potencializar um ensino-investigativo em CN&T. Para isso, as aulas seguiram a organização didático-metodológica descrita acima. Cabe destacar que o planejamento ora exemplificado foi elaborado e implementado com os alunos e a professora regente da turma da 4ª série do EF da escola mencionada anteriormente durante o desenvolvimento da investigação-ação inicial.

Exemplar de planejamento

[10]² *Problematização Inicial*

Escreva em seu caderno por que o leite de caixinha (longa vida) pode permanecer fora da geladeira antes de ser aberto (mostrar uma caixa Tetra Pak de leite).

[55] *Organização do Conhecimento*

a) Abrir uma caixa de leite, procurando identificar os materiais que foram utilizados na produção da mesma;

b) Explicar a composição das caixas “longa vida” destacando que o alumínio reflete até 95% da radiação infravermelha do sol e que, juntamente com as camadas de papelão e polietileno, funcionam como isolantes térmicos;

c) Medir e explicar a diferença de temperatura (para essa tarefa, indicamos colocar ao sol uma caixa Tetra Pak com água e uma embalagem plástica de leite com água e medir a temperatura usando um termômetro de aquário);

d) Ler o texto “Caixas de leite podem proteger telhado” (Ferreira 2002) e destacar os conceitos: reaproveitamento e material poluente.

Texto para os alunos

Caixas de leite podem proteger telhado

Embalagens 'longa vida' funcionam como isolantes térmicos.

Seis bilhões de caixas tipo 'longa vida' são produzidas anualmente pela multinacional Tetra Pak - o equivalente a cerca de 400.000 m² de isolante.

As caixas de leite tipo 'longa vida' podem ser reaproveitadas para a confecção de material de construção como isolante térmico de telhados. Quem garante é o engenheiro civil industrial Luis Otto Faber Schmutzler, também

² Tempo, em minutos, planejado para a realização de cada momento da aula.

pesquisador da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Além de reaproveitar um material poluente (uma embalagem de leite pode levar até cem anos para se decompor), a proposta de Schmutzler soluciona de forma econômica o problema das altas temperaturas em construções que usam telhas de cimento-amianto, como casas populares, oficinas e escolas públicas.

A partir de caixas de leite previamente abertas e unidas umas às outras, o engenheiro desenvolveu uma manta que é colocada sob as telhas a uma distância média de dois centímetros destas. O alumínio das caixas reflete até 95% da radiação infravermelha do Sol. A face de alumínio das caixas fica voltada para baixo, por motivos estéticos, mas o mesmo resultado é obtido se ela estiver voltada para cima. Com a técnica, é possível diminuir em até 10°C a temperatura do interior das casas - o que representa um conforto razoável.

Geralmente, casas populares de famílias de baixa renda são construídas com telhas de cimento-amianto que, além de mais baratas que as telhas cerâmicas, requerem uma estrutura de madeira reduzida, o que também barateia a construção. No entanto, essas telhas absorvem muito calor e, expostas ao sol, podem atingir até 70°C, superaquecendo o interior das casas. "A população economiza na construção, mas não imagina os transtornos do calor e a péssima qualidade de vida que ele gera", diz Schmutzler. Segundo ele, o problema pode se tornar ainda mais crônico com a presença das lajes. "O calor que vem das telhas é absorvido pelo concreto das lajes e mantém o ambiente interior abafado durante toda a noite."

A curiosidade foi a principal arma do pesquisador para idealizar o novo isolante. Ao abrir uma embalagem, Schmutzler percebeu que o material da caixa lembrava outro, caro e importado, que ele havia utilizado para proteger do calor sua casa de praia. Uma caixa de leite é composta por quatro camadas de polietileno (tipo de plástico), uma de papelão e uma de alumínio, e foi este último que se transformou no grande trunfo do engenheiro, já que o material importado é composto por 95% de alumínio. "O custo de uma manta, que desempenha função semelhante à do material importado, é muito inferior, pois ela é feita a partir de embalagens destinadas ao lixo".

Além de desenvolver conceitualmente seu experimento, Luis Schmutzler pretende agora divulgá-lo junto a prefeituras. A idéia é estabelecer um sistema de coleta seletiva e ensinar a população a construir por si só as mantas isolantes. (*Pablo Pires Ferreira, Ciência Hoje/RJ*).

[15] *Aplicação do Conhecimento*

Proponha uma forma de reaproveitar as caixas de leite, de forma que o material continue sendo utilizado como isolante térmico.

Tarefa Extraclasse

Confeccione um protetor solar para o pára-brisa de um carro com caixas de leite.

Material necessário: aproximadamente 10 caixas de leite; fita adesiva e dois pedaços de elástico

Um modo de fazer: abrir as caixas de leite na emenda; retirar uma fina camada eliminando as propagandas e uni-las com fita adesiva.

3.6.2 -- Ação – Implementação e Integração dos componentes científico e tecnológico

Implementamos uma atividade curricular (duas aulas) de CN&T na 4ª série no EF, seguindo o planejamento descrito anteriormente. Para isso, lançamos mão de um produto tecnológico (caixa de leite longa vida) estudando não somente seu processo de fabricação, mas também sua função social, numa perspectiva CTS, no âmbito de um projeto de produção e destino de lixo na escola, nas aulas de CN&T. Abordamos conceitos científicos (isolamento térmico, radiação térmica, temperatura, por exemplo) e tecnológicos (processos UHT de conservação do leite, embalagem Tetra Pak, composição das diversas camadas da caixa longa vida, por exemplo) como processo e produto da ciência e tecnologia.

Neste processo, é essencial considerar as limitações reais, assumir a flexibilidade do planejamento e, conseqüentemente, a abertura para mudanças que se façam necessárias. Trata-se de uma ação que, sendo observada, é registrada; por isso, antes de atuar procuramos delimitá-la pelo tipo de resposta que necessitávamos buscar, focando-a nas questões de pesquisa.

Nesta aula de CN&T fizemos isso, vinculando o planejamento a dois focos de pesquisa; desta forma, investigamos áreas delimitadas de nossa preocupação temática durante o desenvolvimento da aula. Dito de outra forma, recortamos nosso foco de observação para uma determinada ação. Por exemplo, na aula de CN&T que ora analisamos, os focos de observação foram os seguintes: *“a) Os estudantes participam ativamente nas aulas envolvendo os conhecimentos científicos e tecnológicos? b) É possível integrar os componentes científicos e tecnológicos nas aulas de CN&T das SIEF?”*

Concluimos que, nesta ação, contemplamos a integração dos conhecimentos científico e tecnológico na perspectiva da ECT proposta e defendida por nós. Acreditamos ter contribuído para a formação de um cidadão mais participativo e consciente. Com capacidade para *“identificar relações entre conhecimento científico, produção de tecnologia e condição de vida”* e *“compreender a tecnologia como meio para suprir*

necessidades humanas, distinguindo usos corretos e necessários daqueles prejudiciais ao equilíbrio da natureza e ao homem” (PCN-CN, 1997b:30).

3.6.3 - A coleta de dados – Observação e Registro

Conforme sugestão das bibliografias de IAE consultadas (Kemmis e McTaggart, 1987; Elliot, 1991, Bravo e Eisman, 1994 e Feldman, 2000), registramos sempre num diário as anotações ao longo e logo após a ocorrência das aulas de CN&T. Os registros oriundos das observações do processo escolar têm efeitos nas instâncias da ação, assim como nas questões que recortam e potencializam as soluções planejadas. Dito de outra forma, o foco da observação estava centrado em questões de pesquisa que guiaram a ação escolar; portanto, os "feitos" no contexto da situação escolar em CN&T configuram-se como o conteúdo dos registros. Como exemplo de um registro de observação de uma aula de CN&T, destacamos o seguinte:

Foi possível observar que a participação foi efetivada em todas as etapas da aula. Os alunos questionaram e contribuíram com exemplos a aula toda. Na PI uma aluna, após pensar um pouco, falou: “professora, eu acho que é por causa desta coisa daí de dentro da caixa”. Então nós a questionamos se ela sabia o que era aquilo. Disse que não. Então sugerimos que mesmo assim escrevesse no caderno sua resposta.(...) Quando abordamos o conceito de isolante térmico, um aluno fez comparação com a garrafa térmica. (...) Os alunos ficaram impressionados com a idéia proposta no texto. Acreditamos ser possível a organização e integração dos conhecimentos científicos aos tecnológicos nas aulas de CN&T (registro nosso da aula de 07/10/2002).

A tarefa extraclasse também contribuiu para constatarmos o envolvimento dos alunos nas aulas de CN&T, pois todos os alunos trouxeram e apresentaram seus “protetores de pára-brisas de carro” confeccionados com as caixas de leite. Na apresentação, falaram sobre o

processo de construção e o envolvimento familiar nesta atividade. Disseram que para receber auxílio do pai, da mãe ou de um irmão mais velho, precisaram explicar o que, como e porque iriam fazer aquilo, tendo inclusive que explicar porque as caixas de leite iriam proteger do sol o interior dos carros.

Cabe-nos ressaltar ainda que, além de terem construído os protetores, se preocuparam com a questão estética do produto, fazendo desenhos, colando gravuras de paisagens ou até passando papel adesivo, deixando-os coloridos. Em quase todos os casos, o pai ou um familiar iria de fato usá-lo em seu automóvel (como nós mesmos usamos até hoje o exemplar produzido por nós naquela ocasião). Na nossa compreensão, o envolvimento familiar nas tarefas extraclasse de CN&T pode ser um bom indicador de que a relação CTS foi contemplada efetivamente.

3.6.4 - Resultados preliminares – Reflexão I

A reflexão no âmbito da IAE é responsável pelo movimento retrospectivo e rememora os aspectos problemáticos da ação implementada. Através da reflexão, mostramos o sentido dos processos, dos problemas, das soluções viáveis-possíveis e das restrições que têm se manifestado durante as aulas de CN&T. No intercâmbio de pontos de vista dos sujeitos sobre o vivido nas aulas de CN&T, a reflexão no escopo do grupo (tanto no âmbito da escola como no da universidade), conduziu à reconstrução dos significados das situações escolares e proporcionou uma base para o replanejamento. Esta é a instância organizativa da análise dos dados coletados, pois é a produção do conhecimento em ECT que origina e sustenta o processo de IAE nas aulas de CN&T nas SIEF.

Sendo a IAE uma investigação sistemática para melhorar o ensino e a aprendizagem (Feldman e Copabianco, 2000), destacamos como resultado preliminar neste processo de investigação-ação inicial a necessidade de mudanças orientadas nas aulas de CN&T nas SIEF. O destaque desta necessidade é o fato de que, no desenvolvimento do

projeto sobre lixo, propusemos à professora regente um planejamento envolvendo os componentes científico e tecnológico. Mas percebemos que a professora não compartilhou conosco o problema que estávamos investigando, pois manteve a ênfase dada ao projeto, direcionando a aula à preservação do meio ambiente ao invés de privilegiar a discussão e apreensão de conceitos científicos e tecnológicos envolvidos nos processos de produção e acondicionamento de lixo.

Isso fez com que, no próximo ciclo do trabalho (apresentado e analisado no capítulo 4), propuséssemos para as aulas de CN&T um trabalho mais direcionado em termos didático-metodológicos. Ou seja, não trabalhando apenas na perspectiva daquilo que a professora regente poderia oportunizar, em termos de “espaço” dentro de “seu” planejamento e seqüência de conteúdos, para a organização e integração dos componentes científico e tecnológico. Ao invés disso, planejamos colaborativamente aulas de CN&T de forma que contemplássemos tanto os conteúdos do programa que ainda seriam estudados quanto a integração do componente tecnológico.

Assim, após compartilharmos a preocupação temática com um grupo de professores, alunos, orientador e colaboradores, estudamos o programa escolar de CN&T (anexo) e propusemos um conjunto de aulas, organizado sob a forma de seqüência didática, com o intuito de integrar aos conceitos científicos os tecnológicos.

CAPÍTULO 4: Organização e integração dos componentes científico e tecnológico nas aulas de CN&T das SIEF

É a educação o elemento-chave para a construção de uma sociedade da informação e condição essencial para que pessoas e organizações estejam aptas a lidar com o novo, criar e, assim, garantir seu espaço de liberdade e autonomia. A dinâmica da nossa sociedade requer educação continuada ao longo da vida, que permita ao indivíduo não apenas acompanhar as mudanças tecnológicas, mas sobretudo inovar. No Brasil, até mesmo a educação básica ainda apresenta deficiências marcantes (Takahashi, 2000:07).

4.1 – Introdução

Neste capítulo, após estabelecermos as parcerias apresentamos os planejamentos das seqüências didáticas I e II e, a partir de sua implementação, fazemos as análises dos resultados coletados (reflexão II e III). A partir dos diálogos, dos dados e dos registros efetuados pelas professoras e por nós, buscamos responder as QDPs.

Entre as conclusões desta etapa destacamos: a participação ativa dos alunos em todas os momentos das aulas; a melhora no processo de leitura, escrita e interpretação dos alunos; a relação entre aulas de CN&T, Língua Portuguesa e Matemática e, principalmente, a integração dos componentes científico e tecnológico nas aulas de ciências.

Por fim, fechamos este ciclo investigativo apresentando as conclusões reflexivas acerca dos efeitos das ações nas práticas profissionais e sociais e apontando novos desafios visando novas investigações.

4.2 -- Estabelecendo as parcerias no contexto escolar das SIEF

Este trabalho foi desenvolvido através de uma parceria estabelecida entre universidade e escola, com um grupo de professores e alunos das 4ª s séries do EF na Escola Estadual Getúlio Vargas, na cidade de Florianópolis, SC, durante o ano de 2003. No primeiro momento, fomos à escola para fazer o que consideramos a investigação-ação inicial II e, em conversa com a diretora, falamos dos objetivos do trabalho. Frente às nossas colocações, a diretora, que também era professora das séries iniciais, sugeriu-nos atuar junto às 4ª s séries, pois acreditava que iríamos ter mais sucesso nestas turmas devido às temáticas propostas para o trabalho.

Assim, combinamos que, em data marcada por ela, retornaríamos à escola para apresentar, por escrito, nossa proposta inicial de trabalho às professoras que atuavam nas 4ª s séries para o compartilhamento do problema de investigação. Esse encontro ocorreu no mês de abril de 2003 e nesta ocasião, conforme sugerido pela direção da escola, entregamos para cada professora nossa proposta inicial de trabalho para as aulas de CN&T nas SIEF. O referido documento contém o problema de investigação, objetivos, justificativa e um cronograma inicial de trabalho (ANEXO). Dessa forma, além de estabelecer as parcerias para esse empreendimento educacional, iniciamos o processo de investigação-ação inicial referente àquela realidade escolar, a qual passamos a apresentar.

4.2.1 - Investigação-ação Inicial II

O processo de investigação-ação inicial começou já no primeiro encontro realizado com as professoras e a diretora, quando do estabelecimento das parcerias. Como resultado deste encontro, registramos em nosso diário:

Do documento entregue para discussão com as professoras das 4^a séries e a direção, apenas o cronograma gerou polêmica. Isto porque a escola intensifica esforços para o dia das mães. Diante disso, mostramos nossa disposição em flexibilizar o cronograma inicial proposto. Tomamos conhecimento da programação de ciências para as SIEF da escola e da expectativa da direção para que todas as três professoras das 4^a séries se envolvessem com o projeto. Ficou acertado que a professora Flora³ teria contato direto conosco e que interagiríamos em suas aulas. Um dos motivos para isso é o fato da turma ser composta por alunos com dificuldades de aprendizagem e repetentes (registro do primeiro encontro com as professoras).

Conforme o estabelecido, passamos a interagir com os alunos da professora Flora no turno matutino e confirmamos as informações referentes às características da turma. Realmente, ela acomoda alunos repetentes e com algumas dificuldades, principalmente em relação à leitura e à escrita.

Para buscar outras informações visando o planejamento e a implementação da primeira seqüência didática, fizemos alguns contatos com a professora Flora e realizamos observações participantes nas aulas de ciências. Para isso, estabelecemos focos para direcionar nossas observações e registros. Os focos foram: (a) *quantas aulas são gastas para cada item do programa?* (b) *quais são os materiais didáticos utilizados pela professora para guiar os planejamentos?*(c) *os alunos utilizam livros didáticos de CN&T?*

Em conversa com a professora Flora, buscamos responder duas das questões acima e registramos o seguinte:

A média de tempo para cada item é de três aulas e as professoras estão seguindo a seqüência dos conteúdos em seus tempos, conforme o programa. Em relação à segunda questão, a professora falou que utiliza livros de CN de 1^a a 8^a séries. E ainda, pelo fato do programa ter sido atualizado conforme os

³ Utilizamos sempre o primeiro nome das professoras, com permissão das mesmas.

PCN, busca orientações de conteúdos com professores de Física e Biologia (registro de 30/04/2003).

A informação sobre o tempo destinado para cada item do programa de conteúdos é necessária para nos orientar na proposição do planejamento das aulas que comporão as seqüências didáticas. Já em relação aos materiais utilizados para guiar os planejamentos, buscávamos saber quais fontes de conhecimentos científicos eram utilizadas e descobrimos que eram livros didáticos que compunham as coleções das diferentes editoras, fornecidas pelo Ministério da Educação.

Neste momento da investigação-ação inicial, definimos mais um foco para observação: *quais são os exercícios resolvidos pelos alunos nas aulas de CN&T?* Para tanto, fomos à escola nos dias das aulas de ciências da turma da professora Flora e consultamos os cadernos dos alunos. Verificamos que os exercícios resolvidos são de "fixação do conteúdo", como por exemplo: *O que são células?* A resposta apresentada nos cadernos dos alunos eram cópias literais do texto trabalhado pela professora em aula. Ainda foi possível observar que o conteúdo de CN&T é composto por textos e questionários. Os textos são escritos no quadro pela professora e copiados no caderno pelos alunos. Não conseguimos identificar a bibliografia utilizada; apenas foi possível perceber que tanto os textos quanto os exercícios deveriam estar sendo retirados de livros didáticos, hipótese confirmada, posteriormente, em conversa informal com a professora.

Na semana seguinte (em 14/05/2003), fomos à escola em horário combinado com as professoras. Neste dia não haveria aula, pois o tempo era reservado para planejamento e escolha do livro didático que seria adotado no próximo ano. Quando chegamos na escola, as três professoras estavam reunidas na sala de aula e fomos informados por elas que já haviam acertado o planejamento. Na prática, elas apenas localizam os assuntos já trabalhados e fazem uma previsão temporal do próximo assunto; não costumam problematizar e sistematizar previamente o planejamento das aulas. Como estavam analisando os livros didáticos,

colaboramos na escolha dos de Matemática, Ciências e Língua Portuguesa.

Ainda conforme o combinado anteriormente, fizemos uma explicitação da nossa perspectiva didático-metodológica de organização e implementação das aulas de CN&T. Distribuímos uma cópia do texto sobre os momentos pedagógicos (Angotti e Delizoicov, 1990) e explicamos que organizamos as aulas de CN&T nesta perspectiva. As professoras disseram não conhecer esta proposta, cabendo destacar que, em alguns dos livros didáticos escolhidos por elas, as orientações didáticas também adotavam esta perspectiva metodológica.

Conforme nosso cronograma estabelecido, apresentamos uma cópia da primeira versão da seqüência didática, com o detalhamento das aulas de CN&T que visavam dialogar sobre os conteúdos abordados. Como não houve nenhuma objeção, ficou combinado que iniciáramos a implementação das aulas duas semanas após esta data, na turma da professora Flora. Ficou acertado ainda que iríamos compartilhar os planejamentos elaborados com as outras duas professoras das 4ª s séries (Dulce e Fabíola), prática que já era comum entre elas. Isto propiciou a implementação da seqüência didática nas diferentes turmas na mesma semana.

A partir deste momento, passamos a freqüentar com regularidade as aulas de CN&T junto à turma da professora Flora no turno da manhã, fazendo observações participantes contemplando três QDPs, que são:

- *Os professores operacionalizam nas aulas de CN&T os componentes científico e tecnológico?*
- *Os professores habilitam os estudantes na prática escolar na perspectiva da ECT?*
- *Que temas envolvendo os conhecimentos científicos e tecnológicos os estudantes têm estudado?*

Com o intuito de buscar respostas preliminares, realizamos as observações durante dois dias de aula de CN&T, totalizando quatro aulas de quarenta e cinco minutos. Registramos o seguinte:

Neste dia, os alunos trabalharam em grupos de 5; cada grupo deveria preparar um trabalho

para apresentar. Os conteúdos de CN&T destas aulas giravam em torno da sexualidade humana, com foco nas características físicas e sexuais das meninas e dos meninos. Percebemos que os avanços e produtos tecnológicos relacionados à sexualidade, os métodos contraceptivos, por exemplo, não são estudados (registro de 16/05/2003).

Como resultado, apontamos que os conceitos tecnológicos não são objetos de estudo dos estudantes, porque as pesquisas bibliográficas realizadas durante o período daquela aula foram feitas apenas nos livros didáticos de ciências disponibilizados pela professora e estes não apresentavam esse enfoque.

Contudo, durante os estudos extraclasse, os alunos foram em busca de mais informações. Constatamos isso nas apresentações dos resultados finais dos trabalhos dos alunos. Eles abordaram o processo de desenvolvimento sexual, os métodos contraceptivos e as doenças sexualmente transmissíveis. Foi possível verificar que alguns produtos tecnológicos foram abordados, como podemos confirmar no seguinte registro:

Um grupo apresentou e explicou como usar a camisinha. Outro falou sobre o processo de menstruação, mostrando o absorvente OB (absorvente do tipo tampão que é usado internamente); disseram do que é feito e como se usa (registro de 23/05/2003).

Foi possível perceber, nesta aula de ciências, que os alunos utilizaram os produtos tecnológicos para estudar os conceitos acerca destes. Mas, apesar de demonstrarem muita curiosidade, o que também é esperado face à natureza prática destas atividades, os conhecimentos tanto científicos quanto tecnológicos são bastante superficiais. Acreditamos que nestas aulas poderiam ser abordados mais sistematicamente conceitos relativos, por exemplo, às propriedades dos preservativos e absorventes, os materiais de que são feitos e suas funções, abordando inclusive as conseqüências sociais e para a saúde.

Assim, concluímos que, apesar da professora não ter operacionalizado nas aulas os componentes tecnológicos integrados aos

científicos, os alunos foram capazes de contemplá-los superficialmente em seus estudos extraclasse, o que mostra sua disponibilidade para o aprendizado de tais conceitos.

4.3 – Planejamento da Seqüência Didática I

Esta seqüência didática (SD) foi planejada durante a realização da investigação-ação inicial II e em colaboração com as professoras. Partimos de uma temática presente no programa de conteúdos, pelo fato de nossas ações indicarem que assim teríamos mais chances de concretizar mudanças. Se, ao propor novas ações desconsiderássemos a organização das professoras ou da escola, estas chances diminuiriam consideravelmente, devido à necessidade de cumprimento do programa estabelecido. A partir da temática **Cadeia Alimentar**, organizamos atividades escolares que integraram CN&T contemplamos os seguintes itens do programa de conteúdos:

- 4 -- a) Movimentos da Terra ;
 - b) Utilização da energia solar;
 - c) Influência do sol sobre os elementos do meio;
 - d) Saúde e bem estar;
 - e) Alimentos; fonte energética básica para os seres vivos;
- 5 -- a) Energia e o trabalho na vida humana;
 - b) Processos de produção, fontes, algumas formas de energia e;
 - c) As conseqüências sociais, culturais, políticas, ambientais e econômicas da construção de hidroelétricas e termoelétricas.

Como podemos ver nas aulas apresentadas a seguir, trabalhamos conceitos como a produção de energia e suas transformações, redes, ambientes, transformação e conservação dos alimentos, fluxo de energia e ciclo de materiais, entre outros, buscando contemplar os conteúdos estabelecidos no programa.

Buscamos organizar a SD integrando os conhecimentos tecnológicos aos científicos, problematizando com estes o contexto social

e os objetos tecnológicos presentes no nosso dia-a-dia. Para tanto, desenvolvemos atividades experimentais das quais os alunos participaram ativamente fazendo parte da simulação ou manipulando objetos reais.

As aulas foram organizadas nos momentos pedagógicos descritos e exemplificados no capítulo 3. Assim, o planejamento era destinado ao professor⁴, sendo que: no primeiro momento (Problematização Inicial) a ação do professor era sempre de instaurar o diálogo problematizando o tema com o intuito de buscar os conhecimentos prévios dos alunos acerca dos conteúdos a serem estudados. Para isso, o professor, ao escrever no quadro o desafio da aula, deverá lê-lo e explicá-lo para que todos os alunos tenham a compreensão do que se busca. O professor poderá elaborar novas questões em torno do desafio e em torno das respostas dos alunos. Cabe destacar que orientamos os alunos a escrever no caderno tanto o desafio quanto sua resposta que, ao final da atividade poderá ser reelaborada.

No segundo momento (Organização do Conhecimento), as ações são do professor, pois é tarefa dele apresentar de maneira organizada e sistematizada os conhecimentos científicos e tecnológicos. Assim, ele deverá dirigir as ações de maneira dialógico-problematizadora, confrontando os conceitos científicos e tecnológicos com os conhecimentos prévios dos alunos. Neste momento, o professor deverá, inclusive, direcionar a leitura dos textos que serão distribuídos para os alunos, destacando nestes as definições dos conceitos científicos e tecnológicos.

No momento final (Aplicação do Conhecimento), a ação volta a ser do aluno. O professor apenas orienta e fornece as informações necessárias para o entendimento do desafio mais amplo. Assim, se estabelece um processo contínuo de avaliação, vivido ao final de cada aula, já que neste momento a operacionalização da tarefa pelo aluno requer a utilização dos conceitos estudados na aula.

⁴ Estamos considerando aqui, as professoras responsáveis por suas turmas e a professora mestranda que implementou todas as aulas planejadas na turma descrita anteriormente.

Portanto, a avaliação escrita proposta ao final da SD serviu mais para cumprir as formalidades da escola do que para a ECT em questão. Mas é obvio que influenciou na média final do trimestre. Assim, passamos a apresentar o planejamento das aulas que compõem a SD I.

4.3.1 -- Planejamento das aulas

Planejamento da aula 1 -- Tempo total: 90 min

[15]⁵ Problematização Inicial

O que os seres vivos (plantas, pessoas e outros animais) precisam para poder andar, crescer, se reproduzir, enfim viver? (conforme a orientação, este questionamento deverá ser escrito no quadro pelo professor e copiado pelo aluno em seu caderno).

[60] Organização do Conhecimento

[15] Explicar as regras da atividade de simulação “Jogo da Cadeia” (Revista CHC, nº82, em anexo);

[30] Desenvolver a atividade no pátio e realizar a primeira problematização do conceito de cadeia alimentar (priorizar na abordagem conceitual o conceito de ambiente);

[15] Construir a seguinte tabela no quadro com os dados obtidos na atividade:

⁵ O número entre colchetes representa o tempo planejado para cada etapa da atividade. As aulas tinham um tempo de 45 minutos cada, portanto as aulas-faixa totalizavam 90 minutos.

JOGO DA CADEIA ALIMENTAR			
Rodada	Produtor (planta)	Consumidor primário (herbívoro)	Consumidor secundário (carnívoro)
1ª			
2ª			
3ª			
4ª			
Total			

[15] Aplicação do Conhecimento

Analisar a tabela e explicar o que aconteceu na atividade "Jogo da cadeia". (Esta atividade também deverá ser escrita no quadro pelo professor, copiada e respondida pelo aluno em seu caderno).

Planejamento da aula 2 -- Tempo total: 90 min

[15] Problematização Inicial

Escreva um exemplo de cadeia alimentar relacionada com a sua alimentação, ou seja, que inclua você, usando três espécies de seres vivos (a profª. deverá observar se as cadeias criadas pelos alunos começam com um produtor).

[60] Organização do Conhecimento

Distribuir o Texto I para os alunos;

Ler e efetivar a segunda problematização do conceito-chave de cadeia alimentar (priorizar na abordagem conceitual os conceitos de rede e ambiente), destacando:

- a) produção de energia (relacionada à atividade de realizar trabalho) em plantas e animais;
- b) fluxo de energia e ciclo de materiais;
- c) redes de relações.

Texto I para os alunos

Relações alimentares

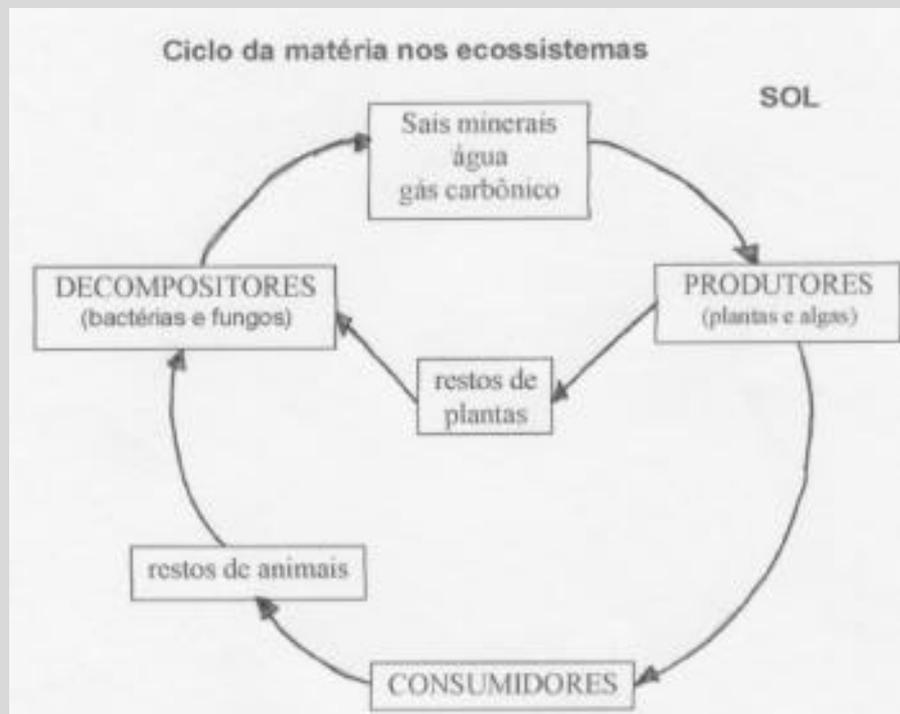
Os seres vivos podem se relacionar de acordo com o tipo de alimento que cada um consome. Podemos representar as relações entre eles da seguinte forma:

milho → galinha → gambá

Nesta representação, o sentido da seta vai do alimento para quem o come: a galinha come o milho e o gambá come a galinha. Como o alimento é fonte de energia para as atividades realizadas pelo organismo, as setas indicam como ela é transferida de um ser vivo para outro. Esse tipo de representação é chamado **cadeia alimentar**.

As plantas iniciam as cadeias alimentares porque, ao realizarem fotossíntese produzem seu próprio alimento. Graças a isso, as plantas e algas são consideradas **produtores** nas cadeias alimentares. Já o segundo lugar na cadeia alimentar é, em geral, ocupado por um **animal herbívoro**, ou seja, aquele que se alimenta de plantas. Do terceiro lugar em diante, em geral, são **animais carnívoros**, que se alimentam de carnes. Os animais herbívoros e carnívoros são considerados **consumidores** porque não são capazes de produzir seu próprio alimento.

Todas as cadeias alimentares, num ecossistema, têm consumidores especiais chamados de fungos e bactérias. Esses seres vivos alimentam-se, principalmente, de restos de plantas e animais, que eles decompõem, devolvendo ao ambiente, substâncias úteis para as plantas, como sais minerais, água e gás carbônico. Ficam no final das cadeias alimentares e são chamados **decompositores**, garantindo o **ciclo da matéria**.



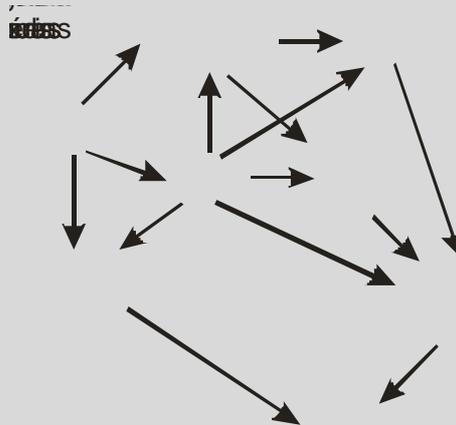
Em um ambiente, animais e vegetais se inter-relacionam formando uma rede de “fios”, semelhante ao de uma teia de aranha. Um conjunto de várias cadeias alimentares que interagem, é chamado de **Teia alimentar** ou **Rede de relações**. (Wolff e Martins, 2001).

[15] *Aplicação do Conhecimento*

Texto II para os alunos

No mar do pólo Sul, o plâncton é alimento de pequenos peixes e do krill, um pequeno camarãozinho que vive em grande número nos mares gelados da Antártica. O krill é alimento de peixes pequenos e grandes, de pássaros marinhos, de pingüins, focas e lulas, além da baleia azul, que também se alimenta de plâncton. Pequenos peixes são devorados por peixes maiores e por lulas. Os dois últimos servem de alimentos para pingüins e focas. Quando pingüins, focas e baleias morrem, seus corpos são decompostos por fungos e bactérias.

Isso parece muito enrolado? Então, retire desta rede as cadeias alimentares que estão inter-relacionadas.



Fonte: Telecurso 2000, aula 34 de CN.

Tarefa Extraclasse (o aluno deverá fazer para entregar)

1. Construa uma **cadeia alimentar** de um ambiente aquático;
2. Construa uma **rede de relações** de um ambiente terrestre;
3. Qual a diferença entre uma cadeia alimentar e uma rede de relações?

Planejamento da aula 3 -- Tempo total: 45 min

[05] *Problematização Inicial*

Por que as cadeias alimentares começam pelos vegetais?

[30] *Organização do Conhecimento*

[15] Explicar o processo de fotossíntese (utilizar como base o texto "relações alimentares", estudado na aula anterior);

a) Pirâmide de energia (distribuição dos seres vivos de uma cadeia alimentar em níveis de energia decrescente – parte da energia é utilizada pelo ser vivo, outra é liberada ao ambiente em forma de calor e outra é transferida para o animal que o devora);

b) Fluxo de energia (as setas numa cadeia alimentar representam a energia sendo transferida de um ser vivo ao seu consumidor; deve-se considerar a quantidade de energia como na pirâmide);

[10] Aplicação do Conhecimento

Monte uma cadeia alimentar e faça a pirâmide de energia e o ciclo da matéria.

Planejamento da aula 4 -- Tempo total: 90 min

[10] Problematização Inicial

Como os alimentos que comemos se transformam em energia para podermos andar, estudar, enfim, para vivermos?

[60] Organização do Conhecimento

[20] Implementar os passos 1, 2, 3 e 4 da Atividade Experimental “O que acontece no estômago ?” (conforme roteiro anexo);

[20] Ler o texto:

Texto I para os alunos

Explicação sobre a atividade

O ambiente do nosso estômago é ácido. Quando vomitamos, sentimos na boca esse gosto azedo. Quando você coloca vinagre (um líquido ácido) nos dois alimentos, pode observar o que acontece no seu estômago. O leite talhou, mas continuou sendo leite. A clara de ovo era líquida, passou a ser sólida, mas continuou sendo clara de ovo. Isso é só o começo da digestão.

No estômago, esse dois alimentos, como muitos outros depois de sofrerem a ação do ácido, são atacados por certas substâncias, **os fermentos**. Os fermentos são produzidos pelas paredes do estômago e ficam dissolvidos no suco ácido. Agora sim, o leite e a clara se transformam. As substâncias

presentes nesses alimentos foram decompostos pelos fermentos digestivos e se transformam em substâncias orgânicas mais simples. Em energia para vivermos. (Tosi, 2003).

[20] Ler o texto II e destacar os conceitos de trabalho, energia e transformação dos alimentos.

Texto II para os alunos

O trabalho e a energia

É a energia que faz um motor funcionar, uma planta florescer, um animal pular, uma lâmpada acender. Para tudo precisamos de energia: para enxergar, comer, pensar, correr, dormir, dar risada, ouvir uma música... Mesmo sem perceber, estamos sempre fazendo alguma coisa. Nosso corpo trabalha sem parar.

O **trabalho** está diretamente relacionado com a **energia**. Para a ciência, energia é a capacidade de realizar trabalho. O funcionamento do nosso coração, o de um aparelho de som ou o de uma turbina são exemplos de trabalho. E todo trabalho precisa de energia para ser realizado.

A energia é obtida de várias fontes. O Sol envia luz e calor para a Terra. O calor, por exemplo, é uma forma de energia. Para conseguir a energia necessária à manutenção da vida, nós nos alimentamos. Os alimentos são transformados dentro do nosso corpo e assim obtemos a energia de que precisamos. Os alimentos servem como combustível para o funcionamento do corpo e também para a realização de todas as nossas atividades.

Quando praticam exercícios físicos, os atletas gastam energia, que é repostada com uma boa alimentação. (Nigro, 2001).

[20] Aplicação do Conhecimento

Complete o passo 6 do roteiro (Por que precisamos ter uma alimentação variada?).

Tarefa Extraclasse

Faça uma observação em sua casa e responda as questões abaixo (esta tarefa deverá ser entregue):

- 1) Há algum alimento que os fungos e as bactérias estão decompondo? Quais?
- 2) Há algum alimento que os fungos e bactérias não estão decompondo? Quais?
- 3) Explique porque isso está ocorrendo.

Planejamento da aula 5 -- Tempo total: 45 min

[10] *Problematização Inicial*

Como é possível guardar alimentos por longo tempo sem que os fungos e bactérias os decomponham?

[25] *Organização do Conhecimento*

[10] Apresentar algumas embalagens de alimentos desidratados (banana passa, sopa, leite em pó), outros em conserva (ervilha, massa de tomate) e congelados (lasanha, carne...); identificar as diferenças destes em relação aos alimentos *in-natura*.

[15] Ler o texto abaixo:

Texto I para os alunos

FATORES QUE INFLUEM NA CONSERVAÇÃO DOS ALIMENTOS

Enlatados, frios, laticínios e outras guloseimas, são tratados antes de chegar às nossas casas pelas indústrias de alimentos. Diferentes processos são utilizados para evitar a ação de microrganismos decompositores, de enzimas e do ar nos alimentos. Mesmo em nossas casas, recorremos a procedimentos artesanais para conservar carnes, frutas, legumes, leite... Conservar alimentos implica usar técnicas capazes de dificultar o contato dos microrganismos, criar um meio desfavorável à reprodução e ao desenvolvimento desses microrganismos, reduzi-los ou eliminá-los totalmente.

Para produzir alimentos que duram por mais tempo, são usadas substâncias químicas que por serem adicionadas aos alimentos, são chamadas de **aditivos**. Há diferentes tipos de substâncias químicas empregadas na modificação e conservação dos alimentos:

Acidulantes dão sabor azedo ao alimento;

antioxidantes (como a vitamina C) protegem contra a ação do oxigênio atmosférico;

aromatizantes ou flavorizantes dão sabores naturais ou artificiais;

conservantes dificultam a ação dos microorganismos;

corantes modificam a aparência do produto;

espessantes modificam a consistência do produto;

estabilizantes dificultam a modificação do produto;

edulcorantes dão sabor doce;

umectantes dão aspecto úmido ao produto.

Associado a tudo isso, estão também, as embalagem à vácuo, tetra pak, latas, vidros e plásticos especiais para cada tipo de produto. Ainda, processos de desidratação, permitem fazer alimentos em pó. Sem falar na técnica mais antiga de conservação de alimentos, a defumação.

Embora seja melhor consumir alimentos frescos e sem aditivos, não há como negar que o uso de produtos químicos e processos tecnológicos são importantes. Pois, graças a esses avanços da ciência e da tecnologia, há mais alimentos disponíveis para o consumo. Afinal, as substâncias químicas diminuem a quantidade de alimentos que estragam e não podem ser consumidos. Também, tornam possível o transporte de comida até locais distantes, já que ela demora mais a estragar. (ABEGG, 2003, adaptado de Lima, 1999).

[10] *Aplicação do Conhecimento*

Identifique nos rótulos os ingredientes ou processos que ajudam a conservar os alimentos (distribuir três rótulos de produtos diferentes para cada grupo de três alunos).

Tarefa Extraclasse -- (esta tarefa deverá ser entregue)

1) Verifique em sua casa quais alimentos estão sendo conservados pelas inovações científicas e tecnológicas.

Planejamento da aula 6 -- Tempo total: 90 min

[15] *Problematização Inicial*

Como os alimentos produzidos no campo chegam até a nossa mesa?

[55] *Organização do Conhecimento*

Construir no quadro três redes:

- 1) representando a trajetória dos alimentos industrializados desde sua produção na lavoura, passando pelo processo de industrialização, pelos centros de distribuição e pelos supermercados até chegar à nossa casa. Destacar os meios de transporte utilizados para isso;
- 2) representando a trajetória dos alimentos *in-natura* (frutas, legumes e carnes) desde o produtor, passando pelos centros de distribuição, fruteiras e açougues;
- 3) representando a trajetória de outro alimento como o pão (produtor, distribuidor, nossa casa).

[20] Aplicação do Conhecimento

Escreva um texto dizendo o que você considera necessário para distribuir os alimentos de forma a combater a fome nos diferentes ambientes do nosso país (esta atividade deverá ser entregue).

Planejamento da aula 7 -- Tempo total: 90 min

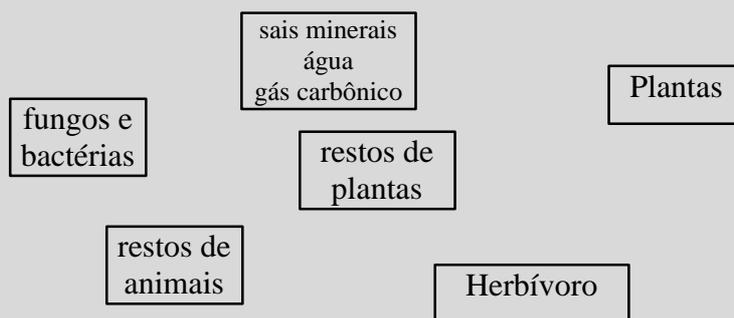
Avaliação Escrita

ALUNO(A) _____

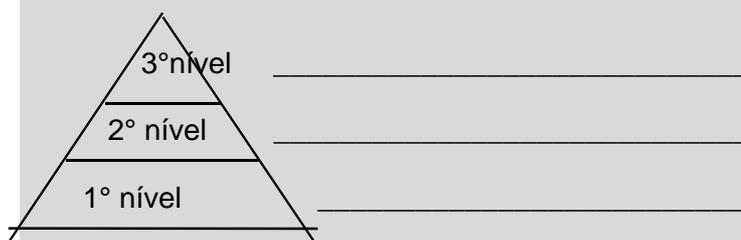
1) Monte uma cadeia alimentar.

Resposta: _____

2) Coloque as setas representando as duas possibilidades do ciclo dos materiais.



3) Monte a pirâmide de energia da cadeia alimentar (capim => boi => leão).



Em qual nível da pirâmide existe maior quantidade de energia disponível?

Resposta: _____

4) Responda:

a) O que representam as setas em uma cadeia alimentar?

Resposta: _____

b) O que é uma cadeia alimentar?

Resposta: _____

c) Por que precisamos termos uma alimentação variada?

Resposta: _____

5) Monte uma rede de relações.

6) Escolha um alimento que você costuma comer e construa o caminho que ele percorreu até chegar a sua casa.

7) Como podemos conservar os alimentos?

8) Qual aula desenvolvida pela professora Ilse você mais gostou?

Resposta _____

Por quê? _____

O que nós estudamos nessa aula?

Resposta: _____

4.3.2 - Implementação da Seqüência Didática I -- Ação

A seqüência didática I foi implementada entre os dias 30/05 e 02/07, ou seja, durante o primeiro semestre de 2003, o que coincidiu com o término do primeiro semestre das aulas na escola, ou seja, com o início das férias de julho. Cabe destacar que, durante todas as aulas ministradas por nós, a professora responsável pela turma sempre se fez presente. Isso mostra o caráter colaborativo que se estabeleceu nas aulas.

Seguindo as orientações da Investigação-ação escolar, sempre tínhamos conosco um caderno pequeno que usávamos como "diário". Fazíamos nele os registros, segundo o andamento da aula e o foco de observação para cada aula, descrevendo algumas situações que respondiam ou não às QDPs que escolhemos para orientar nossa implementação das aulas planejadas anteriormente.

Ainda, no início das atividades na escola, solicitamos às professoras que também fizessem registros explicitando o que funcionou e o que não funcionou nas aulas implementadas por nós e por elas nas demais turmas envolvidas. Assim, poderíamos fazer a triangulação dos dados coletados durante a implementação da seqüência didática. Mas só conseguimos recolher alguns poucos relatos referentes às aulas planejadas e

implementadas na primeira etapa, pois as professoras não tinham o hábito de fazer registros sobre as aulas ministradas; apenas faziam registros dos conteúdos estudados. Mesmo assim, os dados destes serão utilizados para a análise do trabalho implementado.

4.3.3 -- Análise dos resultados – reflexão II

Tomamos como base para análise nesta etapa, os dados referentes à implementação das aulas da primeira seqüência didática, dados estes que são fruto dos registros feitos por nós, pelas professoras, pelos alunos e oriundos do diálogo que desenvolvemos com as professoras ao final desta etapa investigativa.

A partir de duas QDPs, dialogamos com as três professoras das 4ª s séries envolvidas neste trabalho, buscando confirmar alguns dados para fazermos a triangulação. Utilizamos para isto o recurso de gravação em fita cassete, com o consentimento das referidas professoras. Logo depois, fizemos a transcrição e destacamos os aspectos que diferiram, coincidiram ou se opuseram, a partir dos diferentes dados obtidos. Com o intuito de organizar nosso diálogo e obter respostas mais precisas, reescrevemos as duas QDP de forma mais direta para as professoras. Apresentamos, a seguir, a primeira das duas QDP, sua reescrita e a análise feita:

1. Os estudantes participam ativamente das aulas que envolvem os conhecimentos científico e tecnológicos?

Reescrita: Melhorou ou piorou o envolvimento (aprendizagem) dos alunos nas aulas? Em que aula ou atividade foi possível observar isso?

Podemos perceber que a participação dos alunos foi efetivada em diversos momentos, o que pode ser conferido nos diferentes registros elaborados: "*os alunos participaram o tempo todo respondendo a todas as atividades propostas*" (registro nosso da aula 1); "*eles participaram o tempo todo e responderam a todas as atividades propostas*" (transcrição do diálogo); "*Hoje, os alunos mantiveram-se interessados na pesquisa*

feita pela mestrande Ilse sobre a energia e a transformação dos alimentos" (registro da prof. Flora referente à aula 4); "*Nesta aula, os alunos manusearam os rótulos de produtos oferecidos pela professora Ilse e demonstraram interesse quando foi solicitada a leitura dos ingredientes. Quando os nomes eram de aditivos químicos, eles questionavam: o que é isso?*" (registro da Prof. Flora referente à aula 5).

Acreditamos que o forte interesse dos alunos nas aulas se deve à organização didático-metodológica que escolhemos para organizar e implementar nossas aulas. O fato de desenvolvermos aulas em momentos dialógicos-problematizadores, propondo aos alunos questões desafiadoras garantiu a participação ativa dos mesmos. Todas as aulas planejadas e implementadas, mesmo após as alterações feitas pelas professoras em outras turmas, previam a participação direta dos alunos, ora como participantes no "jogo", ora manipulando produtos e objetos, em busca de definições para os conceitos envolvidos nas aulas. Assim, acreditamos ter gerado mudanças nas aulas e nas relações escolares, pois a participação ativa dos alunos se tornou perceptível durante o andamento das mesmas.

Analisando o indicativo positivo da ação docente proposta e tendo como base o princípio da ECT - *propor momentos de problematização inicial dos conhecimentos trazidos pelos alunos, acoplados aos de sistematização e avaliação dos conhecimentos científico e tecnológico, contextualizando suas dimensões sociais* - podemos afirmar: a aprendizagem dos alunos foi efetivada através da valorização dos seus conhecimentos prévios e dos conceitos científicos e tecnológicos trabalhados em sala de aula. O aspecto da contextualização realizada foi bem incorporado pelos alunos, em especial na realização das atividades propostas (Brasil, 1997a).

O referido acoplamento entre os momentos de sistematização e avaliação dos conhecimentos científico e tecnológico pôde ser verificado durante as atividades, versando sobre o processo de transformação dos alimentos no nosso estômago, as técnicas e processos tecnológicos utilizados para a conservação dos alimentos e as influências do uso de aditivos químicos na saúde e na disponibilidade de alimentos.

Outro dado que também foi possível obter nos registros e no diálogo com as professoras diz respeito ao desenvolvimento da aprendizagem dos alunos. A professora Flora afirmou a apropriação de conceitos por parte dos alunos envolvidos aconteceu de uma forma mais elaborada, dizendo que: *“houve assim uma apropriação, houve uma aprendizagem significativa porque eles levaram mais em conta a formação de conceitos, relacionando sempre a fatos da vida deles”* (transcrição do diálogo). Questionada sobre em que aula ou atividade de CN&T foi possível perceber isso, ela falou: *“a que trabalhamos com os rótulos. Ah! Não posso esquecer da experiência do ovo também, que foi fora de série”* (transcrição do diálogo).

A professora Fabíola reafirma estes dados quando diz que seus alunos se envolveram tanto que a todo momento ficavam fazendo relações: *“Hoje em dia eles fazem comentários assim comigo na hora do recreio: Vou gastar minhas energias, mas não se preocupe que já vou repor, tá!”* (transcrição do diálogo). Isso mostra como os alunos incorporaram os conceitos trabalhados nas aulas para suas vidas cotidianas. Dessa forma, podemos concluir que as aulas de CN&T contribuíram para o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos, assim como acreditamos que, ao trabalhar os conhecimentos científicos e tecnológicos, geramos mudanças nos conteúdos escolares, possibilitando uma incorporação destes em suas vidas práticas.

Com base nas respostas obtidas para a QDP em questão, chegamos à conclusão de que as aulas planejadas e implementadas exigiam uma participação ativa dos alunos, os quais responderam à altura, participando, respondendo aos questionamentos nas problematizações iniciais com exemplos e questionamentos e ainda adotando a atitude de resolver os problemas propostos, principalmente no primeiro e terceiro momentos da aula. Tendo isso presente, consideramos que os conteúdos de CN&T tiveram relevância para a vida pessoal e social dos alunos, contribuindo para a problematização e tomada de decisões responsáveis (Santos, 1999; Santos e Mortimer, 2000 e Brasil 1997a), contemplando assim, na prática, um princípio da ECT.

A segunda QDP escolhida para esta etapa de avaliação foi:

2. As aulas de CN&T contribuem para o desenvolvimento da leitura e da escrita dos alunos envolvidos?

Reescrita: Essas aulas ajudaram ou não na leitura e na escrita dos alunos?

Essa questão teve muito significado, pois as professoras das 4^a s séries com as quais atuamos têm uma grande preocupação com a escrita e a interpretação dos alunos, principalmente na turma com a qual interagimos. Conforme nossa afirmação anterior, a grande maioria destes alunos apresenta muitos erros de escrita e dificuldades na compreensão do que lêem. A constatação foi feita nas atividades de leitura e resolução dos problemas propostos, principalmente no momento pedagógico da Aplicação do Conhecimento, como podemos confirmar no registro: "*Na realização do AC, tive que ajudá-los a fazer as análises, fazendo questionamentos para incitá-los a pensar sobre os dados da tabela*" (registro nosso da aula 01). Isso se repetiu em outras aulas, como nesta, registrada por nós:

Iniciei a AC fazendo a primeira cadeia alimentar. Neste momento, os alunos também demonstraram dificuldades. Acredito que eles não conseguem ainda olhar para o todo e identificar as partes. Somente após explicações (individuais e coletivas) é que compreenderam e fizeram o AC (registro nosso da aula 2).

Mesmo assim, confirmamos que foi possível estabelecer avanços no desenvolvimento da leitura e da escrita, como podemos observar nas palavras da professora Fabíola:

Na leitura e na escrita e, eu acho, na interpretação e na necessidade de eles se colocarem com as palavras deles e não com as palavras do texto. Isso eu percebi bastante, porque normalmente sempre quando a gente fazia perguntas, a pergunta já era mais direcionada ao texto e eles faziam cópia. **Eu senti que agora já não é mais aquela cópia igualzinha do texto. Não!** É mais diante da

discussão, daquilo que o colega disse e que eles trouxeram e que eles responderam as perguntas. **Até o vocabulário deles aumentou, começaram a utilizar outros termos** (transcrição do diálogo e grifos nossos).

Deve-se considerar também a fala da professora Flora, que se refere, principalmente, aos alunos da turma em que atuamos:

Eu também tenho percebido, assim, que a concentração em ouvir o que o amigo está falando, no respeito na fala do amigo, que sabe que aquilo poderá acrescentar para eles. **A leitura, a interpretação, vem tudo relacionado. Isso eu senti, que houve um crescimento não só para os alunos, mas como para mim também**, que consegui de uma aula da Ilse fazer algo na universidade (no curso de pedagogia da UNIVALI, onde curso a 5ª fase). Então, tanto acrescentou para mim como professora, como aluna, como para meus alunos (transcrição do diálogo e grifos nossos).

Portanto, podemos afirmar que as aulas de CN&T que implementamos contribuíram para o desenvolvimento da leitura e da escrita, assim como para o desenvolvimento da competência para realizar tarefas, pois as atividades de ciências nas SIEF preocuparam-se em dar aos alunos condições de desenvolver, de forma integrada, sua capacidade de expressão (Carvalho, 1998). Acreditamos que isso é resultado da forma como propusemos as leituras. Ou seja, elas foram orientadas e direcionadas, durante a etapa de organização dos conhecimentos científicos e tecnológicos das aulas. Assim, concordamos com Salema e Afonso (2001) quando afirmam que a relação entre um melhor desempenho no processo de compreensão textual e a compreensão e o desenvolvimento de conceitos e competências científicas é um aspecto referido na leitura, como justificativa para a necessidade de inserção da compreensão textual no ensino de ciências.

Por fim, outro dado significativo que destacamos desta etapa, é a utilização das aulas de CN&T para trabalhar conteúdos de outras

disciplinas, como matemática e língua portuguesa, como fez a prof^a . Flora a partir do planejamento da aula 1:

No período vespertino eu [Flora] fiz a mesma atividade [referindo-se à aula 1] com meus alunos **e aproveitei para explorar a matemática com resolução de problemas e português, utilizando-me de alguns seguimentos da aula de ciências.** Trabalhei os números das plantas, dos animais, utilizando situações-problema envolvendo operações de multiplicação e divisão; aproveitando o interesse dos alunos com os grupos de fitas (azul, verde e vermelho), **conseguimos trabalhar também conteúdos de português, como:** substantivos próprio e comum; simples e composto; primitivo e derivado; singular e plural; feminino e masculino e coletivo (registro referente à aula 1, grifos nossos).

Ainda, a relação entre as aulas de ciências e de língua portuguesa, por exemplo, também pode ser feita quando o professor propõe aos alunos a leitura de livros paradidáticos que trata do tema estudado nas aulas de CN&T (Carvalho, 1998). No caso específico do trabalho implementado, esta relação infelizmente, passou a não existir no segundo semestre, quando as aulas de ciências foram substituídas pelas de língua portuguesa e matemática. No relato da implementação da segunda seqüência didática, analisaremos mais detidamente como não foi possível mudar esta prática, bastante comum entre os professores das séries iniciais.

4.4 -- Planejamento da Seqüência Didática II

A segunda seqüência didática foi planejada seguindo as mesmas orientações didático-metodológicas da primeira, inclusive dando continuidade ao estudo dos conceitos científicos e tecnológicos abordados. Ou seja, mantivemos a ênfase na produção de energia e suas transformações, redes, ambientes, transformação e conservação dos alimentos, mas intensificamos as relações entre saúde e bem estar, ou seja, as relações sociais e ambientais.

Cabe destacar que a aula 4 (quatro) desta seqüência didática foi inserida devido à ocorrência de um "apagão" na ilha de Santa Catarina, transtorno que durou três dias. Esse episódio afetou a vida dos habitantes da ilha com a suspensão das aulas em toda a rede escolar e com o comprometimento de outros serviços coletivos como o abastecimento de água e o transporte coletivo, sendo que foram mantidas apenas as atividades consideradas essenciais, como o atendimento à saúde, segurança e emergências. Tal episódio contribuiu para o nosso trabalho, pois estava no contexto temático das nossas aulas (em anexo, apresentamos recortes de jornais sobre o episódio).

4.4.1 -- Planejamento das aulas

Planejamento da aula 1 -- Tempo total: 130 min

[20] Problematização Inicial

Enumere as figuras (anexo) de acordo com a quantidade de energia gasta para realizar as atividades ilustradas (esta tarefa pode ser realizada em grupo).

[80] Organização do Conhecimento

[40] Ler o texto abaixo:

Texto para os alunos

A dieta de Fernanda Keller

Fernanda Keller pratica o triatlo. Ela nada, anda de bicicleta e corre a pé, gastando muita energia. Os cuidados com a alimentação são muito importantes para o seu desempenho nos treinos e nas competições. Por isso ela precisa de uma alimentação variada e balanceada. A quantidade de calorias que precisamos ao longo de um dia depende das nossas atividades. “Se eu comesse só saladinha, não agüentaria o pique dos treinos. Gasto muita energia e preciso repô-la ao organismo. Por isso como carnes, massas, frutas e verduras”.

Os alimentos mais ricos em energia são as gorduras, os carboidratos e as proteínas. Quando compramos um alimento industrializado, podemos verificar a qualidade e quantidade de calorias na embalagem. O corpo humano usa preferencialmente os carboidratos como “combustível” e apenas utiliza as gorduras e as proteínas como alternativa. Mas, nosso corpo necessita também dos sais minerais e das vitaminas.

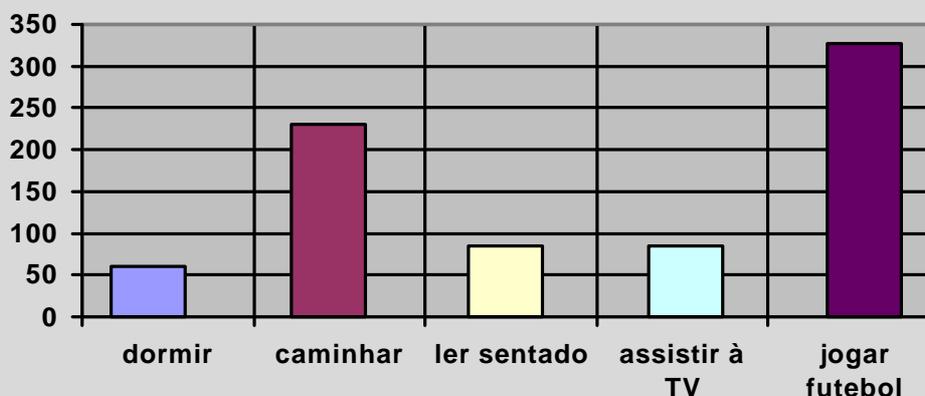
É muito importante cuidar do equilíbrio entre as calorias que gastamos e as que ingerimos por meio dos alimentos. Se comermos produtos com mais calorias do que gastamos, a energia excedente é armazenada em nosso corpo em forma de gordura, fazendo com que o nosso peso aumente. Aí, ficamos propensos a desenvolver doenças. Devemos sempre seguir uma dieta equilibrada, consumindo frutas e vegetais e não abusar de alimentos que contenham altas quantidades de açúcar e gordura.

Vamos descobrir quanta energia a atleta Fernanda Keller consome para nadar, andar de bicicleta e correr: Observe a tabela abaixo.

Consumo de energia	
Atividade	Gasto energético em 1 hora
Nadar	700 Calorias
andar de bicicleta	450 Calorias
Correr	900 Calorias

Ainda, analisando o gráfico abaixo, é possível conferir a quantidade de energia que o nosso organismo consome, em algumas atividades diárias.

Consumo de Cal em 1 hora (Cal/h)



(Fonte: Nigro, 2001).

[20] Identificar em embalagens de alimentos (saco de pão, pacotes de sopa, biscoitos etc.) os valores energéticos de cada um.

[20] Fazer, no caderno, os cálculos e responder quanta energia é consumida pelo triatleta, que nada durante meia hora, em seguida anda de bicicleta por 1 hora e depois corre a pé por mais 1 hora. Esta tarefa pode ser organizada em uma tabela como a seguinte:

Atividades	Tempo	Gasto energético
Nadar	½ hora	
Andar de bicicleta	1 hora	
Correr	1 hora	

[30] Aplicação do Conhecimento

Observe os quadradinhos (anexo) que mostram como foi a manhã de um menino chamado João e responda:

Quanta energia foi consumida por João nessa manhã? Pode-se sugerir ao aluno que monte uma tabela como a exemplificada abaixo:

Atividade	Consumo energético por hora	Tempo gasto na atividade	Consumo energético de João
Consumo total de energia			

Planejamento da aula 2 -- Tempo total: 90 min

[15] *Problematização Inicial*

Relacione as diferentes fontes e tipos de energia presentes na figura (anexo). (esta figura contém uma árvore, uma indústria, uma casa, uma padaria, um caminhão, um carro, uma bicicleta e postes na rua).

[45] *Organização do Conhecimento*

[30] Ler o texto abaixo:

Texto para os alunos

O que é energia?

A energia é um dos principais recursos do nosso planeta. Utilizamos a energia em quase todos os trabalhos que exercemos. Ela ilumina as nossas cidades, abastece os nossos carros, comboios, aviões, etc. É a energia que aquece as nossas casas, cozinha a nossa comida, permite-nos ouvir música e ver televisão. É ela que põe as máquinas e fábricas a funcionar.

A energia é definida como "a força do trabalho". Quando comemos os nossos corpos transformam os alimentos em energia. Esta é usada para trabalhar, brincar, correr, estudar, ler e em todas as outras atividades que exercemos.

Trabalhar implica movimento como, por exemplo, levantar, mexer, aquecer ou acender qualquer coisa ou objeto. Estes são apenas alguns dos muitos movimentos ou trabalhos que existem. Mas de onde vem a energia?

Existem várias fontes de energia, mas nós apenas vamos tratar da energia que faz o nosso planeta trabalhar. As formas de energia que vamos estudar são:

- Energia Solar
- Energia Eólica
- Energia Hidráulica
- Energia Nuclear
- Energia Geotérmica
- Combustíveis fósseis - Petróleo, Óleo e Gás Natural

Tudo o que acontece à nossa volta é provocado pela energia. Olha por uma janela. Se for de dia, o sol dá-nos luz e calor; se for de noite, as lâmpadas usam a energia elétrica para produzir luz. O carro que te leva para a escola ou para casa é abastecido com gasolina, um derivado do petróleo.

Os alimentos que comemos constituem energia que usamos para brincar ou estudar. Como podes ver a energia faz com que tudo aconteça.

(Fonte: <http://www.abcedaenergia.com/energiasvivas>).

[45] Aplicação do Conhecimento

Em grupos, confeccionar um cartaz sobre um tipo de energia, destacando:

- Fonte de energia
- Tipo de energia
- Suas aplicações
- Suas vantagens

Esta aula poderá ser fechada com a exposição dos cartazes nas paredes da sala.

Planejamento da aula 3 -- Tempo total: 90 min

[15] Problematização Inicial

Em seu caderno, responda: Como podemos comprovar que o sol fornece energia?

[45] Organização do Conhecimento

[30] Assistir ao vídeo “Mundo do Beakman”

[15] Fazer a síntese do vídeo: O sol é o responsável pela vida na Terra.

Ele emite a luz solar que ilumina a terra formando o dia e a noite. É a estrela mais próxima da Terra. Por esse motivo, ele parece maior e mais brilhante que as outras estrelas que são vistas à noite.

O sol emite energia que pode ser utilizada de diversas formas; uma delas é aquecendo coisas. O vídeo mostra uma forma de cozinhar alimentos com a energia solar.

[15] Aplicação do Conhecimento

Responda no caderno: Como podemos utilizar a energia solar em nossas casas?

Planejamento da aula 4 -- Tempo total: 45 min

[10] Problematização Inicial

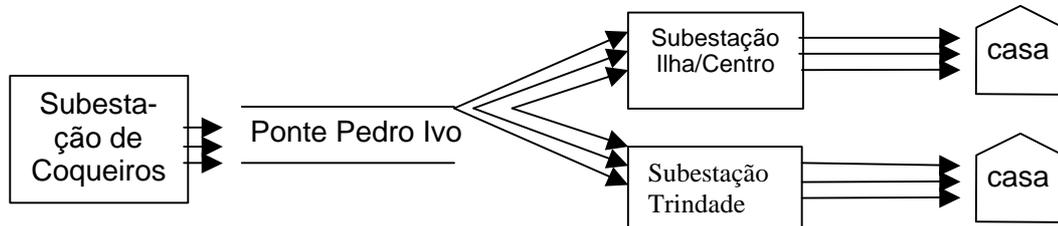
Como foi resolvido o problema do apagão na ilha?

[20] Organização do Conhecimento

Utilizando a figura (anexo), explicar como é feita a distribuição de energia elétrica, desde as usinas geradoras até as nossas casas.

[30] Aplicação do Conhecimento

Represente a rede elétrica que foi construída para resolver o problema do apagão na Ilha de Santa Catarina. (a rede emergencial construída foi o trecho entre a Subestação Coqueiros e as duas Subestações na ilha, que são: Ilha/Centro e Trindade).



Planejamento da aula 5 -- Tempo total: 135 min

[20] Problematização Inicial

Escreva, em seu caderno, alguns motivos pelos quais não podemos ficar expostos ao sol por muito tempo.

[100] Organização do Conhecimento

(40) Ler o texto abaixo:

Texto para os alunos

Verão, época de cuidados

Saiba porque seus pais se preocupam tanto em protegê-lo do Sol !

A estação mais esperada pela garotada já chegou: o verão, tempo de sol e férias escolares. Nesse período, muitas crianças gostam de ir à praia ou à piscina brincar com amigos. Resultado: a pele fica vermelha como um pimentão e dias depois começa a descascar. Já aconteceu com você? A chegada do verão traz também a velha preocupação dos pais em proteger os filhos dos efeitos do Sol.

Eles cismam, por exemplo, em limitar as brincadeiras à sombra dos guarda-sóis, em passar o protetor solar várias vezes e até em colocar uma camiseta. Pode parecer chato, mas você já parou para pensar nos motivos de toda essa preocupação? Por que se fala tanto nisso no verão?

A exposição exagerada e sem cuidados ao Sol é prejudicial à saúde e pode causar sérios problemas ao organismo. Queimaduras, envelhecimento rápido da pele, lesão nos olhos, desidratação, sardas e mesmo doenças mais graves, como o câncer da pele, são alguns exemplos. Isso ocorre porque, com a redução da camada de ozônio, os raios ultravioleta irradiados pelo Sol, atingem a Terra com maior intensidade. Esses raios, chamados UVA e UVB, podem ser nocivos à saúde. O câncer da pele é provocado por eles, que penetram em diferentes camadas da pele e provocam alterações nas células, que passam a se multiplicar de forma acelerada e desordenada. Se não for descoberta a tempo, a doença pode oferecer risco de vida.

Mas você não precisa deixar de se expor ao Sol. A exposição excessiva faz mal, mas por outro lado, a dosagem certa é uma aliada da nossa saúde. O Sol tem, por exemplo, a importante função de fixar a vitamina D em nosso organismo ou o cálcio nos ossos, para deixá-los mais fortes. Os médicos recomendam que se evite pegar sol no período das 10h às 16h, quando os raios ultravioleta são mais intensos.

É importante usar regularmente o protetor solar, com fator de proteção, (FPS) indicado para a sua pele. O protetor deve ser aplicado em casa 30 minutos antes da exposição ao Sol, sempre que sair da água e a cada duas horas de exposição contínua. Também é preciso ficar na sombra, usar chapéus e óculos de sol. Mas atenção! Ficar sob um guarda-sol é importante, mas não suficiente para se proteger, pois a radiação solar é refletida pela água, areia e concreto. E saiba que esses cuidados devem ser tomados durante o ano todo, pois os raios UVA e UVB continuam intensos mesmo no inverno ou em dias nublados.

Proteger-se desde criança é fundamental para manter a saúde da pele. Estima-se que, até os 18 anos, a pessoa tem um tempo de exposição solar maior que no restante da vida. E os efeitos da radiação dos raios UVA e UVB são cumulativos, ou seja, os danos causados à pele podem aparecer só muitos anos depois. Portanto, bronzear-se aos poucos é mais saudável, natural, bonito - e duradouro. Curta o sol de forma inteligente e aproveite o verão! (Cristina Souto, Ciências Hoje das Crianças, 25/01/01).

(20) Solicitar que os alunos respondam, baseados no texto, as seguintes questões (copiar e responder no caderno):

1. Por que nossos pais não nos deixam brincar ao sol? O que isto pode nos causar?
2. Quer dizer, então, que devemos nos esconder do sol?
3. Como aproveitar o sol sem nos prejudicarmos?

(20) Fazer a tabela abaixo, indicando os tipos de pele e as indicações dos fatores de proteção.

Tipos de pele	Características	Fator de proteção
Pele clara, olhos azuis, sardentos	Sempre se queimam e nunca se bronzeiam	FPS 30
Pele clara, olhos azuis, verdes ou castanhos claros, cabelos louros ou ruivos	Sempre se queimam e às vezes se bronzeiam	FPS 30
A média das pessoas brancas	Queimam-se moderadamente e bronzeiam-se aos poucos	FPS 30
Pele clara ou morena clara, cabelos castanhos escuros e olhos escuros	Queimam-se muito pouco e bronzeiam-se bastante	FPS 30
Pessoas morenas	Raramente se queimam e bronzeiam-se muito	FPS 15
Negros	Nunca se queimam e bronzeiam-se pouco	FPS 15

Fonte: Sociedade Brasileira de Dermatologia.

(20) Analisar os diferentes fatores de proteção solar e identificar o ideal para cada tipo de pele (para essa atividade, foi solicitado anteriormente que os alunos usuários de bloqueadores solares os trouxessem para a referida aula).

[15] Aplicação do Conhecimento

Qual o seu tipo de sua pele e qual o fator de proteção indicado para você? Isto significa que você pode ficar ao sol o dia inteiro?

4.4.2 - Implementação da Seqüência Didática II -- Ação

Após o recesso de julho, reestabelecemos o contato com as professoras da escola Getúlio Vargas para darmos continuidade aos trabalhos. Já no primeiro dia encontramos mudanças, como podemos confirmar em nosso registro:

Fomos à escola reestabelecer os contatos e, conforme o comunicado ainda no primeiro semestre, sabíamos que haveria mudanças. A partir de agora, não existe mais a unidocência nas quartas séries. Por isso, atuaremos com a professora Dulce, que ficou responsável pelas aulas de CN, GEO e HST em todas as quartas séries (registro nosso do dia 27/08/2003).

A escola se reorganizou e passou do sistema unidocente para a atuação por área de interesse. Frente a isso, as professoras solicitaram um tempo para a adaptação dos alunos, o que adiou nossa interação com eles em um mês. Mesmo assim, na segunda semana de aula, tivemos o primeiro encontro de planejamento desta etapa, agora com a professora Dulce.

Outra mudança que ocorreu foi a redução no número de aulas de ciências, como podemos ver:

A novidade maior, mas não surpresa, foi em relação ao número de aulas de ciências pois, com exceção da turma que estamos interagindo, todas sofreram diminuição de uma aula semanal. Portanto, as quartas séries agora dispõem de duas horas/aulas de ciências por semana (registro nosso do dia 27/08/2003).

É interessante destacar que as professoras respeitaram nosso trabalho e mantiveram, na turma onde atuávamos, o mesmo número semanal de aulas de ciências. Isso para nós foi um resultado significativo, pois muitas professoras, principalmente de escolas públicas, substituem no segundo semestre, as aulas de ciências pelas aulas de língua portuguesa e, principalmente, por aulas de matemática. Esta conduta é justificada pela afirmação de que, nestas duas disciplinas (português e

matemática), os alunos sempre têm as maiores dificuldades; elas mostram, inclusive, o número de reprovações de anos anteriores, das quais poucas são em CN&T.

Analisamos este episódio como mudanças educativas significativas produzidas na escola pelo nosso trabalho. Embora não tenhamos conseguido o mesmo êxito com todas as professoras, em todas as quartas séries, a mudança se manifestou e foi sustentada até o final do ano letivo com o nosso trabalho.

Com a redução do número de aulas de ciências nas outras turmas, a professora Dulce ficou com uma manhã disponível sem aulas. Aproveitamos este tempo para fazermos os encontros de planejamento. Isso também foi uma mudança em relação ao semestre anterior, pois os encontros de planejamento ocorriam apenas nos dias em que não havia aula na escola. A partir de então, mantivemos estes encontros rotineiros em sua manhã disponível.

Nesta etapa, outro fator que influenciou bastante na implementação das aulas de ciências foi às atividades extras realizadas pela escola, tais como: olimpíadas, gincanas, reuniões gerais e conselhos de classe, entre outras comemorações, acarretando em semanas inteiras sem aulas.

Por fim, há uma mudança que convém destacar e que prejudica o planejamento: a distribuição das aulas nos dias da semana, pois em alguns momentos tínhamos três aulas seguidas às segundas-feiras; em outros, uma aula nas quintas e duas nas sextas-feiras. Isso impossibilitou uma regularidade de nossa ação na escola, como tínhamos inicialmente definido desde o primeiro semestre.

Isso não inviabilizou a continuidade do nosso trabalho. Apesar de todas estas adversidades, conseguimos desenvolver todas as aulas planejadas e obter resultados significativos, os quais passamos a destacar e analisar.

4.4.3 -- Análise dos Resultados -- reflexão III

Para esta etapa, consideramos os dados produzidos e coletados durante a implementação das aulas da segunda seqüência didática. Estes dados foram registrados ao longo das aulas e do segundo diálogo que desenvolvemos com a professora Dulce⁶, ao final desta etapa do trabalho.

Durante esse período, a professora não efetuou nenhum registro. Não escreveu sobre o que funcionou e o que não funcionou nas aulas implementadas por nós; apenas registrou os conteúdos trabalhados. Isso demonstrou que não conseguimos gerar mudanças na prática docente desta professora, principalmente na sistematização da produção escolar, mesmo desenvolvendo uma prática educativa investigativa. Segundo Feldman e Capobianco (2000), um trabalho desta natureza deveria ser um caminho para os professores colaborarem uns com os outros, para melhorar a prática docente em ciências. Um ensino de ciências orientado pelos princípios da ECT deve ajudar os professores a tornarem-se reflexivos sobre o processo de ensinar. Mas, para isso, precisam planejar, conduzir e apresentar projetos, usando, por exemplo, as reflexões registradas em diários, geradoras de sistematizações da prática.

Orientados por QDP, dialogamos com a professora, buscando confirmar alguns resultados. Desta vez, não usamos o recurso da gravação em áudio, mas optamos pela técnica de uma terceira pessoa⁷ registrando as falas. Com isso, procuramos deixar a professora mais à vontade, já que, de toda a equipe da escola, somente ele estaria presente.

Com o intuito de fazer uma avaliação do trabalho como um todo, organizamos um roteiro para guiar nosso diálogo, levando em consideração também os resultados obtidos na primeira etapa. Mas para esta análise, optamos por não apresentar o roteiro do diálogo na íntegra,

⁶ Nesta etapa, quando nos referirmos à professora, esta é somente a Dulce, pelo fato de não termos interagido com as demais.

⁷ A pessoa que nos referimos aqui é o prof. Fábio de Bastos, que colaborou neste trabalho.

apenas destacar as questões que envolviam a implementação da segunda parte da seqüência didática. Deixamos assim, as questões de caráter mais amplo para a etapa final de reflexão.

Inicialmente, destacamos o depoimento espontâneo da professora, logo no início do nosso segundo diálogo, quando ainda estávamos explicando como este seria realizado:

Para começar, considero o maior resultado aquele que apareceu na avaliação. Nenhum aluno tirou menos de oito. Alguns alunos, embora tenham reclamado no início da avaliação, demonstraram autonomia na elaboração das respostas (registro do segundo diálogo).

Ela estava se referindo ao processo avaliativo que foi se estabelecendo ao longo das aulas, principalmente nos momentos pedagógicos de Aplicação do Conhecimento (AC). Ao responder se foi possível organizar e integrar conteúdos científicos e tecnológicos nas aulas de CN&T, ela respondeu:

Nas aulas sobre energia elétrica **é possível visualizar a integração de C&T, em especial no resgate dos conhecimentos prévios dos alunos.** Na aula sobre tipos de energia foi **possível trabalhar C&T, no caso dos fósseis, origem do petróleo, mas que é necessário refiná-lo** (registro do segundo diálogo. Grifos nossos).

A professora se referiu ao processo de origem e refinamento do petróleo estudado pelos alunos, como um momento de integração dos componentes científico e tecnológico. Isso responde positivamente a uma de nossas QDPs, referente à possibilidade de organizar e implementar aulas integrando conhecimentos de ciência e de tecnologia nas SIEF. Outro dado importante que se confirmou nesta fala da professora foi em relação aos conhecimentos prévios dos alunos nos momentos de Problematização Inicial (PI), nos quais sempre dávamos ênfase a objetos e situações presentes no cotidiano.

Para Linn (2002), um objetivo importante do ECN&T é agregar ao repertório de perspectivas sobre os fenômenos científicos idéias que

fomentem a integração dos conhecimentos. Para esta integração, o autor diz que os conhecimentos prévios dos alunos são ganhos intelectuais valiosos, que anunciam a capacidade de integrar experiências diversas.

Referindo-se às aulas implementadas na primeira etapa, a professora disse: *"As aulas sobre cadeia alimentar também proporcionaram integração de C&T, através da abordagem de rede dos alimentos (produção e consumo)"*. Cabe destacar que, nestas aulas, trabalhamos redes de distribuição de alimentos, processos de transformação e conservação dos alimentos e tipos de embalagens que acondicionam os produtos alimentícios etc. Nossa meta era contemplar a *dimensão tecnológica integrada ao ensino de ciências*. A partir do nosso problema de pesquisa - como organizar e implementar atividades de CN&T nas SIEF, priorizando a organização e integração dos componentes científico e tecnológico -, buscamos, através do planejamento e da implementação das seqüências didáticas, integrar conhecimentos referentes às tecnologias, compondo uma ECT.

Na prática, visamos a construção do conhecimento integrado pelo aluno, de forma a possibilitar o desenvolvimento de uma participação mais cidadã, em especial no âmbito da CN&T. Para isso, no ECN&T implementado por nós, fez-se necessária a integração da dimensão tecnológica, ainda muito ausente. Assim, os alunos passam a ter condições de identificar relações entre conhecimento científico, produção tecnológica e condição de vida, compreendendo a tecnologia como meio para suprir necessidades humanas (Brasil, 1997b).

A idéia foi contemplar a dimensão tecnológica nesta perspectiva de ECT, ao planejar e implementar, por exemplo, aulas referentes às diferentes fontes e tipos de energia gerados, priorizando as produções tecnológicas e seus respectivos balanços em termos de custo e benefício. O mesmo ocorreu nas aulas em que estudamos os processos e produtos científicos e tecnológicos desenvolvidos para evitar problemas de saúde, como o câncer de pele (aula 5 da segunda seqüência didática).

Durante as nossas aulas, priorizamos os produtos tecnológicos como elementos potencializadores da conexão com o mundo real (Nascimento, 1999). Com esta conduta, contemplamos mais um princípio

da ECT, mostrando que a tecnologia está presente em toda parte. Como já dissemos, a tecnologia muitas vezes não é percebida pelos sujeitos e explicitar isso também é tarefa das aulas de CN&T. Perceber que ela está presente em objetos que fazem parte do nosso dia-a-dia, possibilita que nós tomemos decisões mais conscientes na sociedade. Além disto, o entendimento de sua produção nos fornece uma escala de opções para agirmos no e sobre o mundo, ao realizarmos uma ação como a escolar (Brasil, 1997b).

Ao retomarmos a QDP sobre as contribuições das aulas de CN&T para o desenvolvimento da leitura e da escrita dos alunos, obtivemos a seguinte resposta:

Contribuiu porque **passaram a melhor interpretar, não apenas textos escritos, mas imagens.** Rompeu-se bastante a fragmentação textual. **Acredito que melhoraram as competências interpretativas devido à leitura das imagens utilizadas** (grifos nossos).

A professora referiu-se à aulas 1 e 2, nas quais utilizamos nas PI e/ou na AC figuras sem nenhum texto escrito, para que os alunos fizessem as interpretações e dali retirassem as informações solicitadas. Acreditamos que esse tipo de atividade ajuda a melhorar o poder interpretativo dos alunos. Porém ela deixou de destacar, nestes planejamentos, o uso de gráficos e tabelas, que são recursos com potencial significativo para o desenvolvimento de uma leitura mais interpretativa. Com relação às reações dos alunos diante da utilização destes recursos, registramos o seguinte:

Os alunos tiveram dificuldade para ler as informações da tabela nutricional das embalagens dos alimentos, como quantidade de energia relacionada à porção do produto. Para auxiliá-los, fizemos as contas no quadro, exemplificando. Por outro lado, não tiveram problemas nas interpretações das tabelas e gráficos utilizados no texto e na AC. **Mas, cabe destacar que eles ainda não haviam feito nenhuma tabela e nenhum gráfico, durante este período escolar** (registro e grifos nossos, referentes à aula 1)

Na literatura internacional da área, em especial na perspectiva do ECN&T, encontramos trabalhos de professores das SIEF que se debruçaram sobre esta problemática. Através do desenvolvimento de estratégias de ensino-investigativo, integraram a aprendizagem da leitura e da escrita com a de ciências (Saul e Reardon, 1996).

Por fim, quando questionada sobre os espaços escolares, impregnados pelos resultados de C&T existentes na escola, a professora respondeu que são ocupados pelos professores e estudantes. Segundo ela, os alunos freqüentavam os laboratórios, a sala de vídeo... Porém, isso não foi verificado por nós, pois o único espaço ocupado, além da sala de aula, foi a sala de vídeo. O laboratório de ciências da escola é reservado para as turmas dos anos finais do ensino fundamental e do ensino médio. O laboratório de informática foi disponibilizado, mas não conseguimos implementar nenhuma aula nele pois, dos 18 (dezoito) computadores existentes, apenas dois estavam funcionando, o que inviabilizou o desenvolvimento de aulas naquele espaço.

Infelizmente, esta é a realidade daquela escola. Em determinada ocasião, receberam os equipamentos de informática, mas não conseguiram manter o acervo, devido ao fato dos professores não se sentirem habilitados para esta atividade. Além disto, o Estado não disponibilizou recursos para a manutenção necessária.

Concluimos esta etapa dizendo que, ao realizar este trabalho, conseguimos implementar na prática algumas mudanças que consideramos significativas. Mas infelizmente, outras com grande influência no processo de escolarização, como a realização das Tarefas Extraclasse, não conseguimos concretizar. Entre os motivos para isso está, principalmente, a ausência familiar. Além disso, outras questões poderiam ser analisadas e outros conteúdos contemplados. Por isso, nos apontamentos finais apresentamos, sob a forma de desafios mais amplos, algumas questões que não foram contempladas nesta investigação, mas que podem gerar novas investigações no ensino de ciências nas SIEF, para integrar os componentes científico e tecnológico.

CAPÍTULO 5: Reflexões finais e apontamento de novos Problemas

Neste capítulo, serão apresentadas as conclusões e contribuições obtidas com base no conteúdo do presente trabalho, assim como as limitações e as sugestões para trabalhos futuros. As conclusões centradas, principalmente, sobre os efeitos das ações nas práticas profissionais e sociais dos envolvidos, sendo que segunda parte abordará questões que não foram cogitadas durante o desenvolvimento deste empreendimento educacional, mas que consideramos desafios mais amplos, cuja resolução forneceria contribuições e estratégias para a melhoria do ensino de CN&T nas séries iniciais.

5.1 -- Conclusões-reflexivas acerca dos efeitos das ações nas práticas profissionais e sociais

Cabe lembrar que este trabalho partiu da premissa de que o ensino de ciências nas SIEF não contempla de forma integrada os componentes científico e tecnológico. Acreditamos que a integração do par ciência-tecnologia no ECN&T neste nível escolar potencializa uma ECT capaz de responder aos princípios preconizados pelas políticas públicas educacionais.

Através da organização das seqüências didáticas, demonstramos a possibilidade da integração dos componentes tecnológicos e científicos propostos para a escolaridade em questão, contemplando, principalmente, os conteúdos propostos no bloco Recursos Tecnológicos dos PCN-CN. Buscamos contemplar os componentes necessários para uma ECT que viabilize o desenvolvimento de competências para identificar as relações entre conhecimento científico, produção de tecnologia e condição de vida.

As limitações do nosso trabalho ocorreram, principalmente, ao assumirmos a postura de não perturbar muito a organização curricular estabelecida na instituição escolar em termos de conteúdos a serem

ensinados. Se isso, por um lado, possibilitou nossa inserção na escola durante um ano letivo, organizando e implementando aulas, por outro, limitou mudanças mais profundas em termos de desenvolvimento curricular. No item seguinte, será possível conferir uma proposta de organização curricular que pode ser implementada para contemplar de maneira mais significativa as relações entre ciência, tecnologia e sociedade no ECN&T nas SIEF.

Mesmo assim, a implementação dessa prática docente em CN&T surtiu efeito nas práticas pessoais, profissionais e sociais dos sujeitos envolvidos nesse trabalho colaborativo, efeitos que puderam ser verificados ao longo deste. O primeiro dos efeitos repercutiu na conduta profissional docente, principalmente da professora Flora, que fez relações entre ensino e aprendizagem, tendo em vista seu desenvolvimento profissional. Ao compartilhar nossas aulas na turma do matutino, verificou a viabilidade do nosso trabalho garantindo a implementação das seqüências didáticas em sua turma do vespertino. A partir dessas experiências, fez relações em sua formação continuada, ao utilizar-se da mesma organização didático-metodológico para organizar e sistematizar uma proposta de ensino de ciências, no âmbito de seu curso de formação continuada de professores.

Esse resultado foi verificado na transcrição do diálogo realizado com as professoras, quando Flora falou: *"...houve um crescimento não só para o aluno, mas como para mim também, que consegui de uma aula da Ilse fazer algo na universidade (no curso de pedagogia onde curso a 5ª fase). Então, tanto acrescentou para mim como professora, como aluna, como para meus alunos"*.

O processo de aprendizagem vivenciado pelos alunos também foi alvo dos efeitos dessa implementação: possibilitou que eles experimentassem e avaliassem outras concepções de ensino, diferente da comumente vivida pela comunidade escolar, além de mudanças no campo conceitual. Tais mudanças foram evidenciadas nos alunos, quando propusemos atividades problematizadoras no momento pedagógico Aplicação do Conhecimento, confrontando os conhecimentos apresentados nos momentos de Problematização Inicial e exigindo um

estudo aprofundado dos conceitos científicos e tecnológicos estudados em aula. Nessa ocasião, eles constataram certas lacunas conceituais existentes em seu aprendizado inicial, mas que foram superadas, pelo menos em parte, com o trabalho desenvolvido ao longo da aula.

Outra mudança a destacar é aquela que se deu em relação ao processo de avaliação do aluno, que foi efetivado ao longo de todo o trabalho e não apenas uma vez ou duas no semestre, situação que costuma levar o aluno a decorar os conteúdos vistos para garantir uma nota e passar na disciplina, vindo a esquecer logo em seguida. Caracterizamos assim, um ensino dialógico-problematizador, pelo fato de ter sido trabalhado as relações da disciplina com o mundo real de forma a torná-lo capaz de realizar, pelo menos, inferências.

Embora correndo o risco de sermos considerados imediatistas, pois o fechamento deste texto se deu logo depois de concluído os trabalhos didáticos do referido ano letivo e por não termos informações do caminho seguido pelos sujeitos (professores) envolvidos no processo, destacamos desse empreendimento educacional os efeitos formativos dos professores. Sabemos que a maioria ainda adota concepções educacionais em que o professor deposita informações nos alunos, tornando-os em sujeitos passivos, mantendo adormecido seu caráter crítico e investigativo.

É nesse contexto que destacamos o principal efeito formativo de nosso empreendimento nas pessoas nele envolvidas: a formação intelectual que, acreditamos ter se aprimorado através das práticas guiadas pela investigação-ação escolar vivenciada por todos.

Por fim, mas não menos importante para o aprendizado dos sujeitos envolvidos, destacamos a mediação dos objetos tecnológicos utilizados para problematizar as relações entre os conhecimentos científicos e tecnológicos. Convém ressaltar que a meta sempre foi compreender a tecnologia como meio para suprir necessidades humanas, distinguindo os usos corretos e necessários daqueles prejudiciais ao equilíbrio da natureza e do ser humano (Brasil, 1997:30). Isso pode ser confirmado nas aulas em que estudamos as embalagens de alimentos, discutindo sua composição química, o uso de conservantes e as técnicas

e processos de conservação dos produtos. Assim como, na aula organizada para discutir os cuidados necessários à preservação da saúde da pele, em uma cidade com praias, como é o caso de Florianópolis, SC.

Mudanças mais pontuais, podem ter ocorrido no decorrer deste trabalho, portanto consideramos o fechamento deste texto apenas como uma formalização da conclusão do trabalho investigativo que, por sua natureza cíclico-espiralada, aponta para novos empreendimentos educativos, ou seja, para novos problemas, com a finalidade de contribuir para a tarefa de melhoria e transformação no processo educacional.

5.2 -- Delimitação de novos problemas

O objetivo maior desta seção do texto é sinalizar novos problemas para trabalhos futuros. Isto porque temos em vista o caráter cíclico-espiralado da investigação-ação escolar. A meta aqui é fazer as considerações finais, delimitando desafios mais amplos, com potencial de desencadear mudanças mais significativas no ECN&T nas SIEF. Esse é o momento, também, para destacar as limitações do trabalho realizado. Contudo, para nós, o mais importante, ao fazermos educação científica e tecnológica, é elaborar e resolver novos problemas (Pesa, 2002).

Assim, consideramos uma limitação do nosso trabalho (e apresentamos essa limitação como um desafio mais amplo a ser resolvido) a ausência de uma instância de **produção de materiais didáticos para a ECT**. O livro didático ainda é o material mais usado para ensinar ciências, principalmente nas SIEF. Por isso, concordamos com Fourez (1997:100) quando ele diz que "*seria irreal imaginar uma modificação eficaz nas práticas de ensinar se não se dispor de recursos pedagógicos*". Diante disso, a produção de materiais didáticos, a partir dos pressupostos da ECT é necessária para superar o tratamento descontextualizado de problemas científicos e tecnológicos. Além disso, promoveria uma compreensão integrada das CN&T e de seus impactos na vida cotidiana. Atualmente, já existem algumas iniciativas que se

aproximam muito desta perspectiva (Carvalho e outros, 1999; Lima e outros, 1999).

Segundo a literatura de IAE, esta deve contribuir para alavancar mudanças práticas no processo educacional. Para se configurar uma real mudança nos conteúdos ensinados nas aulas de CN&T, acreditamos ser necessário fazermos uma reorganização curricular que de fato contemple os pressupostos da ECT. Para isso, consideramos como desafio mais amplo o processo de desenvolvimento e implementação curricular, pois acreditamos que mudanças curriculares mais enérgicas podem ser efetivadas a partir da inserção de temáticas como **Redes e Ambientes**, por considerá-las prioritárias no ECN&T nas SIEF na atualidade.

Ambientes é um tema relevante por seu grau de abrangência, pois podemos pensar desde um ambiente natural e/ou aquele construído pelo ser humano (como uma casa, a escola), até um ambiente virtual como a Internet, por exemplo. O tema **Redes** permitira abordar todas aquelas “ligações” que, de alguma maneira estão relacionadas a “pólos de convergência e irradiação”, ou todos os nós que possuem conexões com outros nós. Por exemplo, uma cadeia alimentar, a Internet ou então uma rede de amigos (Barabási e Bonabeau, 2003). Ou ainda os equipamentos tecnológicos coletivos como as redes de energia elétrica, água, saneamento, transportes, comunicações eletrônicas... (Delizoicov e Angotti, 1990).

Acreditamos serem temáticas que abrangem conceitos de CN&T e, de alguma forma, estão sempre relacionadas às questões sociais fundamentais e indispensáveis para conectar educação, em especial a ECT, à cidadania.

Além disso, muitas bibliografias resultantes de investigações no ensino de ciências já apresentam e discutem a necessidade de resolução de problemas (Carvalho e Lima, 1999; Gil Pérez e Terregrosa, 1987; Gil Pérez e outros, 1999). Outras, que incorporam mais os princípios da ECT organizados neste trabalho, propõem a resolução de problemas, em especial nos meios tecnológico-comunicativos, como estratégias integradoras do ECN&T (Vásquez e outros, 2004; Souza, 2004).

Trabalhar a **elaboração e resolução de problemas como estratégia integradora do ECN&T** permite priorizar em aula uma visão integrada dos fenômenos científico e tecnológico, superando a visão fragmentada e isolada dos mesmos (Vásquez, 2004; Lopes, 2003). Assim, torna-se possível estabelecer as relações CTS, favorecendo o desenvolvimento de uma aprendizagem centrada nos problemas cotidianos. Convém ressaltar que, embora tenhamos nos esforçado para atuar na perspectiva da problematização da realidade, não conseguimos priorizar, no presente trabalho, esta perspectiva educativa.

Acreditamos que, se o ECN&T priorizar a elaboração e resolução de problemas, principalmente nos meios tecnológico-comunicativos, através das tecnologias informáticas livres, torna-se possível incrementar o processo de ensino-aprendizagem, enfatizando as relações CTS atuais. Isso potencializará não apenas a familiarização com os procedimentos de acesso às informações científicas e tecnológicas disponíveis, mas também o desenvolvimento cognitivo para problematizar o cotidiano. Um caminho que apontamos para isso, pode ser o estudo de algumas das tecnologias informáticas livres, tendo em vista que possuem seus códigos-fonte abertos, explicitando os conceitos científicos utilizados na mesma (Branco, 2002; Melo e Antunes, 2002).

Por fim, não poderíamos deixar de contemplar como um desafio mais amplo a questão da **formação em ECT dos professores para atuar nas SIEF**. Isso porque os dados publicados pelo MEC/Inep (Brasil, 2003) mostram que a proporção de docentes atuantes no ensino fundamental com formação abaixo da escolaridade exigida por lei está diminuindo consideravelmente nos últimos anos. Mas precisamos destacar que a Lei de Diretrizes e Bases (LDB), lei 9394/96, instituiu que:

a formação de docentes para atuar na educação básica far-se-á em nível superior, em cursos de licenciatura de graduação plena, em universidades e institutos superiores de educação, admitida, como **formação mínima para o exercício do magistério na Educação Infantil e nas quatro primeiras séries do Ensino Fundamental, a oferecida em nível médio, na modalidade Normal** (LDB, Artigo 62, grifos nossos).

Em contrapartida, nas Disposições Transitórias da mesma lei, consta o § 4º do Art. 87, que institui: "*Até o fim da Década da Educação somente serão admitidos professores habilitados em nível superior ou formados por treinamento em serviço*". Embora a LDB determine que o nível médio é o patamar mínimo para o exercício da docência na Educação Infantil e nas SIEF, o aprimoramento da formação docente foi defendido pelo Plano Nacional de Educação (PNE), Lei 10.172, ao assumir que a melhoria na qualidade do ensino em nosso país só será possível com a valorização do magistério. Isso, com certeza, implica em investimentos na formação inicial, em condições de trabalho, no salário e carreira e, principalmente, na formação continuada.

Nossa posição é pela necessidade de oferecer também o ensino superior, para que se cumpra a meta estipulada para a Década da Educação. Mas, frente aos dados obtidos pelo Censo Escolar 2003 (ainda não publicado, apenas divulgado), mostrando que temos 809.125 professores atuando nas SIEF e que, destes, 64% têm apenas o Ensino Médio, torna-se impossível cumprir esta meta no tempo estipulado.

Num país que, em 2003, já tinha 34,7 milhões de crianças matriculadas nas SIEF da escolaridade básica fundamental, rever esta situação é obrigação do Estado. Se pretendemos melhorar a qualidade da educação e do ensino (em especial do ECN&T) oferecido às nossas crianças, teremos que investir na formação inicial e continuada dos professores, pois a falta de uma formação mais sólida resulta em práticas docentes consideradas insuficientes pelos próprios professores que atuam nas SIEF no ECN&T (Ramos, 2002).

A falta de formação profissional é um problema significativo para as professoras do nível elementar não dominar ou conhecer com profundidade o conteúdo de disciplinas específicas como Ciências. É importante salientar que as professoras não se sentem incapazes, mas sem formação e sem informação (p. 08, grifos do autor).

Frente a isso, autores como Almeida e outros (2001) apontam que é necessária a capacitação continuada dos professores atuantes,

considerando questões teóricas, metodológicas e epistemológicas na perspectiva dos PCN-CN. Assim, a prática de ECN&T tornar-se-ia uma ação pedagógica mais consciente e informada.

Para isso, apostamos numa prática de ensino-investigativa e, portanto, colaborativa, o que possibilitaria ao professor trabalhar tanto com as concepções prévias dos alunos, como na perspectiva de elaboração e resolução de problemas, que são os eixos orientadores dos PCN para a ação docente em CN&T. Esta perspectiva está em consonância com o Projeto de Resolução das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para a Formação de Professores da Educação Básica Brasileira (Brasil, 2001b) em seu Art. 5º, parágrafo único: “A aprendizagem deverá ser orientada pelo **princípio metodológico geral**, que pode ser traduzido pela **ação-reflexão-ação** e que aponta a **resolução de situações-problemáticas como uma das estratégias didáticas privilegiadas**” (grifos nossos). Pois:

Ensinar-aprender ciências implica o estabelecimento de uma íntima conexão com a realidade em que vivemos, de modo a permitir ao aprendiz entrar numa cultura científica e tecnológica, hoje amplamente presente no nosso cotidiano. **Pensar e transformar o mundo em que vivemos tem como pressuposto conhecer os aportes científicos, tecnológicos, assim como nossa realidade social e política.** (Lima e outros, 1999:12, grifos nossos).

Para tanto, os cursos de formação inicial e continuada de professores “*precisam tomar para si a responsabilidade de suprir as eventuais deficiências de escolarização básica que os professores e futuros professores receberam tanto no ensino fundamental como no ensino médio*” (Brasil, 2001a:19), principalmente no que diz respeito ao acesso às conquistas culturais de nosso tempo, conquistas da ciência e da tecnologia que são hoje um componente indispensável para o desenvolvimento profissional dos professores.

Acreditamos que, para implementar uma ECT, a escola precisa abordar questões sociais e atuais. Para isso, os professores atuantes na escolaridade básica precisam dispor de uma sólida e ampla formação

cultural. Essa formação cultural passa, necessariamente, por questões científicas e tecnológicas (Carvalho e Gil Perez, 2002). Além disso, uma pessoa só será capaz de utilizar conceitos científicos e integrar valores e saberes para adotar decisões responsáveis em sua vida corrente, se estiver envolvida num processo de formação científica e tecnológica (Fourez, 1994), e isso não ocorre ainda com a maioria dos nossos professores que atuam nas SIEF. Esse fato impossibilita, também, o desenvolvimento das crianças que freqüentam este nível escolar cujo nome já diz tudo: é Fundamental.

BIBLIOGRAFIA

ABEGG, I. e DE BASTOS, F. da P. **Investigação-Ação Escolar Inicial: necessária para o ensino investigativo de CN&T?** Atas da VIII Escola de Verão de Investigação Ação Escolar. Camboriú/SC, março de 2003.

ABEGG, I. e DE BASTOS, F. da P. **Redes e Conhecimento Científico na escola.** In.: MION, R. e SAITO, C. H. *Investigação-Ação Educacional: Mudando o trabalho de formar professores.* Fund. Araucária, UFPR, 2001.

ABEGG, I. e DE BASTOS, F. da P. **Redes e Conhecimento Científico na escola: relatório do biênio 98-99.** Santa Maria: UFSM/CNPq, jan. 2000.

ABEGG, I. e outros. **Ciências e Tecnologia nas séries iniciais do ensino fundamental: das políticas públicas a investigação-ação nas aulas de ciências.** 4º Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2003, Baurú. Atas em CD-Room. 2003.

ABEGG, I., CORTE REAL, M. P., DE BASTOS, F. P., MALLMANN, E. M. **Ensino-investigativo em ciências naturais e suas tecnologias na formação inicial de professores.** Atas do IV Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul -- IV SPERS. Florianópolis/SC, 2002.

ABEGG, I., CORTE REAL, M. P., DE BASTOS, F. P., MALLMANN, E. M. **Eixos curriculares ativos na prática de ensino-investigativa em ciências naturais e suas tecnologias.** Atas do III Encontro de Investigação na Escola. Lajeado/RS, 2002.

*ACEVEDO DÍAZ, J. A; e outros. **Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas.** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. Vol. 2 N° 2, 2003*

ALMEIDA, M. A. V., BASTOS, H. F. B. N., MAYER, M. **Entre o sonho e a realidade: comparando concepções de professores de 1ª a 4ª séries sobre ensino de ciências com a proposta dos PCNS.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Vol. 1, nº 2, maio/ago 2001.

AULER, D. e outros. **Movimento C-T-S (CTS): Modalidade, Problemas e Perspectivas em sua implantação no Ensino de Física.** Atas do VI Encontro dos Pesquisadores de Ensino de Física, Florianópolis, 1998.

AUTH, M. A. **Formação de professores de ciências naturais na perspectiva temática unificadora.** Tese de Doutorado, PPGE/UFSC, Florianópolis, 2002.

BARABÁSI, A-L e BONABEAU E. **Redes sem escalas.** Revista Scientific American Brasil. Ano 2, nº 13, Dueto Editorial, junho de 2003.

BARRETTO, E. S. **Os currículos do ensino fundamental para as escolas brasileiras**. Campinas, SP: Autores Associados: São Paulo: Fundação Carlos Chagas, 1998

BRANCO, M. D. **Software livre: Educação com Liberdade**. In: FALAVIGNA, G. (Org.) *Fazendo Universidade: reflexões sobre o ensino na Uergs*. Porto Alegre:Uergs: Ed. Do Autor, 2002.

BRASIL, **Lei 9394/96 de 20/12/96 -- Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília (DF): Diário Oficial da União, nº 248 de 23/12/1996.

BRASIL, MEC/Inep. Ministério da Educação/Instituto de Pesquisas e Estudos Educacionais Anísio Teixeira . **Estatísticas dos professores no Brasil..** Brasília, Outubro de 2003.

BRASIL, MEC/Inep. Ministério da Educação/Instituto de Pesquisas e Estudos Educacionais Anísio Teixeira . **Censo Demográfico -- 2000: Educação: Resultado da amostra**. Brasília (DF): dezembro de 2003.

BRASIL, MEC/Inep. Ministério da Educação/Instituto de Pesquisas e Estudos Educacionais Anísio Teixeira . **Censo Escolar 2001**. Brasília (DF): outubro de 2002.

BRASIL, Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica Brasileira, em nível superior, curso de licenciatura, graduação plena**. CNE, Brasília (DF), maio de 2001a. (Em URL: <http://www.mec.gov.br>)

BRASIL, Ministério da Educação. **Resolução CNE/CP 009/2001**. Brasília (DF), 08 maio de 2001b. (Em URL: <http://www.mec.gov.br>)

BRASIL, Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais**. Secretaria da Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997a, 126p. (Em URL: <http://www.mec.gov.br>)

BRASIL, Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais**. Secretaria da Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997b, 136p. (Em URL: <http://www.mec.gov.br>)

BRASIL: **Lei nº 10.172 de 09/01/2001 -- Plano Nacional de Educação**. Brasília (DF): Ministério da Educação/ Instituto de Pesquisas e Estudos Educacionais Anísio Teixeira, 09 de janeiro de 2001.

BRAVO M. P. C. e EISMAN L. B. *Investigación Educativa. Ediciones Alfar, Sevilla, 1994.*

CARR, W. *Cambio educativo y desarrollo profesional. Investigación en la Escuela, N° 11:3-11, Sevilla, 1990.*

CARR, W e KEMMIS, S. **Becoming Critical: education, knowledge and action research**. The Falmer Press, london, 1986.

CARVALHO, A. M. P. e Gil Perez, D. **O saber e o saber fazer do professor**. In: CASTRO, A. D. e CARVALHO, A. M. P. (Org.) Ensinar a ensinar: didática para a escola fundamental e média. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

CARVALHO, A. M. P. e LIMA, M. C. B. **Comprovando a necessidade dos problemas**. Atas do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (IENPEC), Valinhos, São Paulo, 1999.

CARVALHO, A. M. P. e outros. **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 1998. (Pensamento e ação no magistério)

CHASSOT, Ático. **Alfabetização Científica: novas alternativas para novas exigências**. In.: Educação em Foco: Revista de educação. Universidade Federal de Juiz de Fora. Faculdade de Educação/ Centro Pedagógico. V. 5, nº 1, Mar/Set 2000, p. 29-42.

COSTA, Vera Rita. **Jogo da Cadeia**. Extraído da URL <<http://www.ciencia.org.br/chc/chc82a-3.htm>> acesso em 25 de agosto de 1999.

COSTA, Vera Rita. **A teia da vida**. Extraído da URL <<http://www.ciencia.org.br/chc/chc82a-3.htm>> acesso em 25 de agosto de 1999.

COSTA, Vera Rita. **Por dentro das cadeias alimentares**. Extraído da URL <<http://www.ciencia.org.br/chc/chc82a-3.htm>> acesso em 25 de agosto de 1999.

CUNHA, P. R. **Ciências 4º série**. São Paulo:Atual, 2001. (Coleção Curumim).

DELIZOICOV, D. e ANGOTTI, J.A. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1990. (Coleção Magistério 2º Grau. Série formação do professor).

DELIZOICOV, D. **Concepção Problematizadora para o Ensino de Ciências na Educação Formal**. Dissertação de Mestrado, IFUSP-FEUSP, maio de 1982.

DEEUA: Departamento de Educação dos Estados Unidos. **Cómo ayudar a su hijo com la terea escolar**. Washington, D.C. 2002. Disponível em: <<http://www.ericse.org/digests/dese99-03.html>> Acesso em outubro de 2002.

ELIOTT, J. **El cambio educativo desde la investigación-acción**. Ediciones Morata, S. L. Madrid. 1991.

ELLIOTT, J. **What is action research in schools?** *Journal of Curriculum Studies*, v. 10, n° 4, p. 355-357, 1978.

FELDMAN A & CAPOBIANCO B. **Action Research in Science Education.** ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education. October 2000. Disponível em <<http://www.ericse.org/digests/dse00-01.html>> Acesso em 30/09/02.

FERREIRA, P. P. **Caixas de leite podem proteger telhados.** *Revista Ciência em dia.* Disponível no site <<http://www.uol.com.br/cienciahoje/chdia/n272.htm>> Acesso em 05/10/2002.

FOUREZ, G. **Alfabetización Científica y Tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias.** Ediciones Colihue, Buenos Aires, Argentina, 1994.

FOUREZ, G. ENGLEBERT-LECOMPTE, V. e MATHY, F. **Saber sobre nuestros saberes: Un léxico epistemológico para la enseñanza.** Ediciones Colihue, (Colección nuevos caminos). Buenos Aires, Argentina, 1997.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa.** Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido.** Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.

GIL PÉREZ, D. **E Outros Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio?** *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 1999, 17 (2), 311-320.

GIL PÉREZ, D. E TORREGROSA, J. M. **La Resolución de Problemas de Física: una didáctica alternativa.** Editorial Vicens-Vives, MEC, Madrid, España, 1987.

GIL PÉREZ, D. e VALDÉS CASTRO, P. **La Resolución de Problemas de Física: de los ejercicios de aplicación al tratamiento de situaciones problemáticas.** *Revista Enseñanza de la Física*, 1997, v. 10 (2) pp: 5-20.

HARRES, J. B. S. **Concepções de professores sobre a natureza da ciência.** Tese de Doutorado, Porto Alegre: PUCRS, 1998.

HAURY, D. L. **Teaching Science through Inquiry.** ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education. Updated April 2002. Disponível em <<http://www.ericse.org/digests/dse93-4.html>> Acesso em 01/10/02

KEMMIS, S. e MCTAGGART, R. **Como planificar la investigación-acción.** Barcelona: Editorial Laertes, 1987.

KENSKI, V. M. **Tecnologias e ensino presencial e a distância**. Campinas, São Paulo: Papirus 2003.

LAGO, Samuel Ramos. **Ciências 4ª série**. Campina Grande do Sul/PR. Ed. Lago, 2001. (Coleção Vitória-régia).

LIMA, M. E. C. de Castro e outros. **Aprender Ciências: um mundo de materiais: livro do professor**. Belo Horizonte: Ed. UFSM, 1999.

LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro. **Aprender Ciências: um mundo de materiais: livro do aluno**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1999.

LINN, M. C. *Promover la educación científica a través de las tecnologías de la información y comunicación (TIC)*. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 2002, 20 (3), 347-355.

LOPES, J. B. **Perspectivar Novas Modelizações da Prática Relevantes para o Conhecimento Profissional do Futuro Professor de Física**. Disponível em: <http://www.educ.fc.ul.pt/recentes/mpfip/pdfs/bernardinolopes.pdf> (extraído em 06/2003).

MALLMANN, E. M. **Monitoramento eletrônico das tarefas extraclasse: acoplando aprendizagens presencial e a distância**. Dissertação de Mestrado. PPGE/UFSM, 2004.

MEGID NETO, J. **O que sabemos sobre a pesquisa em ensino de ciências no nível fundamental: tendências de teses e dissertações defendidas entre 1972 e 1995**. Atas do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Valinhos, São Paulo, 1999.

MELO M.M.M. e ANTUNES M.C.T. **Software livre na educação**. In: MERCADO, L.P. (Org.) *Novas tecnologias na educação: reflexões sobre a prática*. Maceió:EDUFAL, 2002.

MEMBIELA, P. *Investigación-acción en el desarrollo de proyectos curriculares innovadores de ciencias*. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 2002, 20 (3), 443-450.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Estatística dos professores no Brasil**. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Outubro de 2003. Disponível em URL: <http://www.mec.gov.br> (Acessado em dezembro de 2003).

MION, R.; ANGOTTI, J. A. P. & DE BASTOS, F. P. **Proposta Educacional em Física: Discutindo Ciências, Tecnologia e Sociedade**. Atas do II Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. Valinhos, São Paulo, 1999.

MONTEIRO M. A A e TEIXEIRA, O. P. B. **A identidade do professor das séries iniciais do ensino fundamental e o ensino de ciências: uma análise de alguns fatores que influenciam a atividade docente**.

Atas do III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Valinhos, São Paulo, 2001.

MÜLLER, F. M. e outros. **Ambiente Multimídia para Educação Mediada por Computador na Perspectiva da Investigação-Ação Educacional**. FAPERGS/UFSC, 2001.

MUNDO DO BEAKMAN. (CHURCH, J.) Beakman's World. Columbia Pictures Television Distribution, New York, USA, 1996. (Programa que vai ao ar na TV Educativa. Gravação particular realizada em 2001).

NASCIMENTO, S.S. **Análise de uma atividade experimental de Ciências e Tecnologia para as séries iniciais**. Atas do VIII EPEF, Águas de Lindóia, São Paulo, 2002.

NETO J.C.N.L. e SILVA D. da. **Ensino de tecnologia: uma investigação em sala de aula**. Atas do VIII EPEF, Águas de Lindóia, São Paulo, 2002.

NIGRO Rogério G. **O trabalho e a energia**. (Ciências: livro do professor). São Paulo: Ática, 2001, p. 94.-- (Vivência e construção).

NIGRO, Rogério G. **Ciências: livro do professor**. São Paulo: Ática, 2001. – (Vivência & construção).

NOUVEL, P. **A arte de amar a ciência: psicologia do espírito científico**. Editora Unisinos: coleção Focus, 2001.

PESA, M. A. La ciencia como actividad de resolución de problemas: la epistemología de Larry Laudan y algunos aportes para las investigaciones educativas en ciencias. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. v. 19, número especial: p. 84-99, jun. 2002.

PINHO ALVES, J. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. Tese de doutorado, PPGE/UFSC, 2000.

RAMOS, E.M.F. **Crenças e circunstâncias: perspectivas de professoras do ensino fundamental sobre o ensino de ciências**. In: CD-Room Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Águas de Lindóia. São Paulo, 2002.

ROSA, D. C. e TERRAZZAN, E. A. **Ensinando ciências naturais numa perspectiva de alfabetização científico-tecnológica**. Atas do III ENPEC, Valinhos, São Paulo, 2001.

SALEMA, M. H. e AFONSO, S. **Aprender ciências através da compreensão de textos**. Revista de Educação, vol. X, nº 2, 2001.

SANTOS, M. E. N. V. M. **Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI co-construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS de ciências**. Atas do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Valinhos, São Paulo, 1999.

SANTOS, W. L. P e MORTIMER, E. F. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-tecnologia-Sociedade) no contexto da Educação Brasileira.** Revista Ensaio- Pesquisa em Educação em Ciência. Vol.2, nº 2, 2000, p. 133-162.

SANTOS, W. L. P. e SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania.** Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 1997. (Coleção educação).

SAUL, W. e REARDON, J. **Beyond the science kit.** Portsmouth, NH: Heinemann, 1996, USA.

SOUTO, C. **Verão, época de cuidados.** Revista Ciência Hoje das Crianças. Disponível em <http://www.ciencia.org.br>, acessado em setembro de 2003.

SOUZA CRUZ, S. M. S. C. **Aprendizagem centrada em eventos: uma experiência com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade no ensino fundamental.** Tese de Doutorado, PPGE/UFSC, Florianópolis, 2001.

SOUZA, C. A. **Investigação-ação escolar e resolução de problemas de física: o potencial dos meios tecnológico-comunicativos** Tese de Doutorado, PPGE/UFSC, Florianópolis, 2004.

TAKAHASHI, T. (org.) **Sociedade da Informação no Brasil: livro verde.** Ministério da Ciência e Tecnologia, Brasília, 2000.

TELECURSO 2000. **Cadeias alimentares: aula 34.** Ciências Naturais Ensino Fundamental. Disponível em <http://www.bibvirt.futuro.usp.br> acessado em abril de 2003.

TOSI, Lúcia. **A transformação dos Alimentos.** Revista Ciência Hoje na Escola. Disponível em <http://www.ciencia.org.br/che> acessado em abril de 2003. Artigo publicado originalmente no volume 6 da coleção Ciência Hoje na Escola.

TRUGO, Luiz Carlos. **Química para matar a fome em cinco minutos.** Ciência Hoje das Crianças 126, julho 2002. Disponível em <http://www.ciencia.org.br/chc126> acessado em abril de 2003.

VARGAS, M. **História da Técnica e da Tecnologia no Brasil.** São Paulo, Unesp/Ceeteps, 1994.

VÁSQUEZ, S. e Outros. **Planteo de situaciones problemáticas como estrategia integradora en la enseñanza de las ciencias y la tecnología.** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. Vol 3 N° 1, 2004.

WOLFF, J. e MARTINS, E. **Redescobrir: ciências.** São Paulo: FTD, 2001. -- (Coleção Redescobrir ciências).

ANEXOS

**(ANEXO 1) PROGRAMA DE CONTEÚDOS DE CIÊNCIAS PARA AS
QUARTAS SÉRIES DO ENSINO FUNDAMENTAL**

(ANEXO 2)

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA-
TECNOLÓGICA
ORIENTADOR: PROF. DR. JOSÉ DE PINHO ALVES FILHO
MESTRANDA: ILSE ABEGG**

**PROPOSTA PARA DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES
CURRICULARES DE CIÊNCIAS NATURAIS E SUAS
TECNOLOGIAS NAS SÉRIES INICIAIS DO ENSINO
FUNDAMENTAL DA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Florianópolis, ABRIL de 2003.

PROBLEMA A INVESTIGAR

Como organizar e implementar atividades de ciência e tecnologia nas séries iniciais do ensino fundamental, priorizando objetos tecnológicos presentes na realidade?

OBJETIVO GERAL

Implementar atividades de ciências e tecnologia nas aulas de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental, integrando os componentes científico e tecnológico.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Implementar um processo de Investigação-ação Escolar nas aulas das séries iniciais;
- Elaborar estratégias didático-metodológicas que envolvam ativamente os alunos das séries iniciais;
- Desenvolver atividades escolares conforme a orientação dos Parâmetros Curriculares Nacionais;
- No ensino-aprendizagem dos conceitos de redes e ambientes, priorizar as tecnologias da informação e comunicação eletrônica;
- implementar atividades experimentais pautadas pelo conhecimento das Ciências Naturais e suas Tecnologias nas séries iniciais;

JUSTIFICATIVA

Esta proposta educativa se sustenta nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais (PCN-CN) para as Séries Iniciais do Ensino Fundamental.

Os objetivos de Ciências Naturais no ensino fundamental são concebidos para que o aluno desenvolva competências que lhe permitam compreender o mundo e atuar como indivíduo e como cidadão, **utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica.** (Brasil,1997:39, grifos em negrito nossos).

Frente a isso e ao ritmo das mudanças no campo da C&T, em especial da informática, as aulas de ciências nas SIEF encontram-se majoritariamente dissociadas desse movimento cultural. Assumimos que estas precisam operacionalizar os componentes científico e tecnológico, já contemplados nos PCN-CN, como podemos reafirmar nesta passagem:

É indiscutível a necessidade crescente do **uso de computadores pelos alunos como instrumento de aprendizagem escolar**, para que possam estar atualizados em relação **às** novas tecnologias da informação e se instrumentalizarem para as demandas sociais presentes e futuras. (Brasil, 1997:104, grifos em negrito nossos).

Para isso, apostamos num trabalho centrado no ensino-investigativo e em colaboração com professores que atuam neste nível escolar, construindo estratégias viável-possíveis para organizar e integrar os componentes científico e tecnológico no processo escolar nas SIEF.

CRONOGRAMA

Primeiro semestre de 2003

- 1 - Problematização da proposta de trabalho com as professoras das séries iniciais [15/04/2003];
- 2 - Elaboração da primeira versão do módulo de ensino [22 a 30/04/2003];
- 3 - Elaboração da versão final do módulo de ensino nas séries iniciais com as respectivas professoras [19/05 a 30/06/2003];
- 4 - Implementação do módulo de ensino nas séries iniciais com as respectivas professoras [19/05 a 30/06/2003];
- 5 - Avaliação com os envolvidos (professora(s), alunos e pessoal da universidades) das atividades escolares implementadas [01 a 05/07/2003].

**(ANEXO 3) JOGO DA CADEIA ALIMENTAR UTILIZADO NA AULA 1 DA
PRIMEIRA SEQÜÊNCIA DIDÁTICA**

(ANEXO 4)

ROTEIRO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL “O QUE ACONTECE NO ESTÔMAGO” DA AULA 4 DA PRIMEIRA SEQÜÊNCIA DIDÁTICA

ROTEIRO PARA A ATIVIDADE EXPERIMENTAL: A transformação dos alimentos

O que acontece no estômago?

1) **Material utilizado**_____

2) **O que você acha que vai acontecer:** _____

3) Como fazer:

1ª Etapa: Coloque um pouco de leite em um copo e uma clara de ovo em outra. Ponha uma colher de vinagre em cada xícara e mexa.

2ª Etapa: Adicione uma pitada de fermento em pó.

4) Observe e escreva o que está acontecendo:

1ª Etapa:_____

2ª Etapa:_____

5) Por que devemos Ter uma alimentação variada?

**(ANEXO 5) RECORTES DE JORNAIS SOBRE O "APAGÃO" OCORRIDO NA
ILHA DE SANTA CATARINA**

**(ANEXO 6) FIGURA UTILIZADA NA *PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL* DA AULA 1
DA SEGUNDA SEQÜÊNCIA DIDÁTICA**

Fonte: Angotti e Delizoicov, 1990.

**(ANEXO 7) FIGURA UTILIZADA NA *APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO* DA
AULA 1 DA SEGUNDA SEQÜÊNCIA DIDÁTICA**

Fonte: Nigro, 2001.

**(ANEXO 8) FIGURA UTILIZADA NA *PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL* DA AULA 2
DA SEGUNDA SEQÜÊNCIA DIDÁTICA**

Fonte: Cunha, 2001.

**(ANEXO 9) FIGURA UTILIZADA NA ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO DA
AULA 4 DA SEGUNDA SEQÜÊNCIA DIDÁTICA**

Fonte: Angotti e Delizoicov, 1990.