unesp UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Faculdade de Ciências e Letras
Campus de Araraquara - SP

Luciano Fernandes Silva

A TEMÁTICA AMBIENTAL, O PROCESSO EDUCATIVO E OS TEMAS CONTROVERSOS: IMPLICAÇÕES TEÓRICAS E PRÁTICAS PARA O ENSINO DE FÍSICA

ARARAQUARA – SP.
2007

LUCIANO FERNANDES SILVA

A TEMÁTICA AMBIENTAL, O PROCESSO EDUCATIVO E OS TEMAS CONTROVERSOS: IMPLICAÇÕES TEÓRICAS E PRÁTICAS PARA O ENSINO DE FÍSICA

Tese de Doutorado, apresentada ao Programa de Pós Graduação em Educação da Faculdade de Ciências e Letras – Unesp/Araraquara, como requisito para obtenção do título de Doutor em Educação.

Orientador: Dr. Luiz Marcelo de Carvalho

ARARAQUARA – SP.
2007

Silva, Luciano Fernandes

A temática ambiental, o processo educativo e os temas controversos: implicações teóricas práticas para o ensino de física / Luciano Fernandes Silva – 2007

211 f. ; 30 cm

Tese (Doutorado em Educação Escolar) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Letras, Campus de Araraquara

Orientadora: Luiz Marcelo de Carvalho

l. Educação. 2. Física – Estudo e ensino. 3. Educação ambiental. I. Título.

Luciano Fernandes Silva

A TEMÁTICA AMBIENTAL, O PROCESSO EDUCATIVO E OS TEMAS CONTROVERSOS: implicações teóricas e práticas para o ensino de física.

Tese de Doutorado, apresentada ao Programa de Pós Graduação da Faculdade de Ciências e Letras – Unesp/Araraquara, como requisito para obtenção do título de Doutor em 2007.

Data de aprovação: ___/___/____

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA:

Presidente e Orientador: Dr. Luiz Marcelo de Carvalho
Professor
Instituto de Biociências - Rio Claro - UNESP

Membro Titular: **Dr. Edson do Carmo Inforsato**
Professor
Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara - UNESP

Membro Titular: **Dra. Maria Regina Dubeux Kawamura**
Professora
Instituto de Física - USP

Membro Titular: **Dr. Mauro Carlos Romanatto**
Professor
Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara - UNESP

Membro Titular: **Dr. Pedro Guilherme Rocha dos Reis**
Professor
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Local: Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Ciências e Letras
UNESP – Campus de Araraquara

À minha mãe Nice, por estar sempre ao meu lado nas horas mais difíceis e por ter me ensinado a valorizar as coisas simples e essenciais da vida.

À minha esposa Gisele, pela paciência que teve todos estes anos e por acreditar e compartilhar dos mesmos sonhos.

AGRADECIMENTOS

Ao **Prof. Dr. Luiz Marcelo de Carvalho** agradeço por todos os momentos de intenso trabalho, a sólida amizade, o profundo respeito, o clima de liberdade acadêmica, os freqüentes incentivos e a segurança na orientação.

Ao **Prof. Dr. Edson do Carmo Inforsato** agradeço pela sincera amizade, os valiosos conselhos, a disponibilidade oferecida para a troca de idéias e para as sugestões que, sem dúvida, foram utilizadas nesse trabalho. Agradeço de forma especial por apoiar-me incondicionalmente em muitos momentos difíceis.

Ao **Prof. Dr. Pedro Guilherme Rocha dos Reis** agradeço pela atenciosa leitura do trabalho na qualificação e por todos os apontamentos e sugestões que foram feitos naquela oportunidade. De modo muito especial, agradeço por todos os esforços realizados que lhe possibilitaram estar presente no Brasil.

Agradeço aos **estagiários do curso de licenciatura em Física** que participaram dessa pesquisa por possibilitar a obtenção de dados para esse trabalho.

Aos **colegas do Grupo de Estudos "A Temática Ambiental e o Processo Educativo**" agradeço por todos às vezes que nos reunimos para estudar e compartilhar férteis idéias, em especial aos professores Luiz Carlos, Rosa, Dalva, Márcia, Leila, Lúcia Helena e Rita.

Aos **colegas, professores e funcionários do programa de Pós Graduação em Educação da FCLar** agradeço por nossa prazerosa convivência acadêmica.

À **Sueli** do Laboratório de Ensino do IB da UNESP de Rio Claro agradeço por todo apoio e por ter me ajudado em todas as situações que solicitei.

Agradeço ao **Governo do Estado de São Paulo** pela ajuda financeira concedida.

À **minha querida família**, em especial aos meus irmãos Cristian e Ana Lúcia e meus sobrinhos Diogo, Lucas e Gabriela agradeço simplesmente por vocês existirem.

O eternamente incompreensível no universo
é o fato de ele ser compreensível.

Einstein, A. (2006, p.10).

RESUMO

Nesse trabalho, julgamos relevante tentar compreender as causas da temática ambiental a partir dos principais aspectos que fundaram e alicerçaram a visão de mundo moderna. Ao considerar as reflexões e as diferentes sínteses que procuram entender a emergência da temática ambiental, podemos constatar que algumas se apresentam com grande significado para as nossas práticas educativas. Dentre as implicações concretas para o ensino de Física, ponderamos relevantes as propostas metodológicas educativas, que consideram a possibilidade de abordar aspectos da temática ambiental, a partir dos temas controversos diretamente relacionados com a Ciência e a Tecnologia. Contudo, as propostas de ensino de Física, em geral, não abordam concretamente os aspectos relativos à temática ambiental a partir dos temas controversos. As críticas direcionadas ao ensino de Física, apontam para um ensino voltado exclusivamente aos aspectos conceituais da Ciência. A partir dessas considerações teóricas formulamos a questão central que nos orientou: Qual o significado de conhecimento e, especificamente, de conhecimento escolar, presente nas propostas e práticas de ensino dos estudantes de licenciatura em Física que consideram aspectos da temática ambiental a partir de temas controversos? Os procedimentos de coleta e análise de dados desse trabalho estão fundamentados em abordagens de natureza qualitativa. A partir de uma intervenção junto às disciplinas Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I e II coletamos os dados desta pesquisa. Dentre os resultados obtidos, destacamos que as experiências escolares que os futuros professores de Física vivenciaram ao longo dos seus processos formativos, são um dos principais fatores e um dos mais significativos em seus processos de construção de conhecimentos sobre a Física e ensino de Física. Além disso, o conhecimento de Física e de ensino de Física que o estagiário explicita em sua prática educativa é praticamente uma reprodução daquele processo que ele já vivenciou na formação escolar. Constatamos que as práticas de ensino de Física transmitem pesquisas que tiveram êxito, que estão isentas de erros, impasses ou descontinuidades. Essa é uma importante crítica à "didatização" do conhecimento, pois ela contribui para construir a imagem de uma Ciência sem rupturas e conflitos. Também observamos que grande parte dos estagiários apresentaram algumas dificuldades em construir e realizar atividades de ensino mais articuladas com temas de natureza controversa. Todavia, a temática ambiental é vista pelos estagiários como uma possibilidade concreta de tratamento de temas controversos. Por fim, a sistematização e análise dos dados oferecem elementos que nos permitem inferir que não há, por parte dos estagiários, um entendimento mais amplo do significado da temática ambiental. Vários estagiários não se identificam com o trabalho educativo com aspectos da temática ambiental. Enfim, a temática ambiental traz questionamentos importantes para nossas práticas de ensino. A partir dela somos levados a repensar as finalidades de nossas atividades pedagógicas e a refletir sobre o lugar do conhecimento na escola. Nesse sentido, o conhecimento escolarizado é colocado como resultado da prática humana e não apenas o resultado final do conhecimento científico. A temática ambiental renova nosso olhar em relação às nossas concepções de conhecimento e conhecimento escolar.

Palavras chaves: Ensino de Física. Temática Ambiental. Temas Controversos. Conhecimento Escolar. Concepção de Conhecimento.

ABSTRACT

In this work, we emphasize the relevance to understand the causes of the environmental issue from the main aspects that founded the modern view of the world. Considering the reflections and the different summaries that try to understand the emergency of the environmental issue, we will realize that some of them are very significant for the social practices, especially those that are directly linked with educational practice. Amongst the concrete implications to the teaching of Physics, the educational methodological proposals that consider the possibility to approach controversial subjects directly related to Science and Technology are very relevant. However, the proposals for teaching Physics in the different levels, does not generally approach the aspects related to the environmental issue in its educational activities. The criticism to the teaching of Natural Sciences, in general, and to the teaching of Physics, in particular, either in secondary school or higher education, shows a teaching directed to the conceptual aspects of Science, with an emphasis in a mathematical description of the phenomena. From these theoretical elaborations, the central question of this research is: what is the meaning of knowledge and, especially, the school knowledge, present in the teaching proposals and practices of students of Physics that consider aspects of the environmental issue from controversial subjects? The procedures of data collection and analysis of this work are grounded in a qualitative approach. From an intervention in Practices of Teaching and Physics Supervised Internship I and II, we collected the data of this research. Amongst the results obtained, we emphasize that the school experiences the future Physics teachers experienced along their formative processes, contribute significantly to form the view they have about Physics and the teaching of Physics. Moreover, the knowledge of Physics and the teaching of Physics the intern explains in his educational practice is a reproduction of the process he has experienced in his school formation. We can notice that the main difference among the activities taught in secondary school and in higher education lies in the restriction of the conceptual depth and the mathematical language of the former, as in both cases successful research without any mistakes, impasses or discontinuities are passed on. This is an important criticism to the knowledge didactic, because it contributes to create the picture of a Science without ruptures and conflicts. We also observe that a great number of interns who participated in this research has some difficulties in constructing and carrying out more elaborated teaching activities with subject of controversial nature. The teaching of these subjects seems to happen in a critical approach of some negative implications associated with the interference of the man in the nature through technological tools. Lastly, we analyze that, among the future Physics teachers, there is not a more extensive understanding of the meaning of the environmental issue and its direct and indirect consequences for our conceptions and social practices. Many interns do not identify themselves with the aspects of the environmental issue. For them, the teaching of these aspects is more appropriate to the teachers of other subjects, especially those of Biology and Geography. At the end of the work, we analyze that the environmental issue makes us think about its importance to our teaching practice. We must rethink the aims of our pedagogical activities and reflect about the place knowledge occupies at school. School knowledge is the result of the human practice and not only the final result of scientific knowledge. The environmental issue renews our view in relation to our conceptions of knowledge and school knowledge.

Keywords: teaching of Physics. environmental issue. controversial issue. school knowledge. conceptions of knowledge.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Argumentos utilizados pelos alunos do curso de Licenciatura em Física, de uma Universidade Pública, matriculados na disciplina Prática de Ensino para justificar a adequação de seus planos de ensino em relação às principais tendências para o ensino de Física.....106

Tabela 2: Conteúdos da Física que, segundo alunos do curso de Licenciatura em Física, de uma Universidade Pública, matriculados na disciplina Prática de Ensino, podem proporcionar trabalhos educativos com temas controversos.....123

Tabela 3: Impacto ambiental associado pelos alunos do curso de Licenciatura em Física, de uma Universidade Pública, matriculados na disciplina Prática de Ensino, à aplicação da Ciência e da Tecnologia.....124

Tabela 4: Conteúdos de Ciência e Tecnologia que podem ser explorados a partir de suas implicações negativas diretas e indiretas sobre o meio ambiente, segundo grupos de alunos do curso de Licenciatura em Física, de uma Universidade Pública, matriculados na disciplina Prática de Ensino.....125

Tabela 5: Controvérsias que os alunos do curso de Licenciatura em Física, de uma Universidade Pública, matriculados na disciplina Prática de Ensino articulam com os conhecimentos sistematizados da Física.....130

Tabela 6: Argumentos utilizados por alunos do curso de Licenciatura em Física, de uma Universidade Pública, matriculados na disciplina Prática de Ensino para justificar a importância dos problemas ambientais.....144

Tabela 7: Argumentos utilizados por alunos do curso de Licenciatura em Física, de uma Universidade Pública, matriculados na disciplina Prática de Ensino para explicar as causas dos problemas ambientais.....146

Tabela 8: Versão do plano de ensino, construída pelos alunos do curso de Licenciatura em Física, de uma Universidade Pública, matriculados na disciplina Prática de Ensino em que há alguma indicação de trabalho educativo com aspectos da temática ambiental.....149

Tabela 9: Item do plano de ensino, construído pelos alunos do curso de Licenciatura em Física, de uma Universidade Pública, matriculados na disciplina Prática de Ensino, onde ocorre alguma indicação relacionada com os aspectos da temática ambiental.....151

Tabela 10: Conteúdos da física que, segundo os diferentes grupos de trabalho dos alunos do curso de Licenciatura em Física, de uma Universidade Pública, matriculados na disciplina Prática de Ensino, favorecem a abordagem de aspectos da temática ambiental.....152

SUMÁRIO

1 Primeiras palavras.....12
1.1 Abordagens e procedimentos de pesquisa.....20
1.1.2 Os processos de coleta e sistematização dos dados da pesquisa.....21
1.2 Contexto.....29
1.3 Organização do relato desta investigação.....36
2 A temática ambiental como um campo de inserção no ensino.....38
2.1 Modernidade: as etapas de um processo.....40
2.2 O fim das certezas e a emergência do sujeito autônomo.....57
2.3 A temática ambiental e o declínio da modernidade: o diálogo de saberes e processo educativo.....64
2.3.1 A temática ambiental e o ensino de Física: os temas controversos como metodologia de ensino.....67
2.4 Considerações sobre o capítulo.....81
3 A Física como Ciência e o conhecimento escolar: as experiências formativas e as práticas pedagógicas.....85
3.1 Conhecimento em Física e em ensino de Física: o processo formativo do futuro professor de Física.....87
3.2 Conhecimento em Física e em ensino de Física: a prática pedagógica dos futuros professores de Física.....92
3.3 Algumas considerações sobre os dados analisados.....116
4 Os temas controversos, o ensino de Física e os futuros professores de Física.....120
4.1 Os temas controversos e o ensino de Física: o futuro professor de Física e suas práticas pedagógicas.....122
4.2 Considerações sobre o capítulo.....136
5 A Temática Ambiental e o Ensino de Física : futuros professores de Física e práticas pedagógicas.....140
5.1 O posicionamento dos estagiários em relação à temática ambiental.....141
5.2 O caminho realizado pelos futuros professores de Física para abordar aspectos da temática ambiental em práticas de ensino.....147

5.3 Algumas considerações sobre o capítulo.....164
6 Considerações finais 166
Referências.....181
Anexos.....190

1 Primeiras palavras

> A crise ambiental é a crise do nosso tempo. O risco ecológico questiona o conhecimento do mundo.
>
> LEFF, 2002, p.191

As idéias desenvolvidas neste trabalho surgiram a partir de uma linha de investigação iniciada em 1998, ano em que, ao ingressar no mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação Escolar da Unesp de Araraquara, entramos em contato com o Grupo de Pesquisa A Temática Ambiental e o Processo Educativo. A partir das primeiras discussões sobre as possibilidades que se anunciavam em relação à pesquisa de mestrado, definimos como um dos objetivos daquele trabalho o de analisar as possibilidades e os limites de abordar aspectos da temática ambiental em atividades de ensino de Física. Dentre as questões de pesquisa propostas naquela oportunidade, uma delas estava relacionada com as implicações teóricas e metodológicas do discurso ambientalista para o ensino de Física.

Tendo em vista a proposta de analisar as implicações do ideário ambientalista para o ensino de Física, procuramos sistematizar as principais críticas direcionadas ao ensino de Ciências Naturais, de maneira geral, e as proposições que apresentavam novas perspectivas para o ensino de Física. De modo particular, analisamos aquelas proposições que pudessem relacionar o ensino de Física com a temática ambiental.

Não foi nenhuma novidade observar que as propostas de ensino de Física mais tradicionais, em geral, não abordam concretamente os aspectos relativos à temática ambiental em suas atividades educativas. As críticas direcionadas ao ensino de Ciências Naturais, em geral, e ao ensino de Física, em particular, tanto no nível médio quanto no nível superior, apontam para um ensino voltado aos aspectos conceituais da Ciência, com ênfase numa descrição matemática dos fenômenos. Além disso, os conteúdos trabalhados nesses cursos tendem a enfatizar aspectos fatuais desvinculados de um contexto mais amplo e de situações concretas vivenciadas pelos estudantes (MEGID NETO; PACHECO, 1998; BRAGA, 2000, PIETROCOLA, 2001; SILVA, 2001).

Neles o objeto de estudo é descrito, preferencialmente, em linguagem matemática, situação que acaba por levar à desconsideração dos aspectos sociais, políticos, econômicos e ambientais do contexto. Além disso, os estudantes acabam tendo poucas oportunidades para compreender o fenômeno em si, ou seja, aquilo que ele representa em termos de fenômeno

natural. Dentro deste quadro, o conhecimento científico passa a ser entendido como neutro, impessoal, pragmático, utilitarista, abstrato, dogmático, objetivo e essencialmente fatual (BRAGA, 2000; CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2001).

A partir dessas observações críticas, alguns autores (MATTEWS, 1994; MEGID NETO; PACHECO, 1998; BRAGA, 2000; PEDUZZI, 2001; PIETROCOLA, 2001; CARVALHO, 2005) procuram apontar outros caminhos para o ensino de Ciências Naturais. De modo geral, as proposições elaboradas por estes críticos contemplam alguns importantes elementos presentes no discurso ambientalista, tais como as diferentes críticas voltadas para o modo como o homem se organiza socialmente e a forma como utiliza os meios de produção associados aos conhecimentos científicos, sobretudo os que contemplam de forma mais direta aspectos do desenvolvimento tecnológico.

Entre as propostas que apresentam possibilidades de abordar aspectos da temática ambiental em processos educativos com conteúdos da Física, destacamos duas que, de modo especial, se voltam direta e/ou indiretamente para uma avaliação dos riscos e benefícios locais e globais da aplicação da Ciência e da Tecnologia e para uma crítica sistematizada em relação aos padrões de produção social. A primeira delas se vincula a uma perspectiva crítica de valorização dos saberes cotidianos e populares e a segunda aos trabalhos desenvolvidos a partir da perspectiva da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

A perspectiva crítica de valorização dos saberes cotidianos e populares para a contextualização do ensino de ciências objetiva ser, além de uma estratégia metodológica (gerar motivação e interesse dos alunos), uma concepção que entende a cultura como plural e que questiona as hierarquias entre saberes (LOPES, 2005). Segundo a autora, "(...) tal perspectiva parte do pressuposto de que esse entendimento e essa crítica são fundamentais para o empoderamento (*empowerment*) dos sujeitos sociais e sua possível ação em processos de transformação rumo a relações sociais não-excludentes." (p.274).

Do ponto de vista metodológico, um dos possíveis caminhos para utilização dessa proposta no ensino de Física está na possibilidade do estudante iniciar o processo de construção do saber a partir da avaliação dos riscos e benefícios associados às tecnologias presentes no cotidiano, cujos princípios básicos se relacionam, direta ou indiretamente, com os conhecimentos da Física (PIETROCOLA et al, 2001).

A segunda proposta destacada é aquela denominada CTS, conhecida, sobretudo, a partir da importância que obteve na Europa e nos Estados Unidos durante os anos 80 (SOUZA CRUZ; ZYLBERSTAJN, 2001; NASCIMENTO, 2003; REIS, 2004). Esta perspectiva baseia-se no desenvolvimento de atividades educativas com ênfase na tomada de

decisões, sobretudo aquelas relacionadas com aspectos sociais que têm como parâmetro importante a Ciência e a Tecnologia. Nesse sentido, a participação dos cidadãos em processos decisórios relacionados com questões científicas e tecnológicas depende da compreensão das dinâmicas sociais, cognitivas e epistêmicas da Ciência (FREITAS et al, 2006).

Na perspectiva desta linha, um dos principais objetivos deste enfoque está na necessidade de formar cidadãos que estejam mais bem informados e capacitados para lidar com as implicações sociais da Ciência e da Tecnologia (SOUZA CRUZ; ZYLBERSTAJN, 2001). Segundo Reis (2004), este enfoque pretende desencadear a substituição do currículo convencional de Ciências Naturais – que é centrado na preparação para cursos universitários e considerado pouco interessante e relevante pelos estudantes -, por um currículo centrado no desenvolvimento de conhecimentos, capacidades e atitudes úteis para a vida diária dos estudantes e preocupado com a responsabilidade social em processos coletivos de tomada de decisão sobre assuntos relacionados com Ciência e Tecnologia.

Segundo Freitas et al. (2006) a utilização da estratégia CTS possibilita a emergência de valores e conceitos que vão sendo simultaneamente formados no decurso da vida pessoal e profissional dos estudantes. Para Nascimento (2003, p.23) esse enfoque possibilita compreender a atividade científica como construção social. O autor destaca que a Ciência e a Tecnologia passam a ser vistas

> [...] como processos e/ou produtos sociais nos quais os elementos não técnicos, como valores morais, convicções religiosas, interesses pessoais e profissionais, pressões econômicas, entre outros aspectos, desempenham um papel decisivo em sua produção e consolidação.

De modo geral, a proposta CTS chama a atenção para a necessidade de uma avaliação dos riscos e benefícios associados à aplicação da Ciência e da Tecnologia. Esta abordagem possibilita a consideração dos aspectos da temática ambiental a partir dos conteúdos da Física, sobretudo a partir da discussão das implicações sociais e ambientais da utilização da Ciência e da Tecnologia.

Contudo, o que mais chamou a nossa atenção nessa abordagem foi o fato de observarmos a possibilidade de serem desenvolvidos trabalhos educativos que considerem a discussão de questões sócio-científicas controversas em sala de aula. As controvérsias relacionadas com as implicações sociais da Ciência e da Tecnologia oferecem excelentes oportunidades para nos aproximarmos das reais condições de produção da Ciência e das suas relações com a Tecnologia, a sociedade e o meio ambiente. Estas relações só podem ser

compreendidas a partir das suas dimensões éticas e políticas, que são naturalmente controversas pelo fato de não poderem ser resolvidas a partir de uma base unicamente técnica.

No que diz respeito ao ensino de Física, de forma mais específica, as questões relacionadas com os significados que atribuímos ao processo de produção do conhecimento científico são fundamentais, sobretudo quando consideradas a partir das complexas controvérsias geradas em virtude das suas inúmeras implicações sociais e ambientais (BRIDGES, 1986; WELLIGTON, 1986; LEVISON, 2001; GAYFORD, 2002; REIS, 2004).

Segundo Reis (2004), os temas controversos relacionados com os processos científicos e tecnológicos envolvem juízos de valor que impossibilitam a sua resolução apenas através da análise das evidências ou da experiência. Isto significa, entre outras coisas, que um tema controverso não pode ser resolvido apenas recorrendo a fatos ou a dados empíricos. Neste sentido, os problemas apresentados por esta perspectiva são pouco delimitados, multidisciplinares, e carregados de valores, situação que conduz a diversas soluções alternativas, cada uma das quais demandando aspectos positivos e negativos (REIS, 2004).

Assim, tendo em conta o referencial advindo do movimento ambientalista, as críticas direcionadas ao ensino das Ciências da Natureza e às perspectivas do ponto de vista pedagógico que têm sido apresentadas para o tratamento de temas controversos, passamos a considerar como significativa, em nossa pesquisa de mestrado, as possibilidades e os limites para o desenvolvimento de atividades de ensino que considerassem temas controversos em aulas de Física.

De modo especial, analisamos, ao final da dissertação de mestrado e em outros trabalhos que vieram na seqüência, o envolvimento, a participação e o posicionamento dos estudantes do ensino médio em aulas de Física que consideravam temas polêmicos ou controversos (SILVA, 2001; SILVA; CARVALHO, 2002 a, 2002 b, 2004, 2006 a, 2006 b).

Ao final da dissertação de mestrado, dentre os aspectos que consideramos relevantes para trabalhos posteriores, destacamos o fato de que o grupo formado pelo professor e pelos estudantes apresentou algumas dificuldades ao abordar temas controversos nas aulas de Física, sobretudo por conta das relações que se estabelecem entre esses temas e aspectos religiosos, filosóficos, éticos e estéticos. A exploração desses diversos aspectos articulados com os temas controversos em sala de aula propiciou um ambiente muito diferente daquele em que predominam as certezas que costumamos relacionar à Ciência, pois foram abordados subjetividades, incertezas, conflitos, valores e questionamentos de natureza diversa.

Também chamou nossa atenção o fato de os estudantes do nível médio utilizarem subterfúgios para escapar das controvérsias e dos conflitos, ora não questionando, ora

colocando-se a favor das demandas sociais atuais que acabam por provocar impactos ambientais negativos. Esse aspecto evidenciou o quanto estes estudantes estão influenciados por uma tradição educativa linear, que não oferece espaço para a uma reflexão mais profunda a respeito das contradições e/ou controvérsias que existem associadas aos processos de construção e aplicação da Ciência e da Tecnologia.

No entanto, se essa tendência pode ser evidenciada em atividades de ensino da educação básica, será que nos níveis superiores de educação este aspecto também se faz presente entre os estudantes? Até que ponto aspectos da temática ambiental se fazem presentes em atividades de ensino nos níveis superiores de formação de professores? O que podemos dizer dos cursos de formação de professores em relação a essa questão?

Em outras palavras, parece-nos que algumas questões tornam-se relevantes: será que os futuros professores de Ciências Naturais estão preparados para lidar com aspectos da temática ambiental de forma mais ampla e complexa? Que dificuldades os futuros professores de Física apresentam, quando propostas de trabalho com temas controversos são a eles apresentadas?

Essas questões, levantadas ao final do trabalho de mestrado, nos levaram a pensar nas dificuldades que se apresentam aos professores de Física que decidem trabalhar com aspectos da temática ambiental a partir de temas controversos. De modo especial, percebemos que o planejamento de atividades educativas com temas controversos apresenta aos professores o desafio de administrar saberes que, normalmente, não são abordados na escola, principalmente, em aulas de Ciências da natureza.

As tentativas de refletir sobre as dificuldades que os professores teriam para realizar práticas educativas, envolvendo aspectos da temática ambiental a partir de temas controversos, nos colocam diante da complexidade do mundo e, de modo particular, frente à complexidade ambiental. De modo definitivo, somos levados a questionar as crenças enraizadas em relação ao conhecimento científico e, deste modo, a encontrar alternativas àquelas propostas que buscam compreender e reverter os problemas ambientais a partir do ponto de vista dos problemas pontuais, tais como os de análise de toxicidade, de tratamento da água, de redução, reutilização e reciclagem de resíduos, da implantação de novas tecnologias limpas ou da economia de energia.

Para Leff (2002), a crise ambiental não é uma crise ecológica, mas fundamentalmente a crise da razão. Para o autor, os problemas ambientais são, visceralmente, problemas relacionados com o conhecimento do mundo, ou seja,

> A crise ambiental nos leva a interrogar o conhecimento do mundo, a questionar este projeto epistemológico que tem buscado a unidade, a uniformidade e a homogeneidade; este projeto que anuncia um futuro comum, negando o limite, o tempo, a história; a diferença, a diversidade, a outridade. A crise ambiental corporifica um questionamento da natureza e do ser no mundo, com base na flecha do tempo e na entropia vistas como leis da matéria e da vida, com base na morte vista como *lei limite* na cultura que constitui a ordem simbólica do poder e do saber. (LEFF, 2002, p. 194).

Segundo esse autor, o conhecimento sistematizado, como forma de relação do homem com a realidade, foi cooptado pelo interesse prático e reduziu-se ao propósito de resolver problemas ambientais exclusivamente por meio de instrumentos tecnológicos e econômicos.

A idéia de que esta crise não é exclusivamente ecológica, mas a crise da razão, que os problemas ambientais são, fundamentalmente, problemas do conhecimento (LEFF, 2002) permite-nos pensar na relação das questões ambientais com diferentes saberes até então excluídos do debate mais amplo empreendido pela sociedade. O caminho que vislumbramos para a compreensão desta problemática foi o de verificar os indícios de uma crise mais ampla e profunda vinculada à nossa forma de estruturar a realidade, ou seja, a crise da visão de mundo moderna.

A idéia de encaminharmos nosso projeto de acordo com a perspectiva de associar a crise ambiental com a crise da visão de mundo moderna amadureceu a partir das discussões e reflexões ocorridas no ambiente de um grupo de pesquisa - A Temática Ambiental e o Processo Educativo - organizado por professores/ pesquisadores da Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Rio Claro. Nos encontros mensais ocorridos no Departamento de Educação do Instituto de BioCiências da Unesp de Rio Claro avaliamos vários projetos de pesquisa que abordavam aspectos da temática ambiental e realizamos calorosas discussões sobre diferentes interpretações científicas e filosóficas das causas, das implicações e das alternativas frente à crise que se apresenta.

Foi nesse ambiente de debates e reflexões que amadurecemos a idéia de que a crise ambiental coloca em questão a maneira como entendemos e organizamos a sociedade e a forma como avaliamos a relação do homem com a natureza. A partir de então, aprofundamos o referencial teórico que apontava a crise ambiental diretamente relacionada com as concepções modernas de progresso, desenvolvimento, ambiente e indivíduo. A partir dessas idéias, e apoiados em Leff (2002), começamos a perceber que a crise ambiental não poderia ser compreendida somente a partir da racionalidade vigente. A sua compreensão exige um outro pensar sobre o mundo, um pensar que postula a emergência do outro, do conhecimento

não exteriorizado que nos leva a questionar o projeto da modernidade que sempre buscou a idéia totalizadora de unidade, uniformidade e homogeneidade.

De fato, uma parte importante deste trabalho consistiu na possibilidade de aprofundar teoricamente o significado da crise ambiental a partir da crise da visão de mundo moderna. Neste sentido, na tentativa de orientar as nossas reflexões sobre tais significados, formulamos as seguintes questões: quais as principais características que fundamentam a idéia de modernidade? Que elementos ou dimensões da modernidade apontam para a emergência da crise ambiental? Qual a importância das críticas formuladas pelos críticos da modernidade para às nossas atividades educativas relacionadas com a temática ambiental?

Esses questionamentos nos levam a especificar as concepções de conhecimento como sendo de grande relevância para nosso trabalho. Elas nos colocam diante da possibilidade de questionar o significado que atribuímos ao processo de elaboração e aplicação do conhecimento científico em nossas práticas de ensino[1] de Física.

A partir desses encaminhamentos teóricos consideramos pertinente analisar as implicações da crise ambiental para as práticas de ensino de Física.

As concepções de conhecimento presentes nas práticas de ensino dos professores de Física podem, definitivamente, ser um grande obstáculo para as possibilidades de abordagens mais complexas e realistas da problemática ambiental. Sendo assim, a questão central dessa pesquisa pode ser elaborada da seguinte maneira: qual o significado de conhecimento e, especificamente, de conhecimento escolar, presente nas propostas e práticas de ensino dos estudantes de licenciatura em Física que consideram aspectos da temática ambiental a partir de temas controversos?

A concepção de conhecimento do futuro professor de Física pode vir a ser um grande obstáculo para a realização de trabalhos com aspectos da temática ambiental. Daí que procuramos identificar e analisar os conhecimentos mobilizados pelo professor-estagiário de Física em práticas de ensino que solicitam dele a incorporação da temática ambiental a partir dos temas controversos. Dessa maneira, a partir da questão central de pesquisa, formulamos as seguintes questões específicas para essa investigação:

---

[1]Por prática de ensino compreendemos um fenômeno social complexo que obedece a múltiplos fatores articulados expressos através de idéias, valores, hábitos pedagógicos etc (PERRENOUD, 1993; INFORSATO, 1995; SHOENFELD, 1997; GONÇALVES T.O.; GONÇALVES T.V.O., 1998; MARCELO, 1998; ZABALA, 1998; INFORSATO; SILVA, 2002; MORIN, 2002; SILVA; INFORSATO, 2004). A prática de ensino não deve ser reduzida ao momento em que se produz o processo pedagógico na sala de aula, pois há momentos anteriores e posteriores que constituem peças fundamentais de toda a prática. Durante a prática de ensino, o professor mobiliza uma base de conhecimento proveniente de várias fontes (GERALDI et al., 1998; MIZUKAMI, 2000; NUNES, 2001; MIZUKAMI et al., 2002; TARDIF, 2002; INFORSATO et al., 2003). Para Tardif (2002) a

- Quais são os posicionamentos dos futuros professores de Física frente ao convite para planejarem e desenvolverem atividades de ensino que considerem aspectos da temática ambiental a partir dos temas controversos?
- Que práticas pedagógicas são propostas e efetivadas quando se coloca aos futuros professores de Física a possibilidade de realizar práticas de ensino com aspectos da temática ambiental a partir dos temas controversos?
- Conhecimentos de que natureza estão presentes nas propostas e práticas pedagógicas dos futuros professores de Física que decidem abordar aspectos da temática ambiental em suas aulas?
- Qual o significado de um trabalho como esse para o processo de formação inicial de professores de Física?

Esses questionamentos nos orientaram no processo de coleta e análise dos dados e na busca de elementos teóricos que pudessem nos ajudar a explicitar o significado de conhecimento para os estagiários. Um passo decisivo para os encaminhamentos práticos desta pesquisa esteve diretamente relacionado com nosso trabalho docente em uma universidade pública localizada no Estado de São Paulo.

Ocorre que no início do ano de 2002, participamos de um processo seletivo para o preenchimento de uma vaga para professor universitário substituto em uma universidade pública do Estado de São Paulo. Tendo sido selecionado para a vaga, durante dois anos (2002 e 2003) trabalhamos com as disciplinas Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I e II, do curso de Licenciatura em Física daquela instituição.

O projeto de pesquisa que construímos passou, a partir das questões de pesquisas definidas, a envolver, de forma natural, o processo formativo vivenciado pelos futuros professores de Física nas disciplinas Práticas de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I e II.

Ao articular nossa pesquisa com o processo formativo vivenciado pelos futuros professores de Física nas disciplinas Práticas de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I e II, estamos admitindo a importância de transformar os programas de formação de professores em uma atividade de pesquisa que possibilite oferecer aos estudantes ferramentas para avaliar de forma crítica alguns aspectos de sua formação. Além disso, de acordo com outros autores (MARCELO, 1998; CARVALHO, 2002), as pesquisas sobre formação inicial de professores têm-se utilizado largamente do estágio de ensino como elemento fundamental do processo de

---

prática dos professores integra diferentes conhecimentos e saberes provenientes de várias fontes, com os quais o corpo docente mantém diferentes relações.

aprender a ensinar, sobretudo por ser esta uma ocasião especial para investigar o processo de aprendizagem do ofício docente. Marcelo (1998) também destaca que um número expressivo de importantes pesquisas, realizadas em diferentes países do mundo, utilizaram-se de momentos específicos da prática de ensino dos cursos de formação inicial de professores. Essas pesquisas têm contribuído de forma significativa para:

a) avaliar se os professores reconhecem os estágios de ensino como um dos componentes importantes de sua formação inicial;
b) construir um conhecimento sólido sobre os estágios de ensino, de como se desenvolvem e que resultados conseguem;
c) fortalecer a idéia de que este é um momento que merece destaque no estabelecimento de relações entre a universidade e a escola.

1.1 Abordagens e procedimentos de pesquisa

Este trabalho de pesquisa fundamenta-se em abordagens de natureza qualitativa/ interpretativa. De acordo com Bogdan e Biklen (1994, p.70) os pesquisadores que se utilizam da pesquisa qualitativa buscam "[...] compreender o processo mediante o qual as pessoas constroem significados e descrever em que consistem estes mesmos significados".

Entre os diversos aspectos que, segundo Cohen et al. (2001), fundamentam o paradigma das pesquisas qualitativas, destacamos o fato de a pesquisa qualitativa buscar entender a subjetividade do mundo, da experiência humana, ser de natureza indutiva e focar as ações e as intenções dos atores envolvidos na pesquisa. Em metodologias de natureza qualitativa, as experiências não devem preceder a pesquisa, mas segui-la. Além disso, os significados das situações sociais são construídos mediante processos interpretativos e os dados são socialmente situados, relatados de forma contextual, dependentes e ricos. Neste sentido, o pesquisador, ao realizar uma pesquisa de natureza qualitativa, deve considerar o contexto da pesquisa, porque ele afeta o comportamento e as perspectivas dos sujeitos pesquisados. Também se destaca o fato dessas pesquisas não buscarem provas, pois o processo delas é tão ou mais importante que o resultado.

Nas pesquisas de natureza qualitativa, os valores devem ser considerados uma vez que tais pesquisas são influenciadas pelos valores do pesquisador, do pesquisado, do paradigma que guia a investigação do problema e do contexto. Porém, o processo de atribuição de significados se dá de forma continuada e envolve um longo período de maturação. Também destacamos o fato de que o tempo possui um papel fundamental na construção dos

significados atribuídos aos dados obtidos da realidade, ou seja, a realidade não é determinada, pois nós criamos nosso próprio futuro. Porém, não necessariamente construímos nosso futuro em situações de nossa própria escolha (COHEN et al., 2001).

Por fim, destaca-se o fato de os pesquisadores não saberem de antemão, e de maneira definitiva, o que será visto ou o que deve ser visualizado, pois as situações vividas pelas pessoas são únicas e não generalizáveis.

Para Bogdan e Biklen (1994), cinco características básicas identificam uma investigação de natureza qualitativa. Nem todos os estudos qualitativos, segundo os autores, patenteiam essas características com igual eloqüência, mesmo porque a questão não é tanto a de se determinada investigação é ou não totalmente qualitativa, mas, sim, do estabelecimento de graus que possam aproximar ou distanciar dada pesquisa daquelas características que a afirmem como pesquisa qualitativa (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

As cinco características apontadas pelos autores são: na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural; a investigação qualitativa é descritiva; os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos; os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva; o significado é de importância vital na abordagem qualitativa.

A natureza rica e complexa do ambiente onde ocorreu esta investigação (a universidade, a escola e a sala de aula) e os objetos analisados (os conhecimentos mobilizados pelos futuros professores de Física que abordam aspectos da temática ambiental em atividades de ensino), associados à impossibilidade de identificar e controlar os inúmeros fatores que interagem em um ambiente rico e complexo como a sala de aula, justificam a nossa escolha por uma abordagem qualitativa.

Com relação ao rigor da pesquisa, esta se caracteriza pela busca de uma descrição detalhada do processo vivido pelos futuros professores de Física nas disciplinas Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I e II. Esta descrição nos possibilitou compreender as escolhas realizadas pelos estagiários ao longo do processo educativo. Por fim, procuramos descrever as práticas educativas e formativas dos futuros professores de Física a partir de seu próprio contexto.

1.1.2 Os processos de coleta e sistematização dos dados da pesquisa

Nas pesquisas de natureza qualitativa, o pesquisador interage de forma constante com o objeto pesquisado, de tal forma que ele é o instrumento principal na coleta e na análise dos

dados. Levando em consideração esta afirmação, iremos destacar as técnicas de coleta e análise de dados que utilizamos em nossa pesquisa.

Tendo em conta as questões declaradas neste trabalho e os diferentes aspectos que configuram uma pesquisa qualitativa, a possibilidade de realizar uma intervenção planejada pareceu-nos a alternativa mais viável para coletarmos os dados desta pesquisa. Conforme explicita André (1998), neste tipo de investigação o pesquisador realiza a coleta dos dados enquanto se desenvolvem as atividades de ensino e aprendizagem em sala de aula.

Como em todo procedimento de pesquisa, a intervenção também exige do pesquisador uma série de cuidados que visam a garantir o rigor da pesquisa científica. André (1998) argumenta que o fascínio da ação – a intervenção propriamente dita - pode ofuscar o olhar do pesquisador para a outra faceta do trabalho que é a pesquisa. Nesse sentido, os objetivos da intervenção não estão necessariamente ligados à modificação de uma prática (como objetivo imediato), mas relacionados com a produção de conhecimento na área educativa.

Para buscar uma distinção em relação a outros procedimentos de intervenção, André (1998) utiliza a denominação pesquisador-professor para marcar bem a diferença de papéis entre um professor que pesquisa sua prática - procedimento reconhecido pela denominação de professor–pesquisador -, e o pesquisador que pesquisa um problema educacional, cujo objetivo é o avanço do conhecimento na área da educação.

Mediante esses esclarecimentos, destacamos algumas fases que compõem e orientam o ciclo de uma pesquisa desta natureza: planejamento, monitoramento e análise de dados (DICKER, 1990).

Na primeira etapa da pesquisa – planejamento – elaboramos os objetivos da pesquisa e o plano de ensino para as disciplinas Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I (Anexo A) e Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física II (Anexo B). A partir desses planos, foi possível prever alguns eventos mais significativos e ricos em dados para esta pesquisa. Foi também nessa etapa do trabalho que elaboramos e construímos atividades de ensino que, além de sintonizadas com os objetivos pedagógicos do curso, deveriam contemplar a possibilidade de coleta de dados da pesquisa.

Na segunda etapa – monitoramento - realizamos a intervenção nas aulas de Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I e II. Nessa fase, monitoramos o processo de desenvolvimento das disciplinas e realizamos a coleta dos dados relevantes para a pesquisa. Como procedimento de coleta de dados utilizamos as seguintes técnicas: questionários abertos, entrevistas semi-estruturadas, observações diretas de seqüências de aulas, coleta de documentos (planos de ensino elaborados pelos professores estagiários e todo o tipo de

registro escrito que eles produziram, tais como: roteiros, redações e materiais didáticos produzidos e/ou utilizados nas práticas de ensino do estágio) e notas de campo.

Na última etapa – análise de dados - realizamos a sistematização e a análise dos dados coletados à luz do referencial teórico escolhido para esta finalidade.

- Estratégias de coleta de dados

Uma vez definidas as técnicas de coleta de dados, mencionadas anteriormente, passamos a descrevê-las de maneira mais detalhada.

Os questionários abertos constituíram um registo em primeira-mão para identificar algumas idéias dos futuros professores de Física em relação aos aspectos da temática ambiental e à possibilidade de abordá-los em aulas de estágio. A sua aplicação na sala de aula também permitiu recolher informações de todos os estagiários em um curto intervalo de tempo e identificar os aspectos da temática ambiental que são livremente enfatizados por eles.

Segundo Cohen et al. (2001), os questionários abertos possibilitam aos sujeitos de pesquisa escreverem suas respostas livremente, ou seja, utilizando seus próprios termos para se expressar. Além disso, diferentemente dos questionários fechados, os questionários abertos permitem aos sujeitos adicionarem outras informações, qualificações e explicações em relação ao tema especificamente explorado, ampliando o campo de trabalho.

A entrevista, por sua vez, caracterizou-se como uma importante fonte de informações a respeito das relações existentes entre os aspectos declarados e realizados pelos estagiários. Nas entrevistas os sujeitos normalmente tornam-se mais envolvidos e motivados diante do pesquisador. Além disso, as entrevistas permitem correções, esclarecimentos e adaptações ao longo do processo, o que as torna extremamente eficazes na obtenção das informações desejadas.

Neste sentido, Cohen et al. (2001) enfatizam que o ponto forte da entrevista está na possibilidade do pesquisador explorar com mais profundidade um determinado aspecto da realidade, porém, eles admitem que este tipo de instrumento de coleta de dados é propenso às subjetividades e parcialidades por parte do pesquisador/entrevistador.

Cohen et al. (2001) ainda destacam alguns pontos que são de suma importância neste tipo de procedimento de coleta de dados: a exigência de um clima de mútua confiança entre o entrevistador e o entrevistado; um certo nível de controle da entrevista pelo entrevistador; estar certo de que o significado dos termos utilizados está claro para ambos (entrevistador e entrevistado). Os autores também destacam sobre a existência de uma grande variedade de

tipos de entrevistas, cada uma delas elaborada em função das questões de pesquisa construídas pelo investigador.

Em nossa investigação optamos por realizar entrevistas abertas e exploratórias conduzidas a partir de determinados tópicos ou, em outros termos, foram guiadas por questões mais gerais. Segundo Bogdan e Biklen (1994), este tipo de entrevista, também conhecida por entrevista semi-estruturada, caracteriza-se pela utilização de um guia mais aberto e flexível, o que possibilita ao entrevistador coletar dados relativos a dimensões inesperadas referentes ao tópico em estudo.

Ao todo realizamos oito entrevistas, ou seja, uma com cada grupo de dois ou três estagiários, de acordo com a divisão realizada para as aulas dos estágios[2]. As entrevistas duraram cada uma, em média, 1h30 min e aconteceram nas duas sextas-feiras posteriores ao término do estágio supervisionado (17/01/2003 e 24/01/2003), no período previamente reservado para estudos e planejamento de atividades.

Todas as entrevistas foram realizadas nas dependências da universidade, em uma sala reservada para os professores substitutos. Este local é silencioso, arejado, e possui duas mesas pequenas com cadeiras junto a uma ampla janela que permite a iluminação natural do ambiente. As entrevistas foram integralmente registradas em fitas de videocassete, conforme o consentimento dos entrevistados, que estavam cientes da natureza do processo, da confidencialidade dos dados obtidos e da utilização da filmadora para registrar nosso encontro. A escolha da filmadora, ao invés de um gravador de áudio, deu-se por mera questão de disponibilidade de equipamento. Naquele momento, o departamento ao qual estávamos vinculados não pôde nos oferecer um gravador de áudio.

Vale ressaltar que a filmadora foi colocada em lugar relativamente próximo e que pudesse ser vista pelos entrevistados. Na introdução das entrevistas, procurávamos deixar os estudantes bem à vontade, por vezes, comentando algo que havia ocorrido durante a semana, desde uma partida de futebol até algum acontecimento pitoresco de sala de aula que fosse diretamente associado ao grupo. Por fim, ligávamos a filmadora e iniciávamos a entrevista.

Em vários momentos da entrevista, solicitamos aos futuros professores comentários mais gerais sobre tópicos que, de acordo com o encaminhamento das respostas, poderiam ser mais aprofundados. Os tópicos mais importantes da entrevista estavam relacionados com o planejamento das aulas do estágio, as dificuldades que existiram no processo de planejar e executar as aulas, as fontes de pesquisa utilizadas na preparação das aulas do estágio e o

[2] Para as atividades do estágio, os futuros professores de Física organizaram-se em oito grupos. Cada grupo contava dois ou três estagiários.

significado do trabalho educativo com outros aspectos da realidade, tais como os da temática ambiental.

Além disso, indagamos os estagiários sobre os possíveis caminhos que eles vislumbravam para abordar aspectos da temática ambiental a partir dos conteúdos de Física. Este guia de tópicos não foi seguido de forma rígida, pois em muitas situações voltamos a tópicos anteriores ou, simplesmente, não abordamos um ou outro item devido aos encaminhamentos e às escolhas que realizamos no momento da entrevista.

Os dados obtidos com as entrevistas possibilitaram a construção de um quadro detalhado sobre a forma como cada grupo reconheceu, planejou e executou atividades de ensino envolvendo aspectos da temática ambiental. O registo das entrevistas em fita de videocassete possibilitou-nos o acesso posterior à totalidade do discurso dos entrevistados.

A produção de notas de campo foi outro instrumento de coleta de dados que utilizamos nessa pesquisa. Durante todo o processo de intervenção planejada, produzimos notas de campo, ou seja, realizamos diversas anotações que tinham por finalidade descrever pessoas, objetos, acontecimentos, atividades e conversas, além das reflexões e dos palpites que ocorriam entre os estagiários (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

As notas de campo são também consideradas uma espécie de diário de bordo do pesquisador, que o acompanha durante todo o processo de desenvolvimento do projeto. Elas foram amplamente utilizadas por nós durante a intervenção planejada.

Outra estratégia utilizada para coletar dados para essa pesquisa foi a de recolher os documentos produzidos pelos estagiários durante as atividades de ensino realizadas nas disciplinas Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I e II. Dentre estes documentos, destacam-se aqueles produzidos nas oficinas de ensino, os construídos e/ou utilizados pelos futuros professores nas aulas dos estágios, os planos de ensino e a análise por escrito que os estagiários fizeram sobre uma das versões dos planos de ensino.

Dentre os documentos coletados, destacamos de modo especial as três versões de planos de ensino que foram produzidas pelos estagiários. Estes planos destacam-se por constituírem uma parte inseparável da atuação docente (CRUZ, 1978; ZABALA, 1998; GIMENO SACRISTÁN, 2000; GIMENO SACRISTÁN; PÉREZ GÓMEZ, 2000), ou seja, o que acontece nas aulas não pode ser entendido sem uma análise que leve em conta as intenções, as previsões, as expectativas e a avaliação dos resultados pelos professores.

Por fim, realizamos o registro de todas as aulas ministradas pelos futuros professores durante o estágio supervisionado. Essas aulas foram registradas em fitas magnéticas de

videocassete. Os dados coletados desta forma possibilitaram o acesso direto às escolas e às salas de aula onde os futuros professores realizaram atividades pedagógicas.

A utilização da filmadora nesta etapa do processo foi interessante por dois motivos: primeiro porque tivemos acesso completo às aulas dos professores estagiários e dos estudantes do ensino médio, segundo porque em algumas oportunidades foram realizadas tomadas panorâmicas das salas de aula e, nesse caso, temos registradas várias atitudes dos estudantes do ensino médio em relação ao trabalho desenvolvido pelos futuros professores.

- **Estratégias de análise de dados**

Ao proceder à análise de dados, procuramos compreender o processo mediante o qual os futuros professores de Física constroem suas concepções e práticas e também descrever em que consiste a natureza desse fenômeno. Assim, orientados por nossas questões de pesquisa, procuramos explicitar algumas regularidades presentes nos discursos[3] construídos pelos futuros professores de Física. Esses discursos estão explicitados em práticas discursivas de diferentes naturezas – fala, escrita, gestos, imagens etc - produzidos pelos futuros professores (ORLANDI, 2005).

Os textos analisados eram das mais diferentes naturezas, desde materiais escritos (questionários, planos de ensino, notas de campo etc) até fitas magnéticas com aulas gravadas. Para compreender os sentidos existentes nesses discursos, procuramos, em um primeiro momento, organizar nossa base de dados a partir de unidades básicas. Nesse sentido, cada texto passou a ser considerado como uma unidade básica de pesquisa.

A partir dessas unidades básicas, realizamos uma ampla leitura do material com a intenção de distinguir entre o típico e o atípico com a finalidade de detectar grandes tendências. Nessa fase da pesquisa utilizamos marcadores de texto de diversas cores para destacar os elementos e as passagens que eram mais significativas do ponto de vista da pesquisa.

Após esta fase inicial, procedemos à construção de categorias, ou seja, tendo por base nosso referencial teórico, realizamos uma operação de classificação e agrupamento daqueles elementos representativos das ocorrências regulares. Para Bogdan e Biklen (1994), o processo de construção de categorias é essencialmente intuitivo, porém, é influenciado pelos objetivos

[3] Discurso entendido como efeito de sentidos entre locutores (ORLANDI, 2005).

e quadro teórico da pesquisa. Além disso, este processo sofre influência das concepções e dos conhecimentos do investigador.

A organização de quadros e tabelas foi uma das formas utilizadas para apresentar os dados sistematizados. Além disso, as análises apresentadas nessa pesquisa estão apoiadas em excertos obtidos a partir dos dados coletados e sistematizados.

De forma mais específica, podemos dizer que cada unidade básica de dados dessa pesquisa exigiu um procedimento técnico específico. Nesse sentido, segue um breve relato dessas diferentes técnicas associadas às suas unidades básicas de dados.

Para analisar os dados obtidos a partir dos questionários abertos e dos documentos coletados nessa pesquisa, procuramos, em um primeiro momento, identificar evidências dos conhecimentos mobilizados pelos futuros professores que procuram abordar aspectos da temática ambiental em suas atividades de ensino. Nesse sentido, após a coleta de todos os documentos, incluindo os planos de ensino, realizamos a transcrição integral dos materiais e procuramos dados que nos indicassem os aspectos da temática ambiental considerados pelos estagiários em suas práticas de ensino e os caminhos que eles percorriam ao longo do processo realizado nas disciplinas de Prática I e II.

No caso específico das filmagens, foram gravadas quatro aulas de cada um dos oito grupos de estagiários. Desse material, realizamos a transcrição parcial das filmagens, processo denominado minutagem. Esse processo consiste, numa primeira etapa, na transcrição da gravação através de resumos. No nosso caso, decidimos resumir os aspectos relevantes que se apresentaram numa determinada aula em períodos seqüenciais de cinco minutos. Após a minutagem das fitas, um segundo processo consistiu na escolha dos trechos mais significativos em dados para a pesquisa – identificação dos episódios de ensino - e a sua transcrição completa.

Para analisar as transcrições das notas de campo, que foram transcritas em sua totalidade, e das aulas gravadas, que passaram pelo processo de minutagem, procedemos à identificação de episódios de ensino. A identificação de episódios de ensino possibilitou que transformássemos as gravações das aulas em dados para nossa pesquisa.

Para Carvalho (2004, p.8) o episódio de ensino pode ser identificado com "[...] momentos extraídos de uma aula, onde fica evidente uma situação que queremos estudar." A autora ainda destaca que o episódio de ensino faz parte do ensino e é, pois, "[...] um recorte feito na aula, uma seqüência selecionada onde situações chaves são resgatadas". Nesse sentido, os episódios de ensino foram registrados durante o desenvolvimento das atividades de ensino das disciplinas de Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I e II. Um

comentário que o estagiário fez sobre um determinado tema, um diálogo que foi realizado entre dois ou mais estudantes de Licenciatura em Física ou, ainda, entre eles e o professor da Prática de Ensino, são exemplos de eventos que podem se constituir em episódios de ensino. Os episódios de ensino também podem ser identificados a partir das aulas que os estudantes de Licenciatura em Física realizaram no estágio supervisionado. Uma explicação que o futuro professor fez sobre um determinado tema ou conceito, como por exemplo, o Efeito Estufa; um diálogo que manteve com algum estudante do ensino médio ou mesmo algum diálogo entre os próprios estagiários são exemplos de eventos que podemos caracterizar como episódios de ensino.

Em relação às entrevistas semi-estruturadas, realizamos a transcrição completa das gravações realizadas com os grupos de estagiários que trabalharam com aspectos da temática ambiental em suas atividades de ensino. Para esta pesquisa, consideramos os dados coletados a partir de três entrevistas realizadas com três grupos diferentes (G1, G3 e G4). O fato de terem trabalhado com aspectos da temática ambiental em suas atividades de ensino foi o critério utilizado para escolher os grupos que teriam suas entrevistas transcritas e sistematizadas.

Após várias leituras das transcrições e de assistir, algumas vezes, a projeção das entrevistas em vídeo, iniciamos a busca de ocorrências nos discursos dos estudantes (idéias, temas, palavras, sentimentos, identidades) que fossem relevantes do ponto de vista da nossa questão de pesquisa.

Analisamos, inicialmente, as entrevistas em separado, realizando a construção de um resumo geral dos dados mais significativos de cada uma delas. Depois procuramos encontrar tendências, temas, causas e construções mais gerais que foram ordenadas e classificadas de acordo com comportamentos, caminhos percorridos, identidades e formações profissionais dos futuros professores.

Organizamos os dados obtidos com as entrevistas da seguinte maneira:

- primeiro fizemos uma breve descrição do grupo e do percurso realizado durante o processo de planejar e executar as atividades educativas do estágio. Denominamos essa etapa de primeiros passos;
- na seqüência descrevemos os caminhos que os grupos percorreram para lidar com os aspectos da temática ambiental em aulas de Física, apontando as maiores facilidades e dificuldades vivenciadas neste processo. Este item recebeu a seguinte denominação: A Temática Ambiental e o Processo Educativo: futuros professores de Física planejando atividades de ensino.

- por fim, apontamos os dados que indicam a afinidade e a identidade dos estagiários para com os aspectos da temática ambiental. Este item recebeu a seguinte denominação: O Fator Identidade.

Vale destacar que há vários excertos das entrevistas apresentados no trabalho. Esses excertos são citações literais dos envolvidos no evento – professor da Prática de Ensino e estagiários. Ressaltamos que em nenhum momento anunciamos a identidade dos entrevistados, pois eles estão identificados por nomes fictícios.

Por fim, realizamos a triangulação dos dados. Através desse processo, procuramos aumentar o rigor e a profundidade da investigação, pois utilizamos mais de uma fonte de informações e mais de um procedimento de coleta de dados. As falhas de uma técnica de coleta de dados poderiam ser os pontos mais fortes de outra técnica.

Para Cohen et al. (2001), a entrevista possibilita a análise mais aprofundada do ponto de vista do sujeito em relação a determinado aspecto da realidade e, deste modo, possibilita coletar dados que os questionários, por exemplo, não permitem.

1.2 Contexto

De modo geral, iremos apresentar nesse item o contexto da realização dessa pesquisa. Nesse sentido, iremos descrever o curso de Licenciatura em Física da universidade pública onde trabalhamos, os estudante de Licenciatura em Física que participaram dessa pesquisa, as disciplinas Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I e II e a escola de ensino médio onde os estagiários realizaram suas regências.

- O curso de Licenciatura em Física

A universidade pública onde trabalhamos está localizada no interior do Estado de São Paulo. Até dezembro de 2003, esta universidade oferecia 28 cursos de graduação contando com 5800 estudantes e 18 programas de pós-graduação com aproximadamente 1800 estudantes. Dentre os 28 cursos de graduação, nove estavam direcionados para a formação de professores (licenciaturas): Ciências Biológicas, Matemática, Química, Física, Educação Física e Motricidade Humana, Letras, Pedagogia, Música, e Enfermagem e Obstetrícia. O curso de Física da universidade onde trabalhamos foi um dos primeiros cursos de graduação da instituição. Atualmente, este curso oferece as habilitações em licenciatura plena e bacharelado, sendo que o estudante pode fazer a opção por uma ou outra ao longo do curso.

Além disso, o estudante pode completar os créditos para uma das habilitações e obter a outra por meio de complementação curricular.

- Os estagiários

Especificamente em 2002, um dos anos em que coletamos os dados para essa pesquisa, a turma de universitários que cursou as disciplinas Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I e II era formada por 18 estudantes, sendo 16 rapazes e 2 moças. Para preservar o anonimato dos estudantes que serão citados nesta pesquisa demos a eles nomes fictícios: Glauco, Antônio, Beto, Alberto, Daniel, Elias, Hélio, Almir, Douglas, Emílio, Felipe, Carlos, Henrique, Francisco, Guilherme, Bruno, Beatriz e Carolina.

Iniciamos nossa intervenção nas disciplinas Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I no primeiro dia de aula letivo, ou seja, 15 de maio de 2002. Após apresentar ao grupo de estagiários o nosso plano de curso e o calendário com a previsão das atividades educativas, comunicamos aos futuros professores a nossa proposta de coletar informações durante as atividades, tendo por objetivo a realização de uma pesquisa científica.

A receptividade dos estudantes em relação à proposta de coleta de dados foi positiva, sobretudo por conta do cuidado que tivemos em informar que os dados recolhidos estariam sob sigilo e que nenhum nome seria divulgado posteriormente, garantindo assim o anonimato dos participantes.

Com a finalidade de obter informações específicas sobre as possíveis experiências docentes dos estagiários, solicitamos verbalmente que cada um deles relatasse as suas experiências, até aquele momento, como professores. Verificamos que três estagiários possuíam, até então, experiências relacionadas com atividades docentes em escolas preparatórias para exames vestibulares: Francisco, Guilherme e Carolina. Um outro estagiário, Glauco, exercia naquele momento uma atividade remunerada em um centro de divulgação científica[4] associado a uma grande universidade pública do interior do Estado de São Paulo. O estagiário atuava junto ao grupo de Física daquela instituição. Esta situação profissional possibilitava ao Glauco a proximidade com os estudantes do ensino básico que normalmente freqüentam as atividades educativas promovidas pelo centro de divulgação

[4] O centro de divulgação científica mencionado está vinculado a uma grande universidade do interior do Estado de São Paulo e atende estudantes do nível básico. O centro possui museu de Ciências Naturais, biblioteca, sala de computação e cineclube.

científica. Além desses, nenhum outro estagiário mencionou qualquer experiência efetiva como professor em escolas básicas.

- A disciplina Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física

As disciplinas de Prática de Ensino, responsáveis pelos estágios supervisionados em escolas básicas, são obrigatórias no Brasil para os cursos de Licenciatura. Na instituição universitária onde trabalhamos as disciplinas Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I e II eram oferecidas no sétimo e oitavo períodos do curso.

No âmbito teórico e prático, podemos dizer que as disciplinas Didática e Prática de Ensino se complementam na formação do futuro profissional da educação, porém, a especificidade da última está no acompanhamento de estágios supervisionados.

De maneira geral, os programas das disciplinas de Prática de Ensino de Física prevêem que os futuros professores estudem e discutam as principais tendências para o ensino de Física, analisem criticamente os documentos oficiais que versam sobre propostas curriculares, realizem estudos críticos sobre os aspectos didáticos e pedagógicos relacionados com o ensino de Ciências Naturais e entrem em contato com as principais tendências da pesquisa no campo do ensino de Ciências (MARANDINO, 2003). Nos Estágios Supervisionados, os futuros professores realizam observações em escolas de ensino médio, o planejamento de atividades de ensino e a execução de atividades pedagógicas em situações reais de ensino e aprendizagem.

A observação do contexto escolar objetiva a coleta de dados sobre os principais aspectos que compõem este ambiente, ou seja, o espaço físico, a disposição de móveis e equipamentos naquele espaço físico, a organização do tempo das aulas, o manejo da sala de aula pelos professores, a participação dos estudantes do ensino básico nas atividades escolares propostas pelos seus professores, os procedimentos didáticos utilizados pelos professores etc. Após esta coleta de dados, os estagiários sistematizam e analisam os dados coletados na escola, servindo-se deles para a preparação dos seus futuros planos de trabalho.

Em relação às atividades das disciplinas Prática de Ensino I e II, cabe apontar que nossos encontros semanais ocorriam sempre às quartas-feiras das 14h às 18h. Além disso, os estagiários contavam com quatro horas por semana reservadas para atividades extraclasse, correspondendo a um total de 8 horas de carga horária semanal.

Também destacamos o fato de que devido aos transtornos gerados pela paralisação das atividades nesta universidade em parte do ano de 2001 e 2002, tivemos as atividades da

disciplina Prática de Ensino realizadas em semestres não convencionais. Neste sentido, iniciamos as atividades da Prática I na segunda quinzena do mês de maio (15/05/2002) e terminamos no mês de setembro (04/09/2002).

Na disciplina Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I, os estagiários planejaram seus trabalhos a partir do final de junho de 2002 e realizaram as atividades durante as primeiras semanas do mês de agosto de 2002, momento em que os estudantes do ensino médio público retornavam do recesso escolar. As observações e as atividades educativas planejadas para a Prática I ocorreram às quartas-feiras entre a segunda semana de agosto e a segunda de setembro de 2002, durante os três períodos de aula da escola.

Para as atividades de estágio da disciplina Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I, os licenciandos de Física foram divididos em pequenos grupos. Esses grupos foram formados pelos próprios estagiários, conforme suas afinidades e/ou conveniências. Cada grupo tinha no máximo 4 componentes e, nessa ocasião, foram formados 6 grupos de trabalho. Destes, 1 executou suas atividades no período matutino, 3 grupos no período vespertino e 2 grupos no período noturno.

A estratégia de planejar e executar as atividades de ensino em grupo parece aliviar de forma significativa a tensão do estagiário em sala de aula. Foi solicitado a cada grupo que participasse intensamente de cada etapa do processo do estágio. Além disso, recomendamos aos futuros professores de Física que entrassem em grupo nas salas de aula do ensino médio, de tal modo que pudessem auxiliar uns aos outros. Os diferentes grupos de estagiários desenvolveram os seus trabalhos no horário de aula de alguns professores efetivos da escola. Mas, de qualquer forma, eles tinham liberdade para escolher o tema, a abordagem e a metodologia de trabalho.

Queremos chamar a atenção para o fato de que, por conta de um calendário pouco flexível, cada grupo construiu uma única versão do plano de ensino durante a disciplina Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I. A construção desse plano de ensino aconteceu após a realização de um estágio de observação na escola média. Na seqüência, os estagiários executaram suas atividades de ensino, anteriormente planejadas, na escola média. Cada um dos grupos de futuros professores realizou até 4 aulas de 50 minutos de duração cada. O número de quatro aulas pareceu a todos, professores da universidade e da escola de ensino médio e os estagiários, como suficientemente adequado para atividades dessa natureza.

É importante lembrar que houve um período de negociação entre a universidade e a escola de ensino médio visando às aulas de estágio dos futuros professores de Física. Os

professores da escola média prontamente se colocaram à disposição da universidade não só para ceder suas aulas, como também para acompanhar os estagiários em sala de aula.

Já a Prática II teve suas atividades iniciadas no final do mês de outubro de 2002 e estendeu-se até o mês de janeiro de 2003. Dentre as inúmeras conseqüências deste fato, destaca-se a falta de sincronismo entre as atividades realizadas na universidade e aquelas ocorridas nas escolas de nível básico.

Na disciplina Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física II os estagiários também planejaram e executaram atividades de ensino na escola de ensino médio. Nesta etapa, os estagiários planejaram seus trabalhos educativos a partir de outubro de 2002 e realizaram as atividades educativas durante os meses de novembro e dezembro de 2002.

Para realizar as atividades de ensino da disciplina Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física II, os futuros professores de Física organizaram-se em grupos de 02 ou 03 componentes. Assim como na disciplina Prática de Ensino I, essa divisão ocorreu de acordo com as afinidades e/ou conveniências dos próprios estagiários. Dessa divisão foram formados 08 grupos assim constituídos: Grupo 01 - Antônio, Alberto e Almir; Grupo 02 - Beatriz, Beto e Bruno; Grupo 03 - Carolina e Carlos; Grupo 04 - Daniel e Douglas; Grupo 05 - Elias e Emílio; Grupo 06 - Felipe e Francisco; Grupo 07 - Glauco e Guilherme e Grupo 08 - Hélio e Henrique.

As atividades práticas da disciplina ocorreram na mesma escola de ensino médio anteriormente mencionada. Neste sentido, foi renovada a parceria entre a escola de ensino médio e a universidade pública. As atividades de ensino dos estagiários naquela escola continuaram ocorrendo sempre às quartas-feiras.

Diferente do que aconteceu na disciplina Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I, nesse momento os futuros professores foram convidados a elaborar três diferentes versões do plano de ensino. A primeira versão do plano foi entregue logo no início das atividades da disciplina (23/10/2002), a segunda versão foi entregue poucos dias antes dos estagiários iniciarem suas atividades práticas (13/11/2002) e uma terceira e definitiva versão do plano foi entregue após as aulas de regência (até 18/12/2002-última aula de 2002).

Nessa disciplina, os licenciandos planejaram suas aulas na forma de mini-cursos, ou seja, os estagiários planejaram e realizaram suas atividades de ensino na forma de cursos de pequena duração. O mini-curso, ou simplesmente curso de curta duração, é uma modalidade de trabalho amplamente utilizada como atividade de prática de ensino (CARVALHO, 1987; GIANOTTO et al., 1994; MAFFIA, 1994).

No mini-curso, o estagiário está livre para escolher o tema ou conteúdo a ser desenvolvido em atividades educativas. Além disso, ele pode planejar e realizar com mais liberdade experiências educativas diferenciadas em relação às práticas educativas mais tradicionais, pois não possuem a obrigatoriedade de acompanhar o conteúdo curricular desenvolvido pela escola naquele momento específico.

Os trabalhos educativos, no formato de mini-cursos, foram oferecidos em diferentes horários, períodos e dias da semana: 04 no período matutino, 03 no período vespertino e 01 no período noturno. Esse fato possibilitou maior flexibilidade de horário para os estagiários e a possibilidade de atender o maior número possível de estudantes da escola média, tendo em vista que a inscrição daqueles estudantes nos diferentes mini-cursos foi condicionada ao fato de terem que escolher um horário, dentre aqueles disponíveis, que não coincidia com seu período de aula obrigatória.

Cada mini-curso possuía, em média, uma carga horária de oito horas de atividades educativas. Esta carga horária foi dividida em quatro aulas de duas horas de duração cada. A divulgação dos mini-cursos foi realizada pelos estagiários e por uma professora efetiva de Física da escola, que acompanhou todo o processo do estágio supervisionado. As classes eram formadas, em média, por 10 adolescentes. É interessante destacar que, por conta do desajuste de calendário, fomos para o estágio somente no período final daquele ano letivo. Normalmente no final do ano letivo os estudantes do ensino médio estão muito envolvidos com os diferentes processos de avaliação.

Além disso, os mini cursos foram oferecidos em horários alternativos, ou seja, em um horário diferente daquele do período de aula, fato que impedia que muitos estudantes voltassem novamente para a escola no mesmo dia. Para exemplificar este fato, podemos dizer que os cursos oferecidos no período da manhã só foram freqüentados por pessoas que estudavam no período da tarde. Ainda é interessante dizer que a escola média onde os professores-estagiários trabalharam fica na região central e recebe estudantes provenientes de vários bairros distantes daquela região da cidade. A maioria dos adolescentes que estudam nesta escola depende de transporte público coletivo, fato que acarreta uma série de custos aos estudantes e seus familiares.

A professora efetiva de Física da escola média participou de todo o processo de planejamento e elaboração das atividades de ensino dos estagiários. Durante todo o processo, ela viabilizou e potencializou o trabalho dos estagiários na escola. Também destacamos que a maioria dos mini-cursos foram realizados no espaço do laboratório de Física da escola. Esse fato se deu por conta da ocupação total das salas de aula da escola pelos estudantes em

períodos de aula. De qualquer forma, o laboratório de Física foi um espaço muito adequado para as atividades de ensino dos futuros professores. Este laboratório é amplo, composto de três bancadas de alvenaria, 40 bancos de madeira, uma lousa de alvenaria, vários armários de madeira e alvenaria e equipamentos para a realização de aulas práticas na área de Física.

Nossa interação com a professora efetiva de Física da escola foi de tal forma produtiva que, em alguns momentos, ela realizou longas e produtivas conversas com o nosso grupo de estagiários. Nessas conversas, a professora procurava expor aos estagiários o funcionamento burocrático e prático da escola.

- A escola de Ensino Médio[5]

A escola na qual os estágios foram desenvolvidos destacava-se pelo grande número de estudantes que a freqüentava. No ano de 2002, a escola contava com cerca de 2000 estudantes distribuídos em 3 períodos (manhã, tarde e noite).

A escola ocupa um prédio público de linhas clássicas do interior do Estado de São Paulo. Construído nos primeiros anos do século XX, o prédio em questão é atualmente tombado pelo patrimônio público do Estado de São Paulo. As linhas arquitetônicas clássicas, as soleiras de mármore carrara, as portas e janelas de pinho de riga e a imponente fachada nos remetem a um tempo em que as poucas escolas públicas brasileiras eram construídas com requintes aristocráticos. A escola conta ainda com três amplos laboratórios: Física, Química e Ciências Biológicas. Todos os laboratórios apresentam um rico acervo histórico de equipamentos didáticos do início do século XX.

O laboratório de Física, especificamente, é constituído de um amplo ambiente, com três bancadas em alvenaria, um grande quadro negro e dois amplos armários de madeira. Além disso, conta com um bom número de equipamentos didáticos como, por exemplo, um disco óptico de Newton, um gerador eletrostático Wimshurst e um pequeno exemplar de uma máquina à vapor. Todavia estes equipamentos estão em péssimo estado de conservação.

[5] No Brasil, o nível médio é definido pela Lei de Diretrizes e Bases 9394/96 (LDB) como uma etapa final da educação básica. Ainda segundo a LDB, "[...] a educação básica tem por finalidade desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum e indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores." (BRASIL, 1996). Na seção IV do capítulo II (da educação básica) o artigo 35 relata que o ensino médio é a etapa final da educação básica e possui duração mínima de três anos, objetivando a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, além de preparar o jovem para exercer a cidadania e aprimorar-se enquanto pessoa humana, incluindo uma formação ética, o desenvolvimento autônomo intelectual e crítico. De acordo com Abdalla (2004), as propostas anunciadas nesse documento estão em sintonia com os documentos produzidos por instituições internacionais, tais como os da Unesco.

A realização do estágio de observação e do estágio prático dos estagiários do curso de Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I e II nesta escola teve o consentimento verbal de seus diretores, coordenadores e professores.

Os estagiários participaram e realizaram atividades educativas nos três períodos de aula daquela escola, ou seja, matutino, vespertino e noturno.

1.3 Organização do relato desta investigação

Organizamos o relato desta investigação em seis partes. Nesta primeira parte, denominada Primeiras Palavras, relatamos as origens e o contexto dessa pesquisa. Além disso, justificamos a relevância desse trabalho e incluímos as questões de pesquisa, a abordagem da pesquisa, os procedimentos de coleta e análise de dados e uma descrição geral dos capítulos que compõem o relato dessa pesquisa.

Na segunda parte, intitulada "A Temática Ambiental como um Campo de Inserção no Ensino", apresentamos o nosso referencial teórico. Nessa parte do trabalho, nós defendemos a idéia de que a crise ambiental é um aspecto da crise da modernidade, ou seja, é um elemento da crise da própria visão de mundo instituída pela modernidade.

Além disso, nessa segunda parte, procuramos destacar aquilo que entendemos ser as principais implicações das sínteses produzidas pelos ambientalistas para nossas práticas educativas, dentre elas as críticas direcionadas aos setores de produção social e às questões relacionadas com o conhecimento. Por fim, procuramos apontar algumas implicações concretas destas questões para o professor de Física. Neste sentido, destacamos as questões de natureza controversa como centrais para trabalhos educativos com conteúdos de Física que visam abordar aspectos da temática ambiental.

Na terceira parte, "A Física como Ciência e o conhecimento escolar: as experiências formativas e as práticas pedagógicas", procuramos estabelecer algumas relações entre a experiência escolar que o futuro professor de Física vivencia ao longo do seu processo formativo e a visão que ele possui sobre Física e ensino de Física.

Na quarta parte, aqui denominada "Os temas controversos, o ensino de Física e os futuros professores de Física" procuramos analisar em que medida os futuros professores de Física reconhecem e compreendem os complexos aspectos que levam à concepção de um tema controverso relacionado com a atividade científica e com os produtos das Ciências Naturais. Também procuramos identificar os posicionamentos dos futuros professores de Física diante da possibilidade de abordar temas controversos em suas práticas de ensino de

Física e analisar os caminhos percorridos por eles quando se propõem a abordar temas controversos em atividades de ensino.

Na quinta parte desse trabalho, aqui denominada “A Temática Ambiental e o Ensino de Física: futuros professores de Física e práticas pedagógicas”, consideramos pertinente analisar o posicionamento dos futuros professores de Física em relação aos aspectos da temática ambiental. Além disso, identificar o caminho realizado pelos futuros professores de Física que decidem abordar alguns aspectos da temática ambiental em suas atividades de ensino. Por fim, identificar e analisar as possibilidades e os limites que se apresentam aos futuros professores de Física que abordam aspectos da temática ambiental em suas práticas de ensino.

Na sexta e última parte, realizamos nossas considerações finais e indicamos possíveis caminhos para futuros trabalhos.

2 A temática ambiental como um campo de inserção no ensino

Esperamos pela luz, mas contemplamos a escuridão.
Isaías 59:9

A Natureza e as leis da Natureza escondem-se à noite;
Deus Disse: "Faça-se Newton" e tudo foi luz.
Alexander Pope

Nada é maravilhoso demais para ser verdade.
Comentário atribuído a Michael Faraday

A visão de mundo moderna foi construída a partir de um processo no qual confluíram idéias, personalidades e produtos que mudaram definitivamente a perspectiva de mundo do homem. As conseqüências deste movimento são definitivamente paradoxais, pois, ao mesmo tempo em que possibilitaram ao homem ganhos materiais inimagináveis, também impuseram deslocamentos que sucessivamente implantaram na modernidade a imagem do vazio, de uma economia fluida, de um poder sem centro de uma sociedade muito mais de troca do que de produção (TOURAINE, 2002). Além disso, as conseqüências práticas e sociais de um conhecimento científico que se queria infalível, não puderam ser consideradas exclusivamente positivas diante da explosão de duas bombas atômicas e de uma crise ambiental sem precedentes na história humana.

Parece-nos que, de modo definitivo, esvai-se a idéia de neutralidade científica e de produção de conhecimentos desinteressados. As conseqüências maléficas da associação da atividade científica com os meios sociais de produção e a indústria bélica deixam bem clara a configuração que existe entre as dimensões da epistemologia, da axiologia e da práxis.

Para Carvalho (2005), é a partir das conseqüências ambientais e sociais da aplicação do conhecimento e da tecnologia que intelectuais e pensadores vinculados aos movimentos ambientalistas acabam por elaborar sínteses inovadoras sobre a nossa compreensão da realidade. O autor destaca em seus trabalhos aqueles aspectos do ideário ambientalista que propõem novos paradigmas para a apreensão e análise da realidade.

Além disso, vale destacar também as reflexões elaboradas por intelectuais dos diferentes ramos do conhecimento que buscam no processo de construção da modernidade algumas causas explicativas para as diferentes modalidades de crise que afetam o modo como o homem se organiza socialmente e como apreende a realidade.

A visão de mundo moderna aspirou ao domínio e ao controle completo da sociedade e da natureza que, neste caso, era vista como inóspita, impessoal e regida por leis mecânicas. O movimento moderno foi construído sob a promessa de um mundo novo, uma Nova Atlântida, um mundo limpo, reluzente e regido pelas certezas advindas de um conhecimento universal, infalível e total.

Porém, esta aspiração ao conhecimento total e infalível mostrou sua limitação diante dos grandes e complexos problemas advindos do processo de esgotamento do movimento inicial de libertação, da perda de sentido de uma cultura que se sentiu enclausurada na técnica e na ação instrumental, na separação entre sociedade e estado (TOURAINE, 2002). A crise ambiental sem precedentes é vista como sintoma dos limites da racionalidade (LEFF, 2002) e da criação de um terceiro Estado de não-objetos não previsto na constituição dos modernos (LATOUR, 2005).

A crise ambiental, deste ponto de vista, está intimamente articulada com uma crise de maior envergadura, ou seja, ela está vinculada à própria crise de visão de mundo moderna. Assim, a compreensão da problemática ambiental passa, necessariamente, pela apresentação e discussão dos principais aspectos que fundaram e alicerçaram esta visão de mundo.

A partir desses encaminhamentos, consideramos pertinente procurar compreender o processo da emergência da crise ambiental, a partir de um entendimento mais amplo do significado histórico da construção do mundo moderno.

Para iniciar este estudo, decidimos apresentar um breve relato do processo que vai da emergência até os indícios da derrocada do pensamento moderno. Pareceu-nos razoável apresentar este processo a partir de três etapas decisivas. Na primeira etapa, identificamos a emergência da visão de mundo moderna, na segunda etapa verificamos os aspectos que mostram a consolidação desta visão de mundo e, na terceira e última etapa, indicamos alguns aspectos que apontam para o declínio desta visão de mundo.

De modo mais específico, na primeira etapa - ascensão - descrevemos sucintamente os ideais modernos que emergiram no renascimento, na reforma e na revolução científica. Na segunda etapa - apogeu - destacamos a profusão e universalização dos ideais modernos para toda a sociedade. Na terceira etapa - declínio – apontamos os principais aspectos que indicam a existência de uma crise desta visão de mundo.

A partir da identificação da problemática ambiental como um aspecto da crise do pensamento moderno, poderemos verificar o significado mais amplo das propostas que buscam amenizar e, até mesmo, reverter algumas das principais crises ambientais. Dentre essas propostas inovadoras, escolhemos aquelas diretamente relacionadas com a construção

de modelos que consideram a complexidade da realidade, mais especificamente, que levam em conta a complexidade ambiental (LEFF, 2002).

Ao considerar as reflexões e as diferentes sínteses que procuram entender a emergência da temática ambiental, iremos constatar que algumas se apresentam com grande significado para as nossas práticas sociais, dentre elas aquelas diretamente relacionadas com a prática educativa.

As considerações que apontam para uma crise da racionalidade moderna e, sobretudo, para uma crise ambiental planetária e global relacionada com o desconhecimento do mundo (LEFF, 2002) possuem importantes significados para nossas práticas de ensino de Ciências Naturais. Nestes termos, as questões relacionadas com o significado assumido pelo conhecimento sistematizado diante desta crise apresentam grande relevância para o ensino das Ciências da Natureza e para atividades de ensino que consideram aspectos da temática ambiental.

No que diz respeito ao ensino de Física, de forma mais específica, as questões relacionadas com as concepções de conhecimento e com os significados que atribuímos ao processo de produção do conhecimento científico e as implicações da Ciência e da Tecnologia são fundamentais.

Dentre as implicações concretas para o ensino de Física, consideramos relevantes as propostas metodológicas que consideram a possibilidade de abordar temas controversos diretamente relacionados com a Ciência e a Tecnologia. Dilemas morais profundos e fascinantes acompanham as proezas decorrentes da aplicação de certas tecnologias, sobretudo quando consideramos a emergência da temática ambiental.

2.1 Modernidade: as etapas de um processo

- Ascensão

O filósofo e historiador norte americano Tarnas (1999), em sua obra sintética sobre o pensamento moderno, apresenta uma concisa narrativa da constituição e evolução da visão de mundo ocidental. Nela o autor destaca que o surgimento do ideal da modernidade se deu a partir de três grandes acontecimentos complexamente interligados: o renascimento, a reforma e a revolução científica.

Para Tarnas (1999), foi no renascimento e na reforma que foram forjadas algumas das principais características que integram a visão de mundo moderna. Entretanto, é com a

revolução científica que esta visão de mundo se consolida e torna-se irresistivelmente hegemônica na condução dos rumos da sociedade ocidental. A Ciência Moderna irá objetivar e coisificar o mundo e fornecer-lhe um arsenal explicativo que aspira à totalidade.

Iniciamos nossa sucinta descrição da ascensão do pensamento moderno dizendo que o renascimento e a reforma surgem no momento em que a dominação estrutural e cultural exercida pela autoridade da igreja romana está no seu ápice. Neste contexto de dominação da igreja romana, o homem do renascimento, influenciado pela redescoberta e reinterpretação dos clássicos gregos, vê-se capaz de compreender os segredos da natureza e refletir sobre eles tanto nas artes como nas ciências.

Nas artes cênicas, nas ciências, na filosofia, na música, na pintura e no pensamento político nomes como os de Shakespeare, Leonardo da Vinci, Copérnico, Bacon, Maquiavel, Erasmo, Cervantes, Michelangelo e Galileu destacam-se pela produção de trabalhos que rompem e deslocam o homem do enfoque medieval que o secundarizava em relação a Deus, à igreja ou à natureza. O enfoque agora é dirigido para o próprio homem, o protagonista principal, o ser independente que afirma a verdade com base em sua própria opinião e contrariamente a toda autoridade transcendental.

Mas apesar de toda a contestação dirigida à autoridade da igreja romana, nota-se claramente que os personagens mais importantes deste momento histórico são evidentemente marcados pela transição entre dois mundos diferentes. Grandes cientistas e filósofos como Copérnico, Kepler, Descartes, Galileu e Newton destacam-se não só pelas contribuições fundamentais à Ciência e à Filosofia, mas também por um grande fervor religioso e místico.

Alguns desses grandes cientistas modernos fundamentaram suas idéias em concordância com a existência de Deus. A própria idéia de lei, largamente utilizada nas ciências físicas, parece surgir da crença da existência de um universo criado por um Deus racional e infinitamente poderoso, um legislador divino que escreveu sua obra em caracteres geométricos.

Esse momento de transição entre dois mundos diferentes é especialmente rico em exemplos de grandes cientistas que cultivam trabalhos hoje encarados como puro esoterismo. Um exemplo emblemático dessa situação é identificado na figura de Isaac Newton. O mais importante e brilhante cientista da Física clássica é também o autor de vários escritos sobre teologia e alquimia. Chama também nossa atenção o fato de Newton ter realizado uma leitura muito especial de suas crenças religiosas pessoais, para sustentar os conceitos mais abstratos de seus trabalhos. Sobre este assunto, o historiador da Ciência Koiré (1979) afirma que a idéia

de espaço e tempo infinitos e absolutos de Newton só pode ser compreendida em sua totalidade a partir da existência de um Deus onipresente e eterno.

Foi também no renascimento que algumas realizações nas artes destacaram-se pela inovação técnica. A matematização geométrica do espaço, a perspectiva linear, a perspectiva espacial e o conhecimento anatômico foram técnicas amplamente utilizadas pelos renascentistas e que posteriormente foram utilizadas como ferramentas pelos cientistas.

Além disso, algumas invenções técnicas do renascimento foram especialmente importantes pelo fato de induzirem algumas transformações na sociedade. Aqui destacamos de modo especial a bússola magnética, a pólvora, o relógio mecânico e a imprensa.

Com o renascimento ganham força as idéias do novo, da inovação, da desvinculação com o passado antigo e medieval e o desencantamento do mundo. Um novo ideal de vida é forjado para esse homem renascido, o indivíduo identificado com o aventureiro, o gênio e o rebelde. Como não ver aí as sementes da visão de mundo moderna? Como deixar de reconhecer os alicerces do racionalismo secular?

As idéias gestadas no renascimento também influenciaram de forma decisiva alguns dos mais importantes pensadores religiosos, dentre eles Martinho Lutero. Com ele o espírito do individualismo renascentista chegou até o seio da igreja católica. A reforma empreendida por Lutero não se resume a uma disputa teológica relativa a algumas províncias germânicas. Do ponto de vista sócio-histórico, a reforma possui um significado que vai muito além da questão religiosa. Ela representou a expansão da figura do homem emancipado e individualista, pois foi graças à vontade de interpretar por si mesmo as sagradas escrituras, única fonte de autoridade teológica, que se acentuou no renascimento a atitude de independência intelectual e espiritual.

Segundo Tarnas (1999), a reforma propiciou a derrubada da autoridade eclesiástica romana e abriu caminho para o pluralismo religioso. A partir daí aconteceu o avanço do ceticismo religioso e, por fim, um completo rompimento com a visão de mundo cristã. O autor ainda destaca que o fato de os reformadores terem promovido uma teologia predominantemente bíblica em oposição a uma teologia escolástica possibilitou a distinção completa entre Criador e criatura e limitou o homem quanto ao conhecimento deste mundo.

Podemos sintetizar a importância da reforma para a visão de mundo moderna mediante o fato de que ela estimulou a desobediência às autoridades impostas, sendo a instituição católica o exemplo mais acabado delas. Além disso, incentivou a individualidade, o livre acesso ao conhecimento, a necessidade de descobrir a verdade objetiva sem intermediários e incentivou uma paixão desinteressada pelos segredos da natureza. A reforma preparou ainda o

caminho para a secularização definitiva, pois o dedicado exame pessoal das escrituras precipitou o cisma entre a fé e a razão.

Esta profusão de acontecimentos possibilitou ao homem questionar definitivamente sua base de conhecimento da realidade. A revolução científica, em curso a partir do século XVI, caracterizou-se principalmente por dois aspectos: a completa oposição ao mundo medieval, sobretudo pelos questionamentos que levaram ao desmonte completo da cosmologia aristotélico-ptolomaica, e a formulação de uma nova visão de mundo baseada na construção de uma cosmologia mecânica, impessoal e regida por leis universais descritas em caracteres matemáticos.

A partir do conceito de lei científica, o homem se julga um desvelador de verdades, e nunca um construtor. Ele considera que o mundo está pronto e que as verdades estão dispostas a serem reveladas, tudo está dado (LOPES, 1999).

Neste período também houve uma importante mudança de olhar em relação ao que observar na natureza. A observação do extraordinário e do singularmente diferente cede espaço para a observação sistemática da regularidade dos fenômenos, o ciclo e a harmonia.

Nesse período da história humana são produzidos verdadeiros clássicos da Ciência Moderna, tais como o *De Revolutionibus* de Copérnico, o *Physica coelestis* de Kepler e *Dialogus de Systemate Mundi* de Galileu. Estas obras fundam uma nova maneira de ver o mundo. A teoria copernicana, por exemplo, influenciou de forma decisiva outros pensadores, sobretudo Kepler e Galileu, que viram nesta teoria a possibilidade de reforçar as suas convicções da existência de um cosmo ordenado e harmonioso, fruto de uma obra divina, acabada e perfeita.

Do ponto de vista metodológico há também grandes inovações. Kepler, por exemplo, articula os dados empíricos coletados por Brahe com o raciocínio matemático rigoroso.

Um destaque especial é dado a Galileu que, ao dirigir seu telescópio para os céus, reconhece um universo jamais explorado pelo ser humano. Galileu descreve um caminho para o conhecimento que se torna a base do novo método científico. Este método deveria levar em conta apenas as qualidades objetivas, ou seja, aquelas que podem ser mensuradas com precisão (tamanho, forma, número, peso, movimento). As qualidades meramente perceptíveis (cor, som, sabor, textura, cheiro) devem ser deixadas de lado por serem demasiadamente subjetivas e efêmeras.

Uma nova cosmologia é fundada no percurso que vai de Copérnico, Kepler, Descartes, Galileu e Newton. A idéia que passa a vigorar é a de um universo mecânico, uma complicada máquina impessoal e rigorosamente ordenada por leis matemáticas.

No *Principia* de Newton, a Ciência adquire pela primeira vez o status de conhecimento da totalidade. Esta obra marca o triunfo da razão e da cultura moderna sobre a ignorância antiga e medieval. Os modelos matemáticos construídos por Newton explicam definitivamente todo o universo com Leis simples e universais. Essas Leis articulam de forma definitiva a mecânica de Descartes, a Física terrestre de Galileu e a Física celeste de Kepler.

O universo newtoniano é mecânico, harmônico, autogovernado e determinado. Nele Deus criou o mundo e se retirou para um lugar afastado, sua figura assemelha-se agora a de um relojoeiro que visualiza uma máquina perfeita em funcionamento eterno e harmônico. A obra de Newton é tão bem fundamentada que através dela levanta-se a hipótese da existência de outros planetas que serão mais tarde confirmados pela observação, daí a consolidação de que uma boa teoria científica deve levar à previsão de novos fatos.

Para Bachelard (1978), o ideal do período mecanicista é a determinação de todas as propriedades mensuráveis do fenômeno, vide a gravitação universal. Entretanto, parte-se de um idealismo que impõe a idéia de que tudo deve ser redutível às propriedades mecânicas. Contudo, algumas explicações metafísicas e religiosas ainda irão resistir por mais algum tempo. Mesmo considerando o caráter inequivocamente secular da Ciência, é possível verificar que estes grandes revolucionários agiam, pensavam e falavam de seu trabalho em termos claramente impregnados de fundamentação religiosa.

Para Tarnas (1999), os cientistas percebiam suas inovações intelectuais como contribuições fundamentais a uma sagrada missão. Estes grandes homens eram convictos de que liam a própria mente de Deus para construir uma nova ordem. Em *Siderus Nuncios,* Galileu declara que as suas muitas descobertas somente foram possíveis pela graça divina que havia iluminado sua mente. Newton está triunfante ao imaginar que havia despertado para a grandiosidade da obra do arquiteto divino, de tal forma que algumas pequenas irregularidades não resolvidas em seu sistema são explicadas pelo fato de que, de tempos em tempos, Deus ajusta sua grandiosa máquina universal.

Todavia, nenhuma menção a outras formas de conhecimento é feita nas grandes obras clássicas da Ciência. Com a ascensão da Ciência Moderna dá-se também o processo de eliminação das teorias rivais de construção da verdade. Como exemplo, podemos citar Newton que, mesmo sendo um estudioso da alquimia e do hermetismo e tendo escrito centenas de páginas sobre teologia, evita, definitivamente, qualquer consideração metafísica em seus trabalhos científicos.

No conhecimento científico não há lugar para a contemplação, para a especulação, para as causas finais. Tudo o que importa são os efeitos naturais que podem ser mensurados e

explicados racionalmente e, deste modo, a Ciência vai se tornando cada vez mais pragmática e utilitarista. A Ciência passa a trazer consigo a idéia de intervenção com o objetivo de conhecer e dominar, daí sua estreita aliança com a técnica (CAVALARI et al., 2001).

A sustentação filosófica deste conhecimento é construída a partir de duas poderosas ferramentas: o racionalismo-dedutivo de Descartes e o empirismo-indutivo de Bacon.

Descartes e Bacon transferem gradualmente a afinidade que a filosofia possui com a religião para a causa da Ciência. Durante o renascimento, esses personagens serão os profetas de uma civilização científica e rebelde, contrária a todo passado ignorante antigo e medieval.

No *Novum Organum,* Bacon irá declarar que saber é poder. O saber do qual ele fala está identificado com o conhecimento científico e este é obtido a partir da descoberta das leis da natureza. A descoberta destas leis permitirá ao homem o domínio completo e inequívoco de toda a natureza, situação que propiciará um longo período de felicidade e progresso – Nova Atlântida – uma era na qual a idéia de progresso histórico estaria sustentada na oposição ao ciclo histórico estabelecido pelos antigos,

> Ciência e poder do homem coincidem, uma vez que, sendo a causa ignorada, frusta-se o efeito. Pois a natureza não se vence, se não quando se lhe obedece. E o que à contemplação apresenta-se como causa é regra na prática. (BACON, 1999, p. 33).

O método para atingir este conhecimento é basicamente empírico, pois somente assim a mente estaria purificada de todos os seus obstáculos ou distorções subjetivas para descobrir a verdadeira ordem da natureza.

> Os ídolos e noções falsas que ora ocupam o intelecto humano e nele se acham implantados não somente o obstruem, a ponto de ser difícil o acesso à verdade, como, mesmo depois de seu pórtico logrado e descerrado, ressurgirão como obstáculo à própria instauração das ciências, a não ser que os homens, já precavidos contra eles, se cuidem o mais que possam. (BACON, 1999, p. 39).

Descartes, por sua vez, irá associar o ceticismo, a matemática e a certeza da consciência individual para criar um poderoso método dedutivo de conhecimento. O cogito cartesiano irá revelar uma distinção fundamental entre o homem racional que conhece sua própria consciência (sujeito) e o mundo externo da substância material (objeto).

O caminho para a racionalidade científica é concluído por Descartes que, a partir de influências neoplatônicas, faz a separação entre o sujeito que conhece e o objeto que é conhecido. Este pensamento possibilitará ao homem perceber-se interiormente diferente e

separado do mundo objetivo. Também será possível estudar um universo físico totalmente desprovido de qualquer qualidade humana ou espiritual, daí a identificação deste com uma máquina impessoal, harmônica e perfeita, compreendida em termos mecânicos e analisada redutivamente em suas partes mais elementares.

Segundo Bachelard (1978), este espírito da simplificação, presente na base da Ciência Moderna, explica precisamente o enorme êxito da hipótese mecanicista. A audácia intelectual de Descartes é de tal forma impressionante que ele será destacado como um dos mais importantes teóricos da modernidade. Para Tarnas (1999), Descartes consegue estabelecer os principais fundamentos da cultura moderna, uma vez que para ele

> [...] certeza epistemológica, identidade humana, Ciência, Razão e progresso estavam inextricavelmente ligados entre si e associados à concepção de um Universo mecanicista e objetivo; sobre esta síntese fundamentou-se o caráter paradigmático da cultura moderna. (p. 303).

Assim, chegamos ao ponto em que as bases da modernidade estão construídas ou, como dirá Latour (2005), está pronta a constituição dos modernos. Para o autor, esta constituição, polarizada de forma ilustrativa entre Thomas Hobbes e Robert Boyle, irá inventar um modo de separar o poder científico, que é encarregado de representar as coisas, do poder político, que é encarregado de representar os sujeitos. Esta constituição será alicerçada a partir de três garantias:

1 – ainda que sejamos nós que construímos a natureza, ela funciona como se nós não a construíssemos;

2 – ainda que não sejamos nós que construímos a sociedade, ela funciona como se nós a construíssemos;

3 – a natureza e a sociedade devem permanecer absolutamente distintas; o trabalho de purificação deve permanecer absolutamente distinto do trabalho de mediação.

Estas garantias vão possibilitar três duplas de movimentos essenciais para o sucesso dos modernos. Estes movimentos são, segundo Latour (2005, p.39), representados da seguinte maneira:

> Nós não criamos a natureza; nós criamos a sociedade; nós criamos a natureza; nós não criamos a sociedade; nós não criamos nem uma e nem outra, Deus criou tudo; Deus não criou nada, nós criamos tudo.

Para Latour (2005), quem não perceber estes movimentos dos modernos não entendeu nada da modernidade. Neste sentido, não é possível localizar o nascimento da modernidade

em algum movimento histórico isolado tal como o renascimento, a reforma ou a revolução científica.

> A modernidade não tem nada a ver com a invenção do humanismo, com a irrupção das ciências, com a laicização da sociedade, ou com a mecanização do mundo. Ela é a produção conjunta destas três duplas de transcendência e imanência, através de uma longa história. (LATOUR, 2005, p. 40).

O caminho está pronto para a consolidação e o triunfo de uma visão de mundo que se quer hegemônica e total.

- Apogeu

No final do século XVII e durante o século XVIII o pensamento moderno atinge seu momento mais áureo com a produção da síntese newtoniana e o estabelecimento e a difusão do pensamento iluminista. A promessa moderna de fazer do homem o senhor de toda a natureza parece cada vez mais próxima e já se vislumbra a possibilidade de utilizá-la em seu benefício. A nova era anunciada pelos profetas da Ciência marca o fim de uma natureza mágica, espiritualizada, mistificada e dominadora e, em seu lugar, surge um universo impessoal, ordenado, harmonioso, regido por leis deterministas e universais.

Neste período ocorre também o estreitamento da articulação entre a Ciência e o sistema produtivo, de tal forma que a nascente revolução industrial será realizada com o auxílio de técnicos - que mais se assemelham aos futuros engenheiros - que irão lançar as bases da termodinâmica na Física[6]. A articulação é tão bem sucedida que a segunda revolução industrial, realizada no século XIX, somente será possível graças à perfeita associação entre a Ciência e a indústria, momento em que os conhecimentos sobre eletricidade estão em sua mais ampla formulação com o escocês James Clerck Maxwell. Além disso, os métodos científicos estarão presentes na própria organização fabril, principalmente após o taylorismo e o fordismo.

Durante o século XVIII a meta dos pensadores modernos passa a ser a difusão dos produtos das atividades racional, científica, tecnológica e administrativa para todos os setores da atividade humana. Este objetivo será melhor realizado pelos iluministas, que se reconhecem a si mesmos como os portadores das luzes da razão e proclamam que a Ciência deve ser o único critério de verdade para o homem.

---

[6] A possibilidade de tornar mais eficiente a máquina inventada pelo inglês Thomas Newcomen incentivou a curiosidade e a engenhosidade de vários homens talentosos, entre eles o francês Sadi Carnot e o escocês James Watt que, após anos de estudos, elaboraram alguns dos principais fundamentos da termodinâmica.

Para os iluministas o conhecimento científico é visto como o único detentor da verdade, aquele que é justificado por uma razão e um método igualmente únicos, singulares e universais. Desse modo, é desvalorizada toda e qualquer forma de conhecimento que não esteja pautado pela razão científica em seu processo de constituição.

O iluminismo foi um movimento de ampla proporção que ocorreu principalmente na Inglaterra, na Alemanha e na França, porém, foi neste último país que ele ganhou maior expressão e acabou se espalhando por todo o mundo. São muitos os nomes daqueles que contribuíram para este movimento, situação que torna mais difícil a visualização de uma única conduta de pensamento, entretanto, podemos dizer que todos os pensadores iluministas identificavam-se com o fato de se colocarem contra qualquer forma de censura e intolerância e de combaterem o seu oposto, as trevas e o obscurantismo, seja ele de natureza filosófica, religiosa, moral ou política.

Para Tarnas (1999), o iluminismo caracteriza-se pela sua íntima relação com a Ciência. Para Adorno e Horkheimer (1999), aquilo que não se ajusta às medidas da calculabilidade e de utilidade será suspeito para o iluminismo. Neste sentido, o conhecimento se dá na medida em que se pode manipular o objeto, pois a natureza é despojada de suas ricas qualidades e torna-se o material caótico de uma simples classificação.

Para os iluministas as teorias newtonianas são o ápice da racionalidade científica. A importância da chegada das idéias de Newton na França é tamanha que Braga (2000) aponta que a compreensão do newtonianismo francês é, em certa medida, a chave para compreender a própria filosofia do iluminismo.

Um dos primeiros iluministas a divulgar as idéias de Newton na França foi Voltaire. Para este enciclopedista, a Inglaterra setecentista é uma ilha de racionalidade, denominação criada após sua volta do exílio. Segundo Braga (2000, p. 47):

> Voltaire torna-se assim o primeiro divulgador sistemático das idéias de Newton. A importância de seu projeto não se restringe ao âmbito filosófico. Ele vai além. A ciência moderna começara a penetrar não só na formação dos intelectuais franceses, mas de todos os homens letrados.

No final do século XVIII os ideais iluministas serão apropriados pelos revolucionários franceses, que irão apoderar-se das suas idéias e reivindicarem-se seus herdeiros, a fim de justificar e legitimar suas práticas. A mudança de regime político e a reforma da sociedade proposta pelos revolucionários serão sustentadas pelas idéias iluministas.

Os ventos da Revolução Francesa espalharam-se por todo o mundo ocidental e com eles a divulgação da idéias iluministas. Após a revolução, cabe ao novo sistema educacional o

importante papel de consolidar o ideário moderno na sociedade, sobretudo a sua identificação com a racionalização.

Nesse momento, a classe dominante passa a aspirar-se única detentora do conhecimento científico, tendo em vista a imensa reputação de que goza a Ciência de ser o único conhecimento válido, universal e infalível. É a Ciência que fornece validade, confiança e garantia de certeza, daí a necessidade de cientifizar o discurso, ou seja, traçar um paralelo com o discurso que já possui legitimação social julgada incontestável.

O sucesso da difusão dos ideais da modernidade no mundo ocidental está, sem dúvida, atrelado aos ventos da reforma soprados diretamente da França setecentista. Mas a consolidação desses ideais passou, necessariamente, por um movimento muito mais complexo, sutil e sedutor. A difusa idéia de racionalização foi confundida com um processo endógeno da modernização, um movimento determinado historicamente, uma marcha natural e irreversível da sociedade em direção ao progresso e às luzes. O significado que a razão assume na construção de uma nova mentalidade é muito bem fundamentada por Touraine (2002),

> A mais forte concepção ocidental da modernidade, a que teve efeitos mais profundos, afirmou principalmente que a racionalização impunha a destruição dos laços sociais, dos sentimentos, dos costumes e das crenças chamadas tradicionais, e que o agente da modernização não era uma categoria ou uma classe particular, mas a própria razão e a necessidade histórica que prepara seu futuro. Assim, a racionalização, componente indispensável da modernidade, se torna, além disso, um mecanismo espontâneo e necessário de modernização. A idéia ocidental de modernidade confunde-se com uma concepção puramente endógena de modernização. Esta não é obra de um déspota esclarecido, de uma revolução popular ou da vontade de um grupo dirigente; ela é a obra da própria razão e, portanto, principalmente da ciência, da tecnologia e da educação, e as políticas sociais de modernização não devem ter outro objetivo que o de desembaraçar o caminho da razão suprimindo as regulamentações, as defesas corporativistas ou as barreiras alfandegárias, criando a segurança e a previsibilidade de que o empresário necessita e formando administradores e operadores competentes e conscienciosos. (p. 19).

A explanação de Touraine (2002) é muito elucidativa ao associar a difusão da idéia moderna de mundo com os interesses de uma nova classe dirigente, que utiliza esses ideais para suprimir as regulamentações, as defesas corporativas ou as barreiras alfandegárias. Em relação a isto, acrescentamos que esses interesses serão radicalmente apoiados pelo surgimento da racionalidade instrumental, que implica a consecução metódica de determinados fins práticos mediante a utilização de um cálculo preciso e de meios eficazes. A racionalidade instrumental aliada ao sujeito universal do saber irá possibilitar ao homem a

criação de padrões tecnológicos de intervenção na natureza que intensificarão ao extremo a acumulação de capital e a maximização da taxa de lucro.

De qualquer forma, será através da revolução francesa que os ideais da modernidade irão definitivamente difundir-se no plano social. Os revolucionários burgueses, apropriados dos ideais iluministas, irão propor a construção de uma nova sociedade na qual os ideais científicos serão entendidos como o núcleo cultural.

Na sociedade moderna, teremos a transformação do súdito em moderno cidadão, ou seja, um ator social que está submetido às leis sociais. O bem e o mal não serão mais definidos pela conduta moral religiosa, mas pelo que é útil à sobrevivência do corpo social. Além disso, o sonho do império universal sob o comando da igreja romana cede lugar à construção dos estados nacionais.

A revolução francesa também identificará o moderno com o absolutamente novo, tanto assim que a palavra revolução significa, neste contexto, o início do novo e o rompimento com o passado. Esta será uma das táticas formuladas pela nascente sociedade burguesa. A fim de aniquilar qualquer pretensão idealizada de ressurgimento do antigo regime, o poder nascente impõe-se pela força do progresso histórico.

Para Touraine (2002), na modernidade será construída a idéia de que a humanidade movimenta-se historicamente e de forma progressiva - desde um passado rudimentar e caracterizado pela ignorância, o primitivismo, a pobreza, o sofrimento e a opressão, até a perspectiva de um futuro luminoso e caracterizado pela inteligência do homem, a sofisticação, a prosperidade, a felicidade e a liberdade. O autor ainda aponta que a modernidade marca também o surgimento do historicismo, ou seja, a identificação da modernização com o desenvolvimento do espírito humano, o triunfo da razão, a liberdade, a formação da nação ou a vitória final da justiça social. Esta idealização determinista e totalitária impõe a idéia de um progresso inexorável e positivo que quer impor a identidade com o crescimento econômico e o desenvolvimento nacional.

Segundo Touraine (2002), o movimento da identificação da modernidade com o novo e com a aplicação hábil da Ciência em todas às áreas da atividade humana levou Comte a elaborar seu Estado positivo, que nada mais é do que o progressivo avanço da sociedade em direção a um Estado científico. Todavia, a fase positiva é antecedida pela teológica e pela metafísica, sendo a substituição de Deus, no centro da sociedade, pela Ciência o sinal mais evidente de sua concretização.

Com o iluminismo está aberto o caminho para o triunfo das idéias modernas. Ao final da renascença a racionalização expressa pelo conhecimento científico não possui mais

adversários à sua altura e torna-se triunfante em todos os campos da atividade humana: desarticula a cosmologia antiga e medieval com seu universo estratificado, finito e cheio de essências e, em seu lugar, constrói um universo mecânico, infinito e impessoal que pode agora ser dominado e explorado em toda a sua extensão. Além disso, impõe a destruição das crenças tradicionais, das paixões, do encantamento, da magia, do esoterismo presentes na sociedade e associa-se com a atividade produtiva para lhe fornecer a tecnologia e os métodos necessários para implantar níveis de produção cada vez mais eficientes. Esse processo de racionalização cria as condições para a constituição de Estados laicos (separação entre o Estado e a igreja) e alia-se com o Estado para inventar a indústria bélica. Os teóricos que cultivam os valores universais da verdade científica apropriam-se da racionalização para inventar a idéia de sociedade moderna e de cidadania, fazendo com que ambas estejam sujeitas às leis universais.

Entretanto, os sinais de esgotamento da visão de mundo moderna começam a abundar por toda a parte. Durante o século XX tomamos consciência da industrialização da morte nos campos de concentração, da existência de uma crise ambiental planetária, do poder de destruir o mundo através de bombas atômicas e da dissolução do indivíduo nas gigantescas corporações e instituições públicas e privadas. A concepção moderna produz uma enorme gama de riscos, porém, a capacidade de gerar riscos não terá seu equivalente para lidar com as conseqüências destes. Touraine (2002, p. 99) sintetiza de forma brilhante o período de declínio da visão de mundo moderna em sua obra sobre a crítica da modernidade.

> A força libertadora da modernidade enfraquece à medida em que ela mesma triunfa. O apelo à luz é perturbador quando o mundo está mergulhado nas trevas e na ignorância, no isolamento e na servidão. Ele ainda é libertador na grande cidade iluminada noite e dia, onde as luzes que piscam atraem o comprador ou impõem a ele a propaganda do Estado. A racionalização é uma palavra nobre quando ela introduz o espírito crítico e científico nos domínios até então controlados por autoridades tradicionais e a arbitrariedade dos poderosos; ela se torna uma palavra temível quando designa o taylorismo e outros métodos de organização do trabalho que violam a autonomia profissional dos operários e que os submetem a cadências e comandos que se dizem científicos, mas que não são mais do que instrumentos a serviço do lucro, indiferentes às realidades fisiológicas, psicológicas e sociais do homem no trabalho.

O período seguinte ao denominado apogeu da modernidade será marcado por profundas contradições, pois, se de um lado a modernidade possibilitou a ascensão do homem naquilo que ele tem de melhor, do outro lado liberou aquilo que ele tem de pior. Durante o século XIX e, principalmente, ao longo do século XX, todas as atenções estarão voltadas para

os graves problemas que tomam dimensões planetárias. O momento será perturbador para cientistas, filósofos, intelectuais e todos aqueles que procuram pensar as razões da crise. Alguns autores como Latour (2005), irão defender enfaticamente o fato de ainda não sermos modernos na verdadeira acepção da palavra, sobretudo ao considerarmos que quanto mais procuramos separar o mundo das coisas do mundo dos sujeitos, mais aumentamos o terceiro Estado formado por seres híbridos, que não são humanos e também não são objetos.

- Declínio

Ao longo do século XIX e com muito mais intensidade durante o século XX, iremos viver uma contradição fundamental entre o processo de expansão material e cultural promovido pela modernidade e a sua contração violenta, expressa, sobretudo, em duas guerras mundiais, numa crise ambiental universal e na produção de armas de destruição em massa.

Para Latour (2005), os sinais mais evidentes do declínio da visão de mundo moderna podem ser expressos através do número de pessoas que estão em condição de extrema pobreza, nos desastres ambientais cada vez mais sérios e irreversíveis e na invenção da industrialização da morte nos campos de concentração e nos laboratórios.

Ao observar e vivenciar esses acontecimentos, juntamo-nos a uma série de pessoas que procuram avaliar e entender este processo, sobretudo os seus aspectos de natureza mais íntima, a partir de questões fundamentais: as expressões de violência e degradação observadas atualmente são mesmo indícios de declínio da visão moderna? Quais os significados destes indícios para as nossas práticas sociais individuais e comunitárias?

A idéia de um período de contradições fundamentais parece ser bem interessante para qualificar o atual período da história humana. Para Tarnas (1999), o século XX destaca-se tanto pela sofisticação intelectual como pela intensa sensação de mal-estar. Há, atualmente, uma fantástica quantidade de informações sobre a natureza e todos os aspectos da vida, porém elas são acompanhadas de uma sensação de menos ordem, menos coerência, menos compreensão e menos certezas sobre o mundo.

Uma das idéias mais difundidas pelo movimento moderno foi a de liberdade, impressa no conceito de cidadania. Entretanto, a idéia de liberdade na modernidade é marcada pela contradição, já que o ser humano encontra-se cada vez mais dominado pelas superestruturas comerciais e políticas.

Para Rodrigues (2001), o conceito de cidadania, pós Revolução Francesa, pressupõe a liberdade, a autonomia e a responsabilidade do ser humano. O cidadão deve ter como certo o

fato de que sua vontade não será impedida de ser proclamada por injunções que lhes são externas. A cidadania assegura que não existirão interdições à construção de espaços de liberdade à ação dos cidadãos. Mas, diferente disso, a liberdade individual é cada vez mais sufocada, na teoria, por um cientificismo reducionista, na prática, pelas superestruturas comerciais e políticas que promovem a criação de uma coletividade desprovida de historicidade (TARNAS, 1999).

Outro aspecto contraditório importante do período moderno é apontado por Leff (2002). Segundo o autor, a modernidade em sua ânsia de unificar, universalizar e homogeneizar o mundo acabou consolidando o germe da heterogeneidade e da diversidade. Neste processo foi gerada uma ordem desigual, dispersa e contraditória, pois, se de um lado as várias ordens da racionalidade modernizadora – econômica, tecnológica, jurídica – se articularam para criar a idéia de globalização do mundo através do mercado, do outro lado dão lugar a uma tendência que, buscando desprender-se da tradição e desencadear uma revolução permanente da novidade, leva à multiplicação das modas e do consumo.

Todas essas contradições nos remetem a uma crise de proporções ainda mal estimadas, ou seja, no momento em que nos imaginamos senhores e possuidores da natureza fomos brindados com uma crise ambiental de conseqüências planetárias imprevisíveis. Neste sentido, Leff (2002) aponta que a problemática ambiental surge nas últimas décadas do século XX como uma crise de civilização, uma crise que questiona a racionalidade econômica e tecnológica dominantes e, de forma mais ampla, o próprio conhecimento do mundo. Para o autor, a crise ambiental apresenta-se a nós como uma crise do pensamento ocidental. Ainda segundo Leff (2002, p.191):

> A crise ambiental é a crise de nosso tempo. O risco ecológico questiona o conhecimento do mundo. Esta crise apresenta-se a nós como um limite no real, que ressignifica e reorienta o curso da história: limite do crescimento econômico e populacional; limite dos desequilíbrios ecológicos e das capacidades de sustentação da vida; limite da pobreza e da desigualdade social. Mas também crise do pensamento ocidental: da "determinação metafísica" que, ao pensar o ser como ente, abriu caminho para a racionalidade científica e instrumental que produziu a modernidade como uma ordem coisificada e fragmentada como formas de domínio e controle sobre o mundo. Por isso a crise ambiental é acima de tudo um problema de conhecimento.

Compreendemos que as reflexões de Leff (2002) tornam-se fundamentais para o entendimento da problemática ambiental, sobretudo diante da já anunciada crise do pensamento ocidental ou, de outra forma, o declínio da visão de mundo moderna.

Enfatizamos que é preciso questionar as concepções hegemônicas de conhecimento colocadas em nossa sociedade, repensarmos o padrão de relacionamento do homem com a natureza e até mesmo repensarmos o conceito de homem e de natureza.

Para Bornheim (1985), a problemática ambiental está diretamente relacionada com a forma como a natureza se faz presente para o homem, ou ainda, no modo como o homem torna a natureza presente. Bornheim (1985) defende a idéia de que a problemática ambiental deve ser analisada a partir da concepção histórica de natureza.

Todos esses aspectos nos levam a reconhecer a problemática ambiental como um dos aspectos mais fundamentais da crise da modernidade. A crise ambiental é aqui apresentada como a própria crise da razão moderna. Ela nos leva a repensar a idéia de conhecimento objetivo, simplificado, hegemônico, total, homogêneo e infalível que, por tanto tempo, desconheceu os aspectos complexos que forjaram a crise planetária.

Porém, vale ressaltar que a crítica ao pensamento moderno não significa nos orientarmos pelas teorias obscurantistas. Para Bornheim (1985), a Ciência tornou-se um alvo fácil para avaliar os limites e as insuficiências da modernidade. Todavia, a Ciência ainda possui, para o bem e para o mal, um importante papel, até mesmo definitivo, na produção e condução da nossa sociedade. Este duro aviso é melhor expresso por Prigogine (1996, p. 196), para quem:

> O cientista não pode, como tampouco o homem urbano, escapar das cidades poluídas indo para as altas montanhas. As ciências participam da construção da sociedade de amanhã, com todas as suas contradições e suas incertezas. Elas não podem renunciar à esperança, elas que, nos termos de Peter Scott, exprimem de maneira mais direta que o mundo, o nosso mundo, trabalha sem cessar para estender as fronteiras do que pode ser conhecido e do que pode ser fonte de valor, para transcender o que é dado, para imaginar um mundo novo e melhor.

Ao aceitar este aviso advogamos a necessidade de evitar cair em apelos irracionais e atentar para a importância do conhecimento científico, que ainda é especial e essencial para a resolução de certos problemas. Vale destacar que o conhecimento científico ainda fornece os melhores resultados para certos problemas.

A modernidade é antes de tudo a passagem para um mundo regido pela racionalidade científica, assim, tem-se a impressão de que tudo deve passar pelo pensamento científico e pela racionalização para obter a chancela de verdade e de certeza. Porém, a partir da tradição racionalista cartesiana teremos cada vez mais a separação entre o sujeito e o objeto, que irá significar uma separação cada vez maior entre a natureza, que é regida por leis deterministas e

racionais, e o sujeito pensante. O mundo ocupado por este sujeito será livre de todo princípio transcendental, mágico, pessoal, mítico e religioso.

Para Touraine (2002), uma natureza objetivada abre definitivamente caminho para toda a sorte de intervenção das nascentes sociedades industriais. Além disso, a separação entre o ser e o objeto abre caminho para a substituição de todo princípio transcendental de definição do bem pela definição de direito social, o que inclui ser responsável pelos próprios atos. Todavia, este princípio de liberdade está paradoxalmente em contradição com o princípio determinista da Ciência, e é justamente nesta contradição que se constrói a constituição dos modernos (LATOUR, 2005).

Este duplo movimento da modernidade, objetivação da natureza e liberdade do ser humano irá possibilitar que as novas sociedades industriais, aliadas com a Ciência e a Tecnologia, adquiram uma capacidade de intervenção fantástica. O sistema capitalista ao apropriar-se desse processo moderno irá sustentar a idéia de lucro rápido e sem limites.

Vê-se que esses princípios da modernidade vão sendo assimilados rapidamente por todos os setores da atividade humana, de tal forma que o processo de modernização na economia, de maneira mais ampla, irá significar a transformação do pensamento racional em objetivos sociais e políticos (TOURAINE, 2002). Daí a idéia tão presente nos dias atuais de que uma sociedade moderna e em franco progresso é uma sociedade técnica que gera produtos industriais em abundância, que interfere de forma ampla e definitiva na natureza com o propósito de moldá-la segundo a cultura vigente.

Pensamos que seremos felizes ao saber que nosso nível de consumo está aumentado, que as indústrias estão funcionando acima de sua capacidade de produção e que será preciso construir mais algumas dezenas de grandes centrais hidroelétricas para suprir nossas necessidades de consumo perdulário. Todavia, ao assimilar a idéia de conquista da natureza, o capitalismo irá desviar a exploração do homem pelo homem para uma exploração da natureza pelo homem, multiplicando indefinidamente as duas (LATOUR, 2005).

O processo de naturalização e imposição desses propósitos é tão intenso no seio da sociedade que nos sentiremos obrigados a percorrer este caminho, identificado como o único que leva aos níveis mais altos de progresso, vistos aqui como de bem-estar social. Neste momento atua o determinismo histórico, ou seja, o sentimento de que este caminho é inevitável e que temos que assumir todos os riscos e infortúnios aliados ao progresso material. Sobre o conceito de progresso vigente em nossas sociedades Touraine (2002, p. 71) aponta que

> O progresso é a formação de uma nação como forma concreta da modernidade econômica e social, como indica o conceito, sobretudo alemão, de economia nacional, mas também a idéia francesa de nação, associada no pensamento republicano e leigo ao triunfo da razão sobre a tradição [...] o progresso não é mais unicamente o das idéias, mas torna-se o das formas de produção e de trabalho, onde a industrialização, a urbanização e a extensão da administração pública transformam a vida da maioria.

Ainda segundo o autor:

> A idéia de progresso ocupa um lugar intermediário, central, entre a idéia de racionalização e a de desenvolvimento. Este dá primazia à política, aquela ao conhecimento; a idéia de progresso afirma a identidade entre políticas de desenvolvimento e triunfo da razão; ela anuncia a aplicação da ciência à política e por isso identifica uma vontade política com uma necessidade histórica. Acreditar no progresso é amar o futuro ao mesmo tempo inevitável e radioso. (TOURAINE, 2002, p. 72).

Em nome do progresso, definido aqui como a inevitável marcha histórica da sociedade, veremos ocorrer uma série de equívocos que levam a um acentuado declínio da visão de mundo moderna.

Vários aspectos atestam o declínio da visão de mundo através da idéia de progresso como, por exemplo, a massificação do sujeito na linha de produção fabril, a aniquilação de sociedades primitivas, a destruição das barreiras alfandegárias, a subjugação e eliminação dos direitos trabalhistas, a ocupação de áreas de preservação, a destruição de ambientes naturais, a extinção de espécies animais, a industrialização dos códigos da vida e a homogeneização das sociedades.

Esta concepção de progresso irá imperar de forma tão completa no mundo que não será possível falar mais em territórios não-explorados, mas apenas em reservatórios de matérias primas; nem de desempregados, mas de reserva de mão-de-obra ou empregados temporários.

O esgotamento da idéia de progresso é, como podemos notar, o esgotamento da própria idéia de modernidade, que se transformou rapidamente em uma ação que somente aceita os critérios de uma racionalidade instrumental.

A crise da modernidade, dirá Leff (2002), não pode ser identificada de uma maneira muito simples. Esta crise tem início na própria fonte filosófica ocidental que, ao separar o ser pensante do objeto estudado, deu início ao processo que levou à separação daquilo que era organicamente unido, que mais tarde resultou na modernidade que separou o sujeito e o objeto e deu início à revolução científica, e esta, por sua vez, foi absorvida por uma racionalidade econômica que tem desconhecido qualquer limite para a exploração do ambiente e da sociedade.

Vários aspectos nos mostram que a crise que ora vivemos já estava presente nas primeiras definições da modernidade, sobretudo no seu vínculo mais forte com a Ciência. Neste período, já se postula um forte fracionamento do conhecimento que leva à compartimentalização da realidade em campos disciplinares confinados, com o propósito de incrementar a eficácia da cadeia tecnológica de produção (LEFF, 2002). Este processo, segundo Touraine (2002), vai significar a passagem de uma visão racionalista do mundo para uma ação que é puramente técnica, ou seja, coloca a racionalidade a serviço das necessidades que não estão mais submetidas à razão e a seus princípios de regulamentação da ordem social e natural.

Outros dois processos importantes ocorridos durante o século XX vão aprofundar a crise da modernidade. Ambos estão diretamente relacionados com a atividade científica e os processos tecnológicos.

O primeiro processo vivenciado no âmbito da atividade científica e que aprofunda a crise da modernidade está diretamente relacionado com os efeitos sociais e ambientais graves da aplicação da Ciência e dos processos tecnológicos. O outro processo de crise vivenciado pela Ciência está diretamente ligado a um movimento interno de contestação do paradigma mecanicista. Ou seja, serão definitivamente contestados os fundamentos da mecânica newtoniana e em seu lugar surgirão a mecânica quântica e a teoria da relatividade restrita e geral.

2.2 O fim das certezas e a emergência do sujeito autônomo

O empreendimento científico sofre abalos significativos com dois importantes acontecimentos durante o século XX. Um deles relacionado com a contestação interna do paradigma newtoniano. O outro diretamente relacionado com as conseqüências da ação da Ciência e da Tecnologia, que explicitam de vez as mazelas decorrentes da íntima relação entre a atividade científica e os meios de produção social.

Até o início do século XX, vigora de forma ampla a idéia de uma única concepção de Ciência e de método. As ciências físicas, representadas pelo mecanicismo newtoniano, exemplo bem acabado de teoria científica, gozam de um amplo prestígio e são entendidas como o conhecimento científico por excelência, principalmente pela idéia de que estão embasadas em fatos objetivos, na lógica matemática e construídas sob o rigor da matemática. Contudo, as ciências físicas perdem, nesse processo de homogeneização e universalização, suas características de construção cultural humana. Segundo Lopes (1999, p.35):

> [...] freqüentemente as ciências físicas são excluídas do campo conflituoso, ambíguo e contraditório da cultura e são colocadas como referência a todo o saber que se pretenda objetivo.

Entretanto, os acontecimentos do século XX, trazem, para o bem e para o mal, importantes conseqüências sobre nossa concepção de Ciência.

Uma atividade científica isenta de interesses políticos e econômicos não pode mais ser sustentada, sobretudo após o advento da explosão de duas bombas nucleares e os alarmantes níveis de degradação ambiental. Os processos tecnológicos desenvolvidos pela Ciência liberam forças e processos que, muitas vezes, não podem ser controlados e/ou determinados. Este fato nos coloca na posição de não sabermos lidar bem com os problemas decorrentes da aplicação da tecnologia no mundo ou, de outra maneira, não sabermos nem ao menos classificar os problemas diretamente provocados pelo uso destas tecnologias, pois eles tanto se encaixam no mundo das coisas, como também se permitem vislumbrar no mundo dos sujeitos.

Para exemplificar alguns dos problemas atuais decorrentes da intervenção do homem na natureza tomemos por base o problema do aquecimento global. Há inúmeros e complexos fatores que se articulam na origem e manutenção deste fenômeno, fato que, sem dúvida, torna difícil o estabelecimento de uma explicação universal por parte da Ciência.

O aquecimento global, segundo alguns estudos, está diretamente relacionado com a ação direta e indireta do homem sobre o meio em que vive. Segundo estes estudos, a produção de gases antropogênicos é o grande vilão do aquecimento global, justamente por intensificar um fenômeno natural chamado Efeito Estufa.

Porém, por outro lado, uma parte importante da comunidade científica indica que não há dados suficientes para comprovar que a ação direta ou indireta do homem seja o dado mais significativo para explicar o aquecimento do planeta. Esses cientistas afirmam que outros fatores de origem natural possuem o mesmo nível de importância, tais como o ciclo de mudança climática global que periodicamente ocorrem na Terra.

Esta complexidade inerente ao aquecimento global não nos permite classificar este fenômeno como eminentemente físico, químico, geológico, biológico, filosófico, sociológico, geográfico e/ou político. Este fenômeno envolve cada uma destas áreas do conhecimento humano e é somente a partir de um diálogo entre essas disciplinas que nos aproximamos de um entendimento mais amplo do problema.

Para exemplificar, podemos mencionar que as decisões tomadas no protocolo de Kyoto foram eminentemente políticas. Porém, em que bases elas foram tomadas? Quais foram os conhecimentos mobilizados nesta tomada de decisão? Que ligação podemos estabelecer entre este problema e uma indústria petroquímica localizada no Rio de Janeiro? Qual a relação entre este problema e a decisão de utilizar um automóvel para trabalhar?

A questão do aquecimento global é um interessante exemplo de um problema complexo, pois envolve uma série de aspectos que não podem ser analisados em suas partes mais simples para depois serem agrupados. Além disso, não há uma decisão final sobre a natureza exata do problema, pois se ele não se encaixa bem no mundo dos objetos, algo semelhante ocorre quando tentamos colocá-lo no mundo dos humanos.

Problemas desta natureza são compreendidos por Leff (2002) a partir do reconhecimento da fragmentação do próprio conhecimento que penetrou analiticamente nos entes e induziu um impulso que levou à separação daquilo que era organicamente articulado. Para ele, este processo gerou uma sinergia negativa, um círculo vicioso de degradação ambiental que o conhecimento já não compreende e não contém, pois gerou um transobjeto invisível ao conhecimento sistematizado.

Latour (2005) dirá que este problema não é recente para os modernos, pois tudo o que eles mais fizeram durante todo este tempo foi criar híbridos, ou seja, um conjunto de elementos que foram se aglomerando em um verdadeiro terceiro estado, por não se encaixarem nem no pólo dos sujeitos e tampouco no pólo dos objetos. Para Latour (2005), a modernidade deveria ser construída na separação, cada vez maior, entre sujeito e o objeto. Porém, os híbridos se multiplicaram na exata medida da tentativa desta separação, o que faz o autor indicar o que ele chama de erro dos modernos, pois

> Eles confundiram produtos com processos. Acreditaram que a produção da racionalização burocrática supunha burocratas racionais; que a produção de uma ciência universal dependia de sábios universalistas; que a produção de técnicas eficazes acarretava a eficácia dos engenheiros; que a produção de abstração era, em si, abstrata, como a de formalismo deveria ser formal. O que eqüivale a dizer que uma refinaria produz petróleo de forma refinada, ou que um laticínio produz manteiga de forma leiteira! (LATOUR, 2005, p. 113).

No final de sua obra, Latour (2005) indica de forma eloqüente que os modernos tentaram fazer o tempo todo a divisão dos problemas reais em dois ramos de representação – pólo sujeito e pólo objeto - de forma a alegar que a Ciência nada tinha a ver com a política (neutra), do mesmo modo que a política dirá que representa apenas a vontade dos cidadãos.

Mas não há dois ramos, e, sim, apenas um, cujos produtos só podem ser distinguidos a *posteriori* e após o exame comum (LATOUR, 2005).

Em relação aos processos internos vivenciados pela Ciência durante o último século, iremos verificar que a clássica cosmologia formulada por Copérnio-Galileu-Descartes-Newton foi aos poucos sendo desmantelada, até finalmente desabar no século XX com os avanços espantosos proporcionados pela mecânica quântica de Bohr-Heisenberg-Schrödinger, entre outros, e a teoria da relatividade restrita e geral de Einstein.

Como sempre acontece, é difícil precisar o exato momento ou processo que levaram a Física clássica desmoronar. Kuhn (1997) diz que a Ciência se desenvolve racionalmente através de sucessivos períodos de Ciência normal, ou seja, período em que um paradigma científico vigora por um certo tempo e tenta dar conta das anomalias que vão se acumulando. Porém, em determinado momento as anomalias provocam o que o autor chama de revolução científica, que é precisamente o que podemos apontar no caso da Física quântica e da relatividade einsteiniana.

O exame dos fundamentos da Física após as revoluções científicas do século XX mostrou que o monumental e inflexível edifício construído por Newton não podia permanecer em pé. Em seu lugar surgem a mecânica quântica e a relatividade restrita e geral. Contudo, os novos modelos científicos construídos a partir da mecânica quântica abalam nossas certezas relativas às medições, ou seja, nossas medidas não são suficientes para interpretar o mundo de modo exato e inequívoco.

O espaço e tempo absolutos e infinitos de Newton (KOIRÉ, 1979) deram lugar a algo mais parecido com uma integração espaço-tempo ou, em outras palavras, a expressão de que as dimensões do espaço-tempo não podem ser divididas e interpretadas isoladamente (EINSTEIN; INFELD, 1980). Também vimos que os resultados das experiências empíricas são definitivamente afetados pelo referencial adotado pelo experimentador e que a gravitação universal é devida à curvatura espaço-temporal (EINSTEIN, 2001).

A quântica irá propor algo ainda mais desafiador ao senso-comum, pois recoloca definitivamente o problema observacional na Física. O físico Werner Heisenberg propôs em 1927 que o conhecimento obtenível a respeito do estado de um sistema atômico sempre envolveria uma indeterminação peculiar. Como comenta Bohr (1995, p. 50)

> Ao apontar para a íntima ligação entre a descrição estatística da mecânica quântica e as possibilidades efetivas de medida, essa chamada relação de indeterminação foi, como mostrou Heisenberg, de suma importância para

> elucidar os paradoxos envolvidos nas tentativas de analisar os efeitos quânticos tendo como referência as visões físicas costumeiras.

A mecânica quântica apresentou questionamentos fundamentais para os físicos do século XX. Questionou-se, sobretudo, o papel do experimento para a determinação exata do nosso universo, o que gerou controvérsias famosas. É a propósito deste tema que Einstein e Bohr discutiram profundamente os fundamentos epistemológicos da Física, principalmente na V Conferência de Física do Instituto Solvay, realizado em Bruxelas em outubro de 1927. As conclusões tiradas por Bohr e seus seguidores foram fundamentais para as profundas mudanças realizadas na Física.

O advento da mecânica quântica apontou para a impossibilidade de qualquer separação nítida entre o comportamento dos objetos atômicos e os instrumentos de medida, uma vez que segundo Bohr (1995, p.73),

> [...] a interação finita entre o objeto e os instrumentos de medida, condicionada pela própria existência do quantum de ação, acarreta – em virtude da impossibilidade de controlar a reação do objeto sobre os instrumentos de medida, para que estes cumpram sua finalidade – a necessidade de renúncia definitiva do ideal clássico de causalidade e de uma revisão radical de nossa atitude perante o problema da realidade física.

O ponto essencial que nos trouxe à mecânica quântica foi a conclusão de que as observações científicas não poderiam prosseguir sem afetar a natureza dos objetos que estão sendo observados. Apesar dos fantásticos resultados práticos obtidos com a mecânica quântica, houve, sem dúvida, um aumento notável de paradoxos, disjunções e contradições que acompanharam a nova teoria.

Contudo, apesar das contradições teóricas, a nova Ciência Física ofereceu, e oferece, resultados surpreendentes. A Ciência contemporânea não descreve mais os fenômenos naturais, pois ela agora produz seus próprios fenômenos. O mediador fundamental desses fenômenos é representado pelos mais sofisticados equipamentos. Há na Ciência contemporânea um verdadeiro processo de simbiose entre o instrumental e o teórico – fenomenotécnica (BACHELARD, 1978).

Nesse novo real científico é necessário que exista um intenso diálogo da razão com a experiência, com a finalidade de se estabelecer o processo de construção racional.

Instrumentos como o espectrômetro de massa[7] são os mais novos órgãos do sentido humano providos por uma teoria que permite a construção do aparelho e a interpretação dos

[7] Este equipamento produz, após vários processos técnicos, uma excelente avaliação dos elementos contidos numa determinada substância.

dados obtidos. Segundo Lopes (1999, p.42), "[...] a ciência rompe com o imediato e abre espaço para o construído, criando e atuando sobre a natureza a partir da técnica."

Todavia, Tarnas (1999) aponta que a nova Física, representada pela quântica e a relatividade, ao romper com o imediato, ao construir seus fenômenos a partir de uma fenomenotécnica, traz obstáculos aparentemente insuperáveis para a intuição humana como, por exemplo,

> [...] um espaço curvo, finito, mas ilimitado; um contínuo espaço-tempo em quatro dimensões; propriedades mutuamente exclusivas possuídas pela mesma entidade subatômica; objetos que não eram realmente coisas, mas processos ou padrões de relacionamento; fenômenos que não assumiam nenhuma forma decisiva até serem observados; partículas que pareciam afetar-se entre si à distância, sem nenhuma ligação causal; a existência de flutuações fundamentais de energia em um vazio total. (p. 384).

No entanto, algo permanece intacto após toda esta revolução científica, e é justamente um dos conceitos mais importantes da constituição moderna. O determinismo, este elemento essencial da natureza que se contrapõe à experiência humana, ainda continuou tão válido para a Física moderna quanto para a tradição cartesiano-newtoniana, sobretudo pelo fato da equação fundamental de Schrödinger ser reversível em relação ao tempo, exatamente como as equações clássicas do movimento (PRIGOGINE, 1996).

Em outras palavras, a equação de Schrödinger é tão determinista quanto o são as equações da mecânica clássica. De acordo com estas equações fundamentais, a simetria temporal somente pode ser modificada por conta do elemento humano o que, de fato, significa reafirmar uma das concepções mais fundamentais do pensamento ocidental. Prigogine (1996, p. 11) refere-se a essa perspectiva, argumentando que

> Nós, humanos, observadores limitados, seríamos responsáveis pela diferença entre passado e futuro. Esta tese, que reduz a flecha do tempo ao caráter aproximado de nossa descrição da natureza, ainda é defendida na maior parte dos livros recentes.

Segundo Prigogine (1996), esta concepção de uma natureza passiva, submetida inteiramente a leis deterministas, é uma especificidade do ocidente, não existindo tal conceito nas sociedades orientais, onde natureza significa o que existe por si mesmo. O autor ainda destaca a assimetria fundamental existente no pensamento moderno, pois, ao mesmo tempo em que nossa tradição pretende um conhecimento objetivo e determinado, afirma o ideal humanista da responsabilidade e da liberdade. Para Prigogine (1996, p.14):

> A democracia e as ciências modernas são ambas herdeiras da mesma história, mas essa história levaria a uma contradição se as ciências fizessem triunfar uma concepção determinista da natureza, ao passo que a democracia encarna o ideal de uma sociedade livre.

Latour (2005) destaca que o determinismo científico em contraposição à liberdade humana é justamente uma das idéias mais importantes da constituição dos modernos.

Os modernos historicamente se apoiaram sobre a certeza transcendental das leis da natureza de modo a poder criticar e desvendar, denunciar e se indignar frente a crenças irracionais e às dominações não justificadas. De outro lado, eles afirmaram a liberdade, a criatividade, a responsabilidade humana e sobre este conceito construíram a idéia de democracia. Assim, de acordo com Latour (2005), os modernos podem estar solidamente apoiados sobre a certeza de que puderam construir seu próprio destino, de que podem criticar e desvendar, denunciar e se indignar frente às crenças irracionais, às ideologias científicas, às dominações não justificadas dos especialistas que pretendiam traçar limites à ação e à liberdade.

Entretanto, o desenvolvimento da Física de não-equilíbrio, que estuda os processos dissipativos, associada ao estudo da dinâmica dos sistemas dinâmicos instáveis (PRIGOGINE, 1996), possibilitou a revisão da noção de tempo tal como formulada a partir do determinismo das leis científicas. Com a teoria dos sistemas dinâmicos instáveis, que utiliza os conceitos de flutuação e instabilidade em contraposição aos conceitos de ordem e estabilidade, passamos a falar em possibilidades e não mais em certezas.

Diferente de Bohr-Schrödinger, que afirmaram ser o homem o responsável pela introdução da assimetria temporal, Prigogine (1996) afirma que a assimetria do tempo é uma condição da própria natureza, abrindo um novo horizonte de possibilidades de interpretação da realidade.

> O desenvolvimento espetacular da Física de não-equilíbrio e da dinâmica dos sistemas dinâmicos instáveis associados à idéia de caos força-nos a revisar a noção de tempo tal como é formulada desde Galileu. (PRIGOGINE, 1996, p.11).

Segundo Leff (2002), as estruturas dissipativas sempre existiram e são mais naturais que os processos reversíveis e em equilíbrio, de forma que o real sempre foi complexo e irremediavelmente distante da idealização mecânica.

O desenvolvimento das idéias de Prigogine (1996) abala uma das últimas vigas do alicerce da modernidade, ou seja, a idéia de um determinismo inerente aos processos naturais. Em sua obra, Prigogine (1996) renova nosso diálogo com a natureza, abrindo uma nova etapa

de possibilidades de conhecimentos em que se atam os laços que unem a existência humana à natureza.

2.3 A temática ambiental e o declínio da modernidade: o diálogo de saberes e o processo educativo

Vivemos um período muito especial da história humana, estamos diante de uma crise ambiental que questiona a forma como pensamos e organizamos a sociedade e a nossa relação com a natureza. Esta crise não pode ser equacionada a partir da racionalidade vigente, ela exige um outro pensar sobre o mundo.

A crise ambiental origina-se do desconhecimento do mundo, das falsas certezas, dos equívocos arraigados numa ação instrumental e objetivadora, ela é, segundo Leff (2002), devida a uma transformação da natureza induzida pela concepção metafísica, científica e tecnológica do mundo. Esta crise postula a emergência do outro e do conhecimento não externalizado que foram subjugados por estas falsas certezas.

A partir da crise ambiental somos levados a questionar o projeto da modernidade que, entre outras coisas, busca a idéia totalizante de unidade, uniformidade e homogeneidade. A modernidade, neste sentido, anunciou um projeto de futuro comum que, na sua essência, negou o limite, o tempo, a história, a diferença, a diversidade e a outridade.

A crise ambiental está presente no próprio processo de constituição e declínio da visão de mundo moderna. Esta crise problematiza o conhecimento do mundo, ela nos coloca diante do não–pensado, da incerteza e da complexidade do mundo. Esta crise questiona as idéias totalizantes, universais e hegemônicas presentes na teoria geral dos sistemas e nas renovadas interpretações sociais marxistas. Neste sentido, ela indica que as relações dos processos ecológicos com a racionalidade econômica vão além do campo de explicação da estrutura e da dinâmica do modo de produção capitalista, pois está entrelaçada, intimamente articulada e organicamente constituída em um processo que envolve aspectos econômicos, científicos, filosóficos, sociológicos e psicológicos.

A temática ambiental só pode ser compreendida a partir de inúmeros e complexos aspectos articulados, os sintomas da crise ambiental podem ser acompanhados através da busca incessante pela maximização do lucro e excedente econômico em curto prazo, do processo de fracionamento do conhecimento em campos disciplinares com o propósito de incrementar a eficácia da cadeia tecnológica de produção, da exploração crescente dos recursos naturais e dos trabalhadores mediante a acumulação de riquezas, do significado da

noção de progresso na sociedade ocidental atrelado com a emergência de processos entropizantes da vida e do movimento contraditório da individualização do ser que leva à massificação e ao processo de consumismo.

Esses aspectos foram forjados a partir de falsos fundamentos que levaram o homem a cometer erros históricos que se enraizaram em certezas, tais como a de mundo coisificado, objetivado e homogeneizado (LEFF, 2002). Foram estes erros que desencadearam o colapso ecológico, o aquecimento global e a entropização da vida.

Outro erro histórico fundamental pode ser encontrado na concepção da existência de apenas uma razão que seria capaz de dar conta do real complexo. Razão essa que durante séculos definiu os critérios de demarcação entre o que era Ciência e não Ciência, com conseqüências valorativas evidentes para aquelas que pudessem alcançar o status de conhecimento científico. Porém, o preço desse status foi a mitificação do método e a conseqüente banalização dos caminhos a serem seguidos pelos pesquisadores. O método universal foi durante muito tempo identificado com o rigor absoluto da matemática, a quantificação e a evidência irrefutável da experiência.

Entretanto, este mesmo processo levou à problematização do pensamento metafísico e da racionalidade científica, abrindo caminho para novas vias de diálogo entre saberes que por muito tempo foram marginalizados e subjugados pela centralidade do logos científico. É ainda através de um movimento interno da Ciência que o sujeito do conhecimento retoma seu lugar de destaque, anunciando uma nova etapa de possibilidades e renovando os laços que unem a existência humana à natureza.

Este posicionamento em relação ao conhecimento do mundo nos coloca frente à complexidade da realidade e à complexidade ambiental. Nosso esforço de apreender esta realidade complexa abre novas vias de relacionamento do ser com o objeto e nos leva ao diálogo de saberes. O diálogo de saberes, esclarece Leff (2002, p. 180),

> [...] é um encontro de tradições e formas de conhecimento legitimadas por diferentes matrizes de racionalidade, por saberes arraigados em identidades próprias que não só entram em jogo num processo de tomada de decisões, mas que se "hibridam" na co-determinação de processos materiais.

Neste sentido, Leff (2002) aponta que a emergência do diálogo entre os saberes e os conhecimentos conduz ao aparecimento de uma complexidade ambiental que implica a formulação de novas estratégias conceituais para a construção de uma nova ordem teórica. A complexidade ambiental exige a formulação de um saber ambiental que incorpore e explicite valores e posicionamentos políticos, abrindo um espaço para o encontro entre o racional, a

ética e a política como resposta para a crise ambiental. Para Leff (2002), o pensamento da complexidade e o saber ambiental integram e articulam a incerteza, a irracionalidade, a indeterminação e a possibilidade no campo do conhecimento.

O saber ambiental desencadeia um processo que incorpora aspectos subjugados pela razão técnica, tais como as subjetividades, as incertezas, as desordens, o inédito e a diversidade cultural, num processo que revaloriza o conhecimento singular, subjetivo e pessoal. A construção do saber ambiental implica a administração de conflitos relacionados com valores, interesses e fins que não são imanentes à racionalidade científica. Este saber incentiva as pessoas a se preparem para um processo de emancipação a partir do entendimento das complexas articulações entre processos subjetivos e objetivos, que rompe com a dicotomia entre sujeito e objeto, desconstruindo os princípios epistemológicos da Ciência Moderna e levantando uma série de implicações para as várias esferas das atividades humanas.

Considerando as sínteses inovadoras, as críticas aos padrões de organização social e as proposições de novos paradigmas promovidas pelo movimento ambientalista, podemos postular diferentes implicações para nossas propostas e atividades educativas, sobretudo para aquelas que relacionam, de alguma forma, a temática ambiental e o ensino de ciências. De forma mais ampla, somos levados a questionar as implicações destas considerações para as nossas propostas e atividades de ensino de Ciências da Natureza.

Qual o significado que o conhecimento sistematizado possui para nossas atividades educativas, sobretudo aquelas voltadas para o ensino de Ciências Naturais? Quais as implicações da crise ambiental, entendida como um aspecto da crise da modernidade, para as nossas propostas e atividades de ensino de Ciências Naturais? Que significado possui a abordagem dos aspectos da temática ambiental em aulas de Ciências Naturais? Quais as possibilidades e os limites de utilizarmos os importantes questionamentos colocados pelo movimento ambientalista em nossas aulas de Ciências Naturais? Que estratégias de ensino tornam-se mais adequadas para abordar as importantes indagações colocadas pelo movimento ambientalista em aulas de Ciências Naturais? Quais as implicações da proposta de diálogo de saberes para as práticas pedagógicas relacionadas com o contexto escolar?

2.3.1 A temática ambiental e o ensino de Física: os temas controversos como metodologia de ensino

As idéias colocadas pelos críticos da modernidade e, de modo específico, pela temática ambiental, questionam definitivamente as dimensões teóricas e metodológicas de nossas práticas educativas. Não podemos ficar indiferentes a essa crise e às importantes indagações colocadas, sob o risco de estarmos indiferentes ao próprio processo da história da humanidade. Desse modo, reforçamos mais uma vez que a temática ambiental nos coloca diante do não pensado, da hibridização do conhecimento, da emergência de saberes que externam valores e questões políticas.

Nenhum ramo da atividade humana pode estar indiferente à emergência da crise ambiental e aos questionamentos por ela suscitados embora, no caso específico da Física, seja possível indicar uma certa dificuldade desta área em abordar as complexas relações da sociedade com a natureza.

Todavia, a Física, formulada como Ciência básica, contribui de forma decisiva para a construção das teorias fundamentais sobre a natureza. Além disso, indica caminhos metodológicos importantes para a abordagem objetiva da natureza e suscita reflexões filosóficas do mais alto grau de profundidade. Soma-se a isto o fato desta Ciência ter passado por um intenso processo de questionamento ético e político de seu processo de produção, sobretudo após a construção dos artefatos bélicos atômicos.

Em relação ao ensino de Ciências Naturais, de maneira geral, e ao ensino de Física, de modo específico, outros aspectos parecem dificultar a incorporação dos questionamentos colocados pelo movimento ambientalista às práticas educativas.

Além das dificuldades inerentes ao próprio objeto de estudo da Ciência dificultar, de certa forma, uma abordagem mais complexa da relação homem e natureza, ainda prevalece no ensino de ciências a idéia de que a formação conceitual e técnica deve ser privilegiada em qualquer situação. Tradicionalmente, privilegia-se a idéia de que o estudo dos conteúdos científicos se reduz ao exame exaustivo de conceitos desvinculados do seu processo de produção, um ensino calcado exclusivamente na linguagem matemática e que apresenta apenas o produto final da atividade científica. Os currículos voltados exclusivamente para o trabalho com aspectos conceituais e técnicos, que estão exageradamente sustentados numa linguagem matemática, dificultam a abordagem de outras dimensões da realidade.

As idéias científicas divulgadas pela maioria de nossas escolas deveriam ser compreendidas como provisórias, relativas e essencialmente como produções humanas.

Entretanto, ao contrário disto, o que vemos, muitas vezes, é a mistificação do conhecimento científico. As idéias científicas passam, na sociedade como um todo, por um processo simplificador que desvirtua suas principais qualidades e as transforma em ídolos e em objeto de culto. Lopes (1999) destaca que o senso comum tende a interpretar o conhecimento científico como equivalente a todo e qualquer conhecimento objetivo, verdadeiro e não-ideológico. Um conhecimento totalmente livre da subjetividade, das interferências sociais, políticas e econômicas, fundamentalmente "des-coberto" e provado com dados obtidos a partir de experiências laboratoriais.

Para Reis (2004) um ensino de ciências pautado dessa forma não possibilita aos estudantes articularem de modo mais complexo o conhecimento científico em contextos reais. O autor também destaca que, freqüentemente, os estudantes associam o conhecimento científico aprendido na escola média apenas com as situações construídas no âmbito do contexto escolar.

Alguns aspectos da realidade educacional portuguesa indicados por Reis (2004) assemelham-se em muitos pontos com a nossa própria realidade educacional, sobretudo no que diz respeito ao fato de os estudantes das Ciências Naturais normalmente não se sentirem atraídos pelos conteúdos abordados nestas aulas, pois eles se distanciam muito das suas necessidades, interesses e aspirações.

Em relação ao ensino de Física, no contexto brasileiro, Megid Neto e Pacheco (1998) afirmam que esta Ciência, como disciplina, ainda guarda muito do que era praticado quando de sua introdução em 1837, momento da fundação do Colégio Pedro II na então capital do Império. Os pesquisadores apontam que o ensino de Física ainda é

> [...] um ensino calcado na transmissão de informações através de aulas quase sempre expositivas, na ausência de atividades experimentais, na aquisição de conhecimentos desvinculados da realidade. Um ensino voltado primordialmente para a preparação aos exames vestibulares, suportado pelo uso indiscriminado do livro didático ou materiais assemelhados e pela ênfase excessiva na resolução de exercícios puramente memorísticos e algébricos. Um ensino que apresenta a Física como uma ciência compartimentada, segmentada, pronta, acabada, imutável. (MEGID NETO; PACHECO, 1998, p.5).

Apesar dos trabalhos de pesquisa que criticam duramente esta tendência e que propõem novas alternativas de trabalho com os conteúdos de Física (CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2001, PEDUZZI, 2001), esta realidade ainda é muito presente na ampla maioria de nossas escolas. Este fato levou Braga (2000) a buscar no processo histórico de constituição da disciplina os fundamentos desta concepção de ensino em nossas atividades. A

sua pesquisa irá apontar que o modelo de educação científica francesa do século XVIII ainda prevalece, em muitos aspectos, presente em nossa realidade.

Para Braga (2000), a fundação da *École Polytechnique* foi um importante marco da implementação do novo projeto educacional formulado pelos pensadores iluministas e difundido por pensadores, cientistas, engenheiros, educadores e organizadores da cultura e da política.

De acordo com Braga (2000), as idéias de Newton estão definitivamente presentes nas bases do sistema educacional nacional francês organizado após a revolução. Os fundamentos desse novo sistema educacional foram apresentados em 1792 por Condorcet, então filósofo fisiocrata e um dos autores da *Encyclopédie*. Nos fundamentos Condorcet afirma que cabe à educação o papel essencial da formação de uma nova ordem social e de um novo cidadão, que fosse livre dos preconceitos e das superstições. Para atingir este fim, Condocert propôs uma educação centrada no conhecimento da ordem natural em moldes newtonianos.

Podemos apontar que é a partir da organização do novo sistema educacional francês que o ensino de ciências começa a substituir as letras como núcleo da formação do homem. Este projeto irá avançar com a organização da *École Polytechnique*, instituição de ensino fundada em 1794 e encarregada de dar a base científica de acesso às escolas de caráter mais profissional.

Segundo Braga (2000), a *École Polytechnique* foi criada para alavancar o processo de formação de uma nova cultura técnica na França, que neste momento trilhava o caminho da industrialização. A história da constituição da *Polytechnique* será também a história da constituição do moderno sistema de ensino que terá como objetivo formar o novo cidadão de uma sociedade regida por leis deterministas.

A nova instituição que surge tinha por finalidade formar o novo quadro dirigente da nova sociedade industrial, ou seja, uma pessoa cientificamente esclarecida que pudesse dirigir uma organização social de forma semelhante a uma máquina. Atribuiu-se uma relevância tão grande às *Polytechniques* que o título acadêmico obtido nesta instituição passou a ter papel similar ao título de nobreza existente na Antigüidade. Além disso, no que diz respeito à produção científica, o papel das *Polytechniques* também foi preponderante, pois deu ao Estado o papel de fomentador e organizador do trabalho técnico, além do agente de definição dos grandes campos temáticos a serem desenvolvidos e ensinados.

Este fato torna-se mais relevante ao verificar-se que este modelo educacional, sobretudo na área de ensino de Física, foi exportado para inúmeros países, especialmente o Brasil, que se utilizou deste modelo para a fundação da escola politécnica do Rio de Janeiro,

de São Paulo e da escola de Minas de Ouro Preto (Braga, 2000) e, até mesmo, com influência decisiva na constituição da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo.

O trabalho de Braga (2000) nos leva a refletir sobre a natureza dos conhecimentos e dos procedimentos de ensino mais amplamente utilizados nos cursos de Física de nossas escolas de nível médio e superior. Todos aqueles que passaram por uma formação voltada para os conteúdos da Física no nível médio ou superior - principalmente físicos, químicos e engenheiros - reconhecem o ensino técnico e dogmático de que fala o autor, no qual o conhecimento apresentado é concebido como revelado, inquestionável e infalível, em contraposição a um conhecimento construído numa atividade humana e sujeito às controvérsias de diferentes naturezas.

Ainda hoje é possível verificar que os conteúdos de ensino privilegiados em nossas atividades educativas e a forma como normalmente abordamos estes conteúdos estão eivados da concepção de Ciência e ensino idealizada pelos iluministas. Os estudantes que vivenciaram essa concepção de ensino de Física possuem uma formação de caráter mais conceitual e matemático, em oposição a uma formação cultural mais ampla que leve, por exemplo, o estudante a articular o processo de produção científica com suas dimensões política, econômica, ética e ambiental.

Segundo Braga (2000), foi a partir do projeto iluminista de ensino de Ciências Naturais que, de forma gradual, inflexível e implacável, os poucos elementos remanescentes da subjetividade, da metafísica, da espiritualidade, foram considerados primitivos, supersticiosos, infantis, nada científicos e opressores. A partir da implantação sistemática do projeto iluminista de ensino verifica-se que os aspectos da subjetividade humana foram perdendo espaço.

Segundo a proposta educacional dos iluministas, o universo mecânico, neutro, impessoal e infinito deveria ser justificado unicamente pela ação livre de uma razão impessoal e crítica e articulada em base empírica. Lentamente e progressivamente os aspectos epistemológicos e metafísicos dos antigos vão cedendo lugar à elaboração das teorias científicas. Aspectos metafísicos essenciais para a construção das primeiras teorias científicas, como o neoplatonismo e o pitagorismo utilizados por Galileu, Kepler e Copérnico na formulação de suas teorias, foram aos poucos e sistematicamente eliminados do referencial moderno, assim como toda e qualquer qualidade humana e espiritual identificada com fins últimos.

Segundo Braga (2000), esta é a filosofia educacional presente nos cursos de formação técnico-científica que temos em todos os cantos do mundo, situação que gera problemas, sobretudo nos níveis menos especializados de ensino. Nestes termos, concordamos com o autor na análise da importância de abordarmos outros aspectos da realidade em nossas atividades educativas, sobretudo nos níveis mais básicos da educação. Segundo Braga (2000, p.113),

> O matematismo tem um caráter formativo no campo da lógica, que é inegável. Mas não se pode reconhecer este tipo de filosofia educacional fazendo parte da formação de não técnicos, como parte de uma formação para a cidadania.

Este tipo de formação mais técnica e conceitual faz com que muitos professores encontrem dificuldades para questionar o conhecimento científico, pois o concebem como não problemático, portador de certezas absolutas, neutro e livre das controvérsias. Estas convicções levam muitas vezes à crença de que o conhecimento apresentado pelos manuais escolares e pelos cientistas são verdades absolutas e indiscutíveis.

A partir dessa explanação podemos dizer, com base em nossa própria experiência como estudante de um curso de Física e também como professor de ensino médio e superior nesta mesma área, que o processo de formação na área de Física, incluindo aí o processo de formação inicial de professores, não oferece oportunidades que levam os estudantes a questionar o conhecimento que é apresentado. Além disso, são também raras as oportunidades de apresentação do processo histórico da construção da Ciência, o esclarecimento das questões metafísicas presentes nas grandes teorias, a discussão dos impactos diretos e indiretos da Ciência e Tecnologia na sociedade e no ambiente, a explanação sobre as complexas articulações entre Ciência, economia e política e a apresentação das controvérsias provocadas por teorias rivais.

Essas diferentes críticas em relação ao ensino tradicional da Física nos levam a anunciar algumas concepções sobre ensino de Ciências Naturais que têm orientado nossas atividades práticas educativas.

No que diz respeito ao ensino de Física no nível médio e, em certa medida no nível superior de ensino, consideramos de fundamental importância a idéia de uma alfabetização científica crítica, ou seja, que possibilite a explanação e discussão de aspectos relativos à epistemologia da Ciência, de forma a abarcar questões sobre as possibilidades e os limites deste tipo de conhecimento.

Para Reis (2004), algumas características fundamentais determinam a idéia de uma alfabetização científica mais crítica, dentre elas a apresentação de um currículo de Ciência:

> a) baseado em assuntos locais, regionais, nacionais e globais, seleccionados pelo professor e pelos alunos; b) que tenha em conta os conhecimentos, as crenças, os valores, as aspirações e as experiências pessoais de cada aluno; c) no qual a ciência e a tecnologia sejam apresentadas como empreendimentos humanos; d) com uma educação em ciência e tecnologia politizada e infundida de valores humanos e ambientais mais relevantes; e e) onde todos os alunos tenham a oportunidade de executar investigações científicas e de se envolver em tarefas de resolução de problemas tecnológicos seleccionadas e concebidas por eles próprios. Para que este currículo seja uma realidade para todos deverá prestar-se especial atenção aos obstáculos sentidos pelos indivíduos, muitos dos quais relacionados com etnia, género e classe social, através: a) da construção de uma imagem da ciência, dos cientistas e da actividade científica mais autêntica, culturalmente sensível e inclusiva, que mostre a ciência a ser utilizada e desenvolvida por diversas pessoas em diversas situações; e b) da manutenção de um ambiente de sala de aula que proporcione a todos os alunos uma sensação de conforto e de pertença. (REIS, 2004, p.23).

Soma-se a isto a possibilidade do ensino de Ciências Naturais prover os estudantes de ferramentas que lhes possibilitem identificar quando a Ciência assume o papel de conhecimento mitificador, ou quando se tenta conferir a outros saberes a lógica do conhecimento científico, como uma forma de lhes conferir o poder da Ciência (LOPES, 1999).

O domínio do conhecimento científico é necessário tanto para nos defendermos da retórica científica, quanto para vivermos melhor e para atuarmos politicamente no sentido de desconstruir processos de opressão. Para Lopes (1999, p.108)

> Uma formação em ciências no mundo de hoje deve permitir à pessoa, diante da notícia de um avanço científico, avaliar seu alcance real, após descontar os exageros da mídia. Exageros que constantemente contribuem, ao mesmo tempo, para a mitificação e para aumentar o estranhamento público em relação à ciência.

Além disso, deve permitir a discussão sobre aspectos do processo histórico da construção das idéias na Ciência, a apresentação dos inúmeros e complexos elementos que envolvem a articulação da atividade científica com a economia e a política, a discussão sobre os inúmeros e complexos aspectos relativos aos impactos diretos e indiretos da Ciência e Tecnologia sobre a sociedade e o ambiente.

Cabe destacar que, nesse sentido, as práticas de ensino de Ciências Naturais, em especial o ensino de Física, não podem deixar de apresentar e discutir os complexos aspectos que envolvem a emergência da crise ambiental e os questionamentos por ela suscitados. Esses

questionamentos estão, fundamentalmente, direcionados para a forma como nos organizamos em sociedade e o modo como conhecemos e nos relacionamos com a natureza.

Todavia, cabe refletir sobre as conseqüências de procedermos a algo como a biologização ou a ecologização da Física, tendo em vista que, historicamente, foi a ecologia que forneceu as bases científicas para uma redefinição da posição do ser humano em relação à natureza (FRACALANZA, 1992). Neste caso, corremos o risco de nos perdermos numa confusão de ordem epistemológica.

Segundo Leff (2002), em tempos passados incorremos no erro de estender a visão mecanicista para os sistemas sociais e biológicos, fato que velou a inteligibilidade dos complexos fenômenos que envolvem a sociedade e os sistemas vivos. De modo semelhante, atualmente corremos o risco de estender a toda a sociedade os princípios explicativos da ecologia. Nestes termos, a crítica à ecologia está justamente no fato de ela se compreender revolucionária no seu enfoque integrador e na sua vontade de totalidade hegemônica na inteligibilidade do real complexo.

A ecologia, assim como a Física, desconhece a especificidade e a complexidade dos fenômenos eminentemente humanos. Neste caso, ao propormos a incorporação de elementos do movimento ambientalista para o ensino de Física, estamos considerando a necessidade de afastar-nos daquelas idéias mais afeitas à tradição da teoria geral dos sistemas e, sobretudo, do movimento que prega o mito do verde, ou seja, daqueles que veneram a natureza e tudo aquilo que é verde e identificam o mundo construído culturalmente pelo homem como mau, doentio, artificial e ameaça de morte (FRACALANZA, 1992).

As referências críticas sobre algumas idéias construídas pela teoria dos ecossistemas e sua utilização no ensino de Ciências Naturais foram definitivamente explicitadas pela pesquisadora Fracalanza (1992) em sua tese de doutorado. Para Fracalanza (1992), a teoria dos ecossistemas considera que a natureza é constituída por um conjunto de partes que se mantêm vinculadas, umas em relação às outras, em uma complexa rede de interações, sendo que o homem é um dos elos desta grande teia da vida.

Ainda segundo Fracalanza (1992), essas partes da natureza se processam dentro de um único sistema fechado, mantido em ação mediante equilíbrio dinâmico. Entretanto, a autora levanta uma série de problemas com relação a esta idéia de harmonia nas relações entre o homem e a natureza, sobretudo a partir do entendimento de que para a humanidade a transformação da natureza constitui uma necessidade tão importante quanto a sua conservação e preservação.

Em lugar de um mito que aplaque sua angústia de medo da morte, o homem deve promover a consciência de que sua sobrevivência depende de sua capacidade de administrar um conflito com a natureza. Este conflito reside na consciência do antagonismo entre as ações desenvolvidas para atender às necessidades culturais e aquelas necessárias à manutenção de suas exigências biológicas. Para a autora (1992, p. 153)

> [...] a relação do Homem com o Mundo Natural não é regida exclusivamente pelas Leis biológicas, mas se processa também em atenção a satisfação de suas necessidades culturais. Desse modo, apresentar a situação do Homem nos grandes ecossistemas requer a consideração de sua dimensão cultural, aspecto esse, por tradição, alheio à ecologia natural.

É possível estabelecer uma analogia entre a idéia de equilíbrio e harmonia nas relações da natureza e do homem com a natureza e a tradição moderna de um universo mecânico, constituído de elementos dinamicamente integrados e em harmonioso funcionamento. Ao admitir a necessidade de administrar o conflito na relação homem e natureza, Fracalanza (1992) aponta para a necessidade de superar a idéia de uma relação harmoniosa entre o homem e o mundo natural. Porém, para a autora, é o homem que traz, mediante suas necessidades culturais, elementos que levam à quebra da harmonia e do equilíbrio natural.

Diferente desta interpretação que aponta para uma ordem e uma harmonia no mundo natural, Prigogine (1996) destaca que o processo de equilíbrio nos fenômenos mais básicos da natureza não passaria de uma condição particular dentre as inúmeras possíveis. O fator determinante para a flecha do tempo e, sobretudo, para a vida é, segundo o autor, o desequilíbrio, a novidade e os processos dissipativos. Para Prigogine (1996,) o universo é um sistema longe do equilíbrio, com suas instabilidades e bifurcações. É justamente esta condição de desequilíbrio nos sistemas naturais que possibilita o surgimento da novidade, do inédito, do nunca visto, situação esta que possibilitou o surgimento da vida na Terra e da adaptação dos seres vivos aos mais diferentes ambientes.

Um outro ponto importante a ser destacado, ao decidirmos pela possibilidade de inserir aspectos da temática ambiental em nossas práticas de ensino de Ciências Naturais, é a reflexão sobre as conseqüências teóricas e práticas de assimilarmos o discurso ambientalista construído por determinados setores da sociedade que assumem algumas proposições com raízes teóricas e práticas de cunho eminentemente liberal (BARBANTI JR., 2002).

Para Carvalho (2005), algumas dessas idéias, como por exemplo, a visão holística, o equilíbrio da natureza e a harmonia nas relações sociedade-natureza foram assimiladas de forma pouco crítica por setores do movimento ambientalista. Na verdade essas idéias acabam

atendendo aos interesses de grupos específicos, sobretudo aqueles que se preocupam com a destruição do meio ambiente como algo que compromete a reprodução do capital.

Parte do discurso ambiental, segundo Leff (2002), tem levado à constituição da política do consenso, ou seja, uma política que trata de compor os interesses de diferentes atores sociais e de orientá-los para um futuro comum e para uma estratégia global de desenvolvimento sustentável (WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 1987) sem considerar a insustentável ordem econômica vigente. Para Barbanti Jr. (2002), amplos setores da sociedade possuem vários interesses em se apropriar do discurso ambientalista tendo em vista a manutenção do *establishment* e a defesa dos interesses do capital. Um exemplo claro dessa tendência é a incorporação pelo discurso liberal do conceito de ecodesenvolvimento, formulado inicialmente na década de 70 a partir de idéias que se pretendiam politicamente emancipadoras (LIMA, 2002). No entanto, tal proposta resultou mais tarde em arranjos com ênfase numa tônica conciliadora que tendia a despolitizar os movimentos sociais mais críticos. Para o autor o termo ecodesenvolvimento foi colocado em desuso e em seu lugar surge o conceito de desenvolvimento sustentável, que tende a projetar a preservação dentro de uma perspectiva produtivista, na qual o que se quer preservar de fato é um modelo de acumulação de riquezas onde o patrimônio natural passa a ser um bem.

Segundo Barbanti Jr. (2002), a idéia de desenvolvimento sustentável implica em reduzir a questão ambiental à adesão da sociedade a valores ambientais, o que resultaria na suposição de que dos valores comuns nasceria o consenso em prol de ideais de desenvolvimento sustentável. Disto advém a interpretação de que não há conflitos ambientais, a não ser na forma de conflitos de valor que, por definição, são provisórios, pois uma vez esclarecidos, os atores tendem a aderir a práticas de sustentabilidade ambiental (BARBANTI JR., 2002). O autor (2002, p.4) também aponta que

> Trabalhos acadêmicos desta natureza contribuíram para que no Brasil a teoria e a prática do desenvolvimento sustentável não tenha abordado até o momento, com a ênfase necessária, a questão de conflitos sociais – tanto aqueles que já existem na sociedade como aqueles que de alguma maneira são "colocados em movimento" pela introdução de práticas de sustentabilidade. No momento, entretanto, existe um esforço de incorporação do tema conflito na análise de questões ambientais e na promoção de políticas públicas e projetos ambientais. Apesar de positivo, este esforço tem trazido consigo poucas contribuições teóricas à análise da relação entre promoção do desenvolvimento sustentável e conflitos sociais.

Tendo em conta essas observações críticas, que nos alertam para a constituição de um discurso ambientalista com raízes teóricas e práticas de cunho liberal, e os perigos associados às abordagens que induzem a ecologização ou a biologização da Física, entendemos ser interessante investir na possibilidade de abordar os temas controversos como um caminho metodológico para as práticas de ensino de Ciências Naturais.

Os temas controversos possibilitam o atendimento daquilo que Leff (2002) destaca como essencial para a emergência da complexidade e do saber ambiental, ou seja, a abordagem das subjetividades, das incertezas, dos conflitos, dos valores, dos questionamentos metafísicos e políticos nas nossas reflexões sobre o conhecimento e suas diferentes formas de aplicação.

A abordagem dos temas controversos e, mais especificamente, dos conflitos socioambientais em nossas atividades pedagógicas, traduz-se numa tentativa de evitar abordagens ingênuas da temática ambiental.

É comum em algumas abordagens científicas da temática ambiental enfatizar-se um discurso politicamente pragmático, em que se explicita a dimensão econômica e tecnológica da realidade. Nestes discursos enfatiza-se que a Tecnologia e a economia de mercado são capazes de liderar o processo de reversão da degradação ambiental, através da introdução de tecnologias limpas e do incentivo à utilização de processos de produção e consumo ecologicamente corretos, sem questionar os limites desse potencial. Isto é, embora a Tecnologia possa contribuir com a preservação dos ambientes naturais, ela não atua isoladamente sem o concurso de outras mudanças econômicas, políticas e culturais.

Assim, quando refletimos sobre a possibilidade de contextualizar o ensino de Física a partir de aspectos da temática ambiental, consideramos pertinente afastar-nos destas tendências que assumem algumas proposições com raízes teóricas e práticas de cunho eminentemente liberal.

Neste sentido, entendemos que as controvérsias relacionadas com as implicações sociais e ambientais da Ciência e da Tecnologia apresentam um grande potencial para explicitarmos a complexidade inerente à realidade. É ainda por meio dos nossos esforços de compreender e apreender o real complexo que se faz necessário o diálogo de saberes.

Os temas controversos vistos como um princípio metodológico para as práticas educativas, podem ser considerados como significativos para explicitarmos a complexidade do mundo. Essas controvérsias possibilitam a emergência de outros saberes em nossas práticas e abre caminho para a inclusão das subjetividades em nossos sistemas explicativos.

Os temas controversos possibilitam afastarmo-nos dos conceitos de harmonia, verdade absoluta, totalidade, determinismo, universo mecânico e neutralidade, normalmente presentes no discurso científico. Eles induzem o pensamento crítico, ao retomar os questionamentos direcionados para a visão de mundo moderna e solicitam o diálogo entre diferentes formas de saber. As controvérsias podem ser desencadeadas por diferentes motivos, mas elas essencialmente envolvem pontos de vista diferenciados em relação a determinado tema. Desse modo, falamos em controvérsias quando um determinado tema suscita nos atores sociais diferentes posicionamentos políticos, sensibilidades éticas e estéticas ou diferentes maneiras de interpretar uma dada realidade.

Uma determinada controvérsia pode desencadear conflitos que envolvem diferentes atores sociais: indivíduos, Estados, empresas e outros grupos organizados da sociedade na disputa pela hegemonia de idéias, pela utilização da mesma base comum de recursos naturais, pela utilização de determinado espaço físico ou pela prevalência de determinado sistema doutrinário político, religioso, filosófico, econômico e científico.

Sendo assim, podemos considerar os conflitos socioambientais como formas de conflitos que se relacionam com interesses individuais e coletivos diversos para diferentes atores ou setores sociais, envolvendo a relação entre a natureza e a sociedade. Assim, travam-se, em torno de conflitos socioambientais, confrontos entre atores sociais que defendem diferentes lógicas para a gestão dos bens coletivos de uso comum, seguindo lógicas próprias a cada um deles.

No caso específico desse trabalho, o que se constitui como problema para pesquisa é a incorporação em sala de aula de controvérsias diretamente relacionadas com os impactos diretos e indiretos da Ciência e da Tecnologia sobre a sociedade e o meio ambiente, de modo que podemos denominá-las de controvérsias científicas e socioambientais.

Essas controvérsias também podem estar diretamente relacionadas com as incertezas inerentes ao próprio processo de modelação e idealização da realidade pela atividade científica. Neste caso, consideramos que programas de pesquisa disputam a hegemonia pela explicação de uma determinada realidade, situação que envolve disputas políticas e econômicas de grande peso na decisão dos rumos da sociedade. Um bom exemplo deste tipo de controvérsia está relacionado com as incertezas relativas às teorias que procuram explicar os principais fatores que produzem o aquecimento global.

A exploração das controvérsias científicas e socioambientais em atividades educativas possibilita ao professor apresentar uma atividade científica distante da neutralidade, das verdades absolutas ou das lógicas unitárias.

Atividades educativas que exploram temas controversos envolvem necessariamente aspectos éticos, ideológicos, sociais e ambientais (WELLINGTON, 1986, BRIDGES, 1986). Neste caso, Levinson (2002) chama a atenção para a consideração das limitações da Ciência em questões que envolvem sua aplicação em processos industriais, sociais e ambientais, daí a importância do trabalho com a dimensão dos valores.

Outros autores (BRIDGES, 1986, WELLIGTON, 1986, GAYFORD, 2002, LEVISON, 2002, SILVA; CARVALHO, 2002 a, 2002 b; 2004; 2006; REIS, 2004) destacam que um trabalho educativo com temas controversos chama a atenção para aspectos normalmente distantes das salas de aula, tais como incertezas, complexidades, análise de riscos sociais e ambientais associados à Ciência e suas aplicações e dilemas éticos e religiosos.

Entretanto, embora a Ciência seja uma arena natural para explorar as controvérsias, percebemos que estes temas não são necessariamente incorporados nos currículos de Ciências Naturais e nos planos de ensino dos professores. Vários obstáculos impedem ou dificultam o desenvolvimento de atividades que enfatizem a relação entre temas controversos e o processo de produção e aplicação do conhecimento científico. Entre esses aspectos podemos citar a tradição escolar de considerar um monismo metodológico e racional na Ciência, fato que leva à concepção de que a Ciência é detentora de verdades universais e totalizantes, portanto livre das controvérsias e dos conflitos inerentes ao pluralismo de opiniões e métodos.

Apresentar a Física e as ciências em geral a partir de sua face menos polêmica e ambígua, ou seja, exatamente pela face da precisão, da certeza, da inexistência de conflitos, foi e continua sendo extremamente conveniente para o projeto de "inculcação" da Ciência como processo de legitimação de uma certa forma de poder.

Não há espaço para conflitos quando é fornecida a idéia de soluções únicas e verdadeiras para os problemas propostos. Para Lopes (1999, p.52)

> Essa unidade que busca evitar o conflito parece-nos, à primeira vista, garantidora de paz e consenso. Contudo em nome de uma dada concepção de mundo é que se exerceu e vem se exercendo no mundo a violência, o autoritarismo. Em nome dessa razão única, da lógica que atende aos interesses das classes dominantes, é que se justificam a miséria e a barbárie.

Além disso, a urgência em cumprir todo o conteúdo curricular (REIS, 2002), a dificuldade em tratar aspectos não científicos em aulas de Ciências Naturais (GAYFORD, 2002), as concepções de conhecimento que os professores possuem (REIS, 2004) e o tipo de

formação que adquiriram na escola básica e superior são outros fatores que impedem a discussão de temas controversos nas atividades de ensino de Ciências Naturais.

Gayford (2002) aponta que o trabalho com temas controversos exige dos professores não só um novo entendimento do processo científico, mas a possibilidade de novos entendimentos do que seja importante levar para a sala de aula em termos de conteúdos. Entre os desafios apresentados, o autor destaca a natureza controversa do tema, a desvinculação do tema de uma seqüência e uma divisão tradicional de tópicos e conteúdos e os importantes aspectos não científicos que devem ser considerados na discussão da solução do problema.

Na Inglaterra, segundo Levinson (2001), o currículo nacional reconhece que os tópicos controversos das ciências estão intimamente ligados ao ensino de uma Ciência mais próxima do real. Porém, raramente algumas das controvérsias das ciências são trabalhadas em uma situação de ensino e aprendizagem numa sala de aula. No Brasil, a situação é bem semelhante, tendo em vista que são raras as situações nas quais os professores desenvolvem atividades educativas com temas controversos.

A exploração dos temas controversos estimula e convida os estudantes ao desenvolvimento do pensamento crítico, à independência intelectual, à tomada de partido perante as incertezas, a expressar as opiniões mediante a explicitação de toda sorte de saberes e dos conhecimentos sistematizados. Neste sentido, a consideração dessas temáticas em atividades de ensino que abordam a temática ambiental incentiva e possibilita o diálogo entre os saberes e os conhecimentos, fundamentalmente pela necessidade da emergência dos valores, do reconhecimento e da construção de um processo de hibridização entre as Ciências Naturais, a Tecnologia e os saberes populares.

As controvérsias científicas e socioambientais trabalham a favor da construção da complexidade ambiental ao reconhecer a outridade e os sentidos culturais diferenciados em um processo que incorpora os saberes particulares a partir de suas identidades e diferenças. Esta temática possibilita aos estudantes desconstruírem o já pensado para reconstruí-lo a partir de suas individualidades culturais, espirituais, políticas, éticas e estéticas. Tal qual a complexidade ambiental, ela implica

> [...] uma desconstrução do pensamento disciplinar, simplificador, unitário. Pressupõe um debate permanente perante categorias e formas de pensamento que foram forjadas em formas do ser e do conhecer moldadas por um pensamento unidimensional, que reduziu a complexidade para ajustá-la a racionalidades totalitárias que nos remetem a uma vontade de unidade, homogeneidade e globalização. Implica a desconstrução de certezas insustentáveis e a aventura de novos sentidos do ser. (LEFF, 2002, p. 221).

De maneira análoga à pedagogia da complexidade ambiental (LEFF, 2002), podemos indicar que a abordagem das controvérsias científicas e socioambientais não implica um conformismo diante das incertezas. Diferentemente, esta abordagem induz a construção criativa de saídas perante o não-pensado, a emergência de uma ética renovada pelos novos problemas, a racionalização conjugada com valores e a reconstrução da relação do homem com a natureza. Elas estão condizentes com a emergência de uma nova educação, que se nutre dos mesmos princípios colocados por Leff (2002, p. 219), ou seja, uma educação que deve

> [...] preparar as novas gerações não apenas para que aceitem a incerteza (uma educação como preparação em face do desastre ecológico e como criação de capacidades de resposta diante do imprevisto); ela deve preparar também novas mentalidades, capazes de compreender as complexas inter-relações entre processos objetivos e subjetivos que constituem seus mundos de vida, para gerar habilidades inovadoras tendo em vista a construção do inédito. Trata-se de uma educação que permite que os indivíduos se preparem para a construção de uma nova racionalidade; não para uma cultura de desesperança e alienação, mas, pelo contrário, para um processo de emancipação que permita o surgimento de novas formas de reapropriação do mundo.

O aprofundamento teórico dessas questões nos possibilita questionar de forma mais ampla o significado das nossas teorias e práticas educativas que consideram o conhecimento científico enquanto produto/ processo da atividade cultural humana e, portanto, passível de ser difundido para todos os cidadãos.

Nesses termos, um dos grandes desafios da escola é o de compreender a multiplicidade da cultura e dos conhecimentos que nela estão presentes. Nesse sentido, Lopes (1999) nos chama a atenção para a especificidade da educação escolar no trato do conhecimento sistematizado. A partir da interpretação pluralista e descontinuísta do conhecimento, a autora interpreta a existência de um conhecimento escolar embasado em diferentes formas de saber, sobretudo o conhecimento científico e conhecimento cotidiano.

De acordo com Lopes (1999), o processo de constituição do conhecimento escolar se dá mediante o embate entre os diferentes saberes produzidos socialmente. O conhecimento escolar ora afirma um dado saber, ora nega-o, ora contribui para sua construção.

A autora ainda sugere que o conhecimento escolar tanto se propõe a fornecer aos alunos o conhecimento científico, quanto o conhecimento cotidiano de uma sociedade. É justamente da relação contraditória entre essas instâncias de conhecimentos distintos que advém a complexidade da definição de conhecimento escolar.

A partir dessa interpretação do conhecimento escolar, e aceitando a adoção dos temas controversos enquanto princípio metodológico para as práticas de ensino de Ciências Naturais, abrimos espaço para aspectos normalmente distantes das salas de aula, tais como incertezas, complexidades, análise de riscos sociais e ambientais associados às Ciências Naturais e suas aplicações e dilemas éticos e religiosos.

É justamente a partir dessa erupção de subjetividades, de valores e posicionamentos políticos e econômicos que surge a necessidade do diálogo de saberes. E, nesse caso, o nosso grande desafio, como professores que trabalham com conteúdos das Ciências Naturais, está justamente na possibilidade de abordamos questões subjetivas, valorativas e políticas em nossas atividades de ensino. Nosso desafio é, portanto, construir o diálogo entre os saberes.

As possíveis relações entre conhecimento escolar, conhecimento científico, senso comum e cotidiano e a forma como a Física tem sido trabalhada na escola hoje nos instigaram a olhar para os dados coletados junto aos futuros professores de Física com as seguintes interrogações: qual o significado de conhecimento para nossas práticas de ensino de Ciências Naturais? Quais são as características do conhecimento que é difundido na escola? Em que aspectos esse conhecimento se aproxima e/ou se afasta da natureza do conhecimento científico? Com que tipo de conhecimento um professor de Física trabalha na escola? É o conhecimento científico produzido na academia? Ou será uma simplificação desse mesmo conhecimento? Há alguma particularidade intrínseca ao conhecimento produzido/ transmitido na escola? Como se dá nossa relação com o conhecimento ao considerarmos as importantes questões colocadas pelo movimento ambientalista, especialmente a necessidade de considerarmos as diferentes dimensões das controvérsias socioambientais?

2.4 Considerações sobre o capítulo

Nesse capítulo procuramos apontar que a crise ambiental é um aspecto da crise da visão de mundo moderna. A partir dessa idéia, consideramos que a temática ambiental traz questionamentos importantes quanto aos padrões de organização da sociedade e quanto aos padrões de relação natureza-sociedade. Tendo em conta essas considerações, discutimos algumas implicações do ideário ambientalista para o ensino de Ciências Naturais, notadamente para o ensino de Física.

A visão de mundo moderna surgiu a partir de um lento e complexo processo vivenciado durante alguns séculos na Europa. Nesse sentido, indicamos três movimentos

culturais - Renascimento, Reforma e Ciência Moderna – que engendraram as principais idéias que deram origem à visão de mundo moderna.

A nova visão de mundo surgida na modernidade fundou uma nova forma de relacionamento do ser humano consigo mesmo e com a natureza. O Homem passa a ser a medida de si mesmo e, assim sendo, passa a desautorizar toda e qualquer forma de autoridade transcendental. Essa energia libertadora do movimento moderno triunfa sobre as autoridades tradicionais e os temores invocados por uma natureza inóspita e intocável. No entanto, na medida em que essa visão triunfa, passam a abundar os sinais de seu esgotamento.

A racionalidade moderna é sublime ao proporcionar ao ser humano a liberdade de conhecer por si mesmo; contudo ela é temível quando está presente nos métodos de organização de trabalho transgressores da autonomia do trabalhador e os submetem a complexos processos de dependência e obediência. As idéias de liberdade e autonomia, baluartes do triunfo iluminista, sucumbem frente ao irresistível apelo das superestruturas comerciais e políticas que definem os rumos da sociedade.

Além disso, a partir da modernidade passamos a construir uma outra relação com a natureza. Ela passa a ser desprovida de essências divinas e/ou mágicas e se torna objeto de dominação. Essa natureza objetivada abre caminho para toda e qualquer forma de intervenção das sociedades industrializadas, que gera produtos em fartura e desconhece qualquer limite de produção.

Esses apontamentos indicam que a crise ambiental, que ora nos assola, deve ser compreendida a partir de um questionamento do nosso conhecimento sobre o mundo. Nesse sentido, podemos dizer que os problemas ambientais estão intimamente relacionados com os problemas do conhecimento, ou seja, "o risco ecológico questiona o conhecimento do mundo" (Leff, 2002, p.191).

Elaborações como as de Leff (2002) chamam a nossa atenção para as crenças enraizadas em relação à Ciência e à Tecnologia. Estas idéias nos levam, certamente, a questionar os significados que atribuímos à produção do conhecimento científico. Nesse caso, podemos dizer que a temática ambiental, da forma como a compreendemos, define-se pelo tratamento, ou seja, pela maneira como o tema ambiental é colocado e pensado. A partir dessa perspectiva entendemos que as indagações relacionadas com esta temática só podem ser respondidas a partir de algumas análises críticas sobre nossos padrões históricos de organização social e padrões de organização sociedade - natureza. Essas reflexões revestem-se de grande significado para nossas práticas sociais, oferecendo, de modo especial,

elementos relevantes a serem considerados em nossas práticas educativas e, de forma específica, para as nossas práticas relacionadas com o ensino das Ciências Naturais.

Tendo em vista o tratamento que damos para a compreensão da crise ambiental, e considerando as implicações do ideário ambientalista para o ensino de Ciências Naturais, admitimos que um dos possíveis caminhos para o tratamento da temática ambiental em aulas de Física está na exploração de temas controversos. Esses temas oferecem a oportunidade de propiciarmos um ambiente de discussão nessas aulas, situações em que os estudantes possam refletir, por exemplo, sobre a natureza complexa da temática ambiental e do conhecimento produzido pela Física.

Nesse sentido, considerando o potencial pedagógico e o potencial para a discussão sobre o significado de conhecimento, produzido a partir de diferentes perspectivas, a nossa proposta é a de que os temas controversos passem a ser vistos como um princípio metodológico para o desenvolvimento de nossas práticas pedagógicas. Isto significa tomar a controvérsia como uma idéia-chave para organizar e orientar metodologicamente o trabalho do professor em sala de aula.

Conforme apontamos ao longo do trabalho, no caso do Ensino da Física nos interessa de forma particular aqueles temas controversos diretamente relacionados com as implicações diretas e indiretas da Ciência e das Tecnociências sobre a sociedade e o meio ambiente. Tais implicações acabam por gerar controvérsias que envolvem uma dimensão científica, social e ambiental, identificadas como controvérsias sócio-ambientais. Além disso, consideramos também relevantes aquelas controvérsias geradas no âmbito interno da Ciência e que articulam, de alguma maneira, aspectos relacionados à sociedade e ao meio ambiente.

Importa-nos, sobretudo, construir um ambiente educacional propício para tratar aspectos da temática ambiental em aulas de Física, propiciando um espaço para discussão de alguns questionamentos colocados pelo movimento ambientalista. O tratamento da questão ambiental através dos temas controversos possibilita a discussão de aspectos do processo científico, além de suscitar um ambiente em que possa emergir o diálogo com conhecimentos de outras naturezas em sala de aula como, por exemplo, os de natureza ética.

Com a exploração dos temas controversos também visamos a possibilidade de construir atividades de ensino que apresentam uma Ciência que não é neutra, que não possui verdades absolutas ou lógicas unitárias. Estas atividades envolvem necessariamente aspectos éticos, ideológicos, sociais e ambientais. No caso do Ensino de Física, embora a tendência, como já mencionamos, seja a de enfatizar aspectos conceituais da Ciência, são muitas as

possibilidades de se incorporar temas controversos ou conflituosos em sala de aula que poderiam explorar aspectos instigantes da atividade científica e contribuir para a construção de competências significativas no processo de alfabetização científica e na construção do ideal de cidadania.

A partir desses entendimentos sobre a emergência da temática ambiental e suas implicações para o ensino de Física, passamos a analisar os conhecimentos mobilizados pelos futuros professores de Física em práticas de ensino que solicitam deles um trabalho com aspectos da temática ambiental.

3 A Física como Ciência e o conhecimento escolar: as experiências formativas e as práticas pedagógicas

Os processos de ensino-aprendizagem que ocorrem em sala de aula, de forma específica nas aulas de Ciências Naturais, são acontecimentos complexos. Esses eventos estão diretamente influenciados por uma variedade de elementos como, por exemplo, o significado que atribuímos à natureza do conhecimento científico[8]. Assim, o que compreendemos por Ciência, como esse tipo de conhecimento se estrutura, como os cientistas trabalham, como a sociedade influencia e é influenciada pela atividade científica são elementos fundamentais para entendermos o que ocorre numa aula de ensino de Física.

Carvalho (1998) aponta que a visão do professor de Ciências Naturais sobre a natureza da Ciência vai sendo elaborada e construída ao longo do seu processo escolar, durante as várias experiências que ele vivencia nas disciplinas do ensino básico e, principalmente, durante o ensino superior. Ainda segundo o autor, ao final desse processo, o professor passa a acreditar que a visão sobre as Ciências Naturais que ele construiu no seu processo formativo escolar é perfeitamente compatível com a própria natureza da Ciência.

Todavia, mesmo na universidade, local que historicamente vem almejando a exclusividade da produção do conhecimento, são raras e limitadas as experiências de produção de conhecimento científico vivenciadas pelos futuros professores. Ao contrário, as experiências dos futuros professores se voltam freqüentemente para a apresentação do produto final da Ciência. Ainda segundo Carvalho

> As disciplinas dos cursos nas áreas das ciências naturais, de maneira geral, colocam muita ênfase no seu conteúdo específico e dão pouca atenção à origem ou aplicação deste conhecimento. Além disso, os alunos têm poucas oportunidades para desenvolver uma compreensão integrada dos diferentes conhecimentos com os quais entram em contato. Os professores não são encorajados a participar de cursos de história, filosofia ou sociologia da Ciência. (CARVALHO, 1998, p. 20)

Segundo Reis (2004), vários estudos indicam que os cursos de formação inicial de professores em vários países não valorizam nem proporcionam os conhecimentos necessários ao ensino da natureza da Ciência. Esses cursos centram seu trabalho na aquisição dos produtos finais da atividade científica, ignorando seu processo de produção.

Diante desse quadro, Carvalho (1998) indica que muitas pesquisas têm apontado para o fato de que as concepções dos professores em relação à natureza da Ciência se voltam para uma visão muito rígida de Ciência, ou seja, uma atividade exata, infalível e dogmática. Para Nascimento (2003), a maioria dos professores de Ciências Naturais concebe a atividade científica como neutra, objetiva, caracterizada como produto acabado, como atividade independente das condições histórias e sociais e como algo imutável. O conhecimento é visto como existindo no mundo, sendo que o trabalho do cientista consiste em "des-cobrir" a verdade por trás das aparências enganosas dos primeiros sentidos. A linguagem das Ciências da Natureza é vista como sendo, por excelência, a linguagem matemática que, nesse caso, nos afastaria das interpretações enganosas das subjetividades.

Além disso, alguns estudos (CARVALHO, 1998; NASCIMENTO, 2003; REIS, 2004) têm indicado que há uma relação entre a visão dos professores sobre a natureza do conhecimento científico e sua visão sobre o ensino de Ciências Naturais. Ou seja, as experiências formativas escolares vivenciadas pelos professores acabam por influenciar as suas concepções sobre o ensino de Ciências Naturais.

Em relação ao ensino de Física, conforme já indicamos no item 2.2.1, a visão mais tradicional é a de que a formação técnica e conceitual deve ser privilegiada em qualquer situação. Segundo Pietrocola (2001), o ensino de Física, na sua versão mais tradicional, estabelece poucas relações com o mundo real e vincula-se exclusivamente ao mundo escolar. Nesta perspectiva, Reis (2004) destaca que o ensino de Ciências Naturais não capacita os estudantes para a aplicação do conhecimento científico em contextos reais e, além disso, contribui para cristalizar a idéia de que o conhecimento científico aprendido na escola média não possui qualquer valor fora do contexto escolar ou que somente tem sentido se for direcionado para a realização de exames de admissão em cursos de ensino superior.

De modo mais específico, critica-se de forma sistemática o ensino mais tradicional da Física, ou seja, a idéia de que o estudo da Física se reduz ao exame exaustivo de conceitos desvinculados do seu processo de produção, um ensino baseado exclusivamente na linguagem matemática e que apresenta apenas o produto final da atividade científica. Nesse sentido, e de forma sintética, Megid Neto e Pacheco (1998) afirmam que o ensino tradicional de Física é calcado na transmissão de informações que são desvinculadas da realidade. Além disso, esse ensino dá-se através de aulas quase sempre expositivas, ausentes de atividades experimentais

[8] A natureza da Ciência envolve, entre tantos outros aspectos, um estudo crítico em relação à Ciência e seus produtos. Nesse sentido, ela compreende o estudo de seus objetivos, do contexto sócio-histórico da sua construção, das características filosóficas e sociais desse conhecimento e do seu papel na sociedade.

e orientado pelo uso indiscriminado de manuais didáticos que privilegiam a resolução excessiva de exercícios puramente "memorísticos" e algébricos. Enfim, "[...] um ensino que apresenta a Física como uma Ciência compartimentada, segmentada, pronta, acabada, imutável." (MEGID NETO; PACHECO, 1998, p.5).

Tendo por base essas considerações iniciais, pretendemos apresentar nesse capítulo os dados que indicam a visão dos futuros professores de Física em relação ao conhecimento científico sistematizado pela Física. Além disso, procuraremos estabelecer algumas relações com a finalidade de compreender de que maneira essa visão de Ciência se relaciona com sua visão sobre o ensino de Física. Nesses termos, podemos apresentar duas questões que orientam o desenvolvimento desse capítulo: qual é a compreensão dos futuros professores em relação ao conhecimento sistematizado pela Física? Qual é a visão dos futuros professores em relação ao ensino de Física?

3.1 Conhecimento em Física e em ensino de Física: o processo formativo do futuro professor de Física

Como já explicitado no capítulo referente à metodologia deste trabalho, realizamos uma intervenção planejada junto às disciplinas de Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I e II. Durante a análise dos dados, chamou nossa atenção o fato de que havia algumas informações que indicavam certa correspondência entre o processo vivenciado pelos futuros professores de Física na escola, durante a sua formação, e o que eles entendiam por conhecimento em Física e ensino de Física.

Em uma atividade escrita (Anexo H) realizada na Prática de Ensino II, proposta após a entrega da primeira versão do plano de ensino, solicitamos aos estagiários que avaliassem a adequação de seus planos em relação às principais tendências para o ensino de Física indicadas nos documentos oficiais.

Ao analisar os dados, observamos que um dos estagiários, Francisco, revela que adequar seu plano de ensino às mais novas tendências para o ensino de Física é algo trabalhoso, pois exige tempo e esforço. Além disso, o futuro professor indica que a formação que recebeu na universidade acaba tendo uma influência decisiva em relação àquilo que compreende por ensino de Física:

> Nadar contra a correnteza é mais difícil do que a favor, exige muito tempo e dedicação e talvez as pessoas não estejam tão dispostas a isto, seja por

> desmotivação financeira ou por qualquer outro motivo. Encontro uma certa dificuldade em relacionar o conhecimento adquirido na universidade com a realidade do ensino médio e dos alunos. Talvez porque o método de ensino na própria universidade (a maioria dos professores) seja o tradicional, isto é, fórmulas, conceitos jogados e memorização de exercícios. (Francisco – grifo nosso).

Na mesma atividade, uma outra estagiária, Carolina, também menciona aspectos da sua formação escolar que influenciam de maneira decisiva sua visão sobre o ensino de Física. Para Carolina,

> [...] o tempo que temos contato com os alunos é pouco [sic] (Se fossem dadas todas as aulas seriam 4) e ao fazer o planejamento fica difícil "dosar" os conteúdos, as fórmulas e ainda ter que relacionar outros aspectos. A impressão que tenho é que em minha aula acaba faltando a "Física" pois acabo enfatizando outros aspectos. Pode ser impressão, pois estou tão acostumada com as aulas conceituais e fórmulas que parece que está faltando a "Física" na sala de aula, e talvez por este mesmo motivo seja tão difícil sair da Física carregada de fórmulas para a Física do dia-a-dia. (Carolina – grifo nosso).

Para a estagiária, sua formação é tão amplamente baseada em aspectos conceituais que os trabalhos de outra natureza parecem não pertencer ao campo de conhecimento em Física.

Nesse sentido, vale apontar que Lopes (1999) indica que quanto mais tradicional o campo de referência do conhecimento, maior é o peso dos fatores internos de influência da organização disciplinar. Por fatores internos a autora entende, entre outros, os critérios epistemológicos, os organizacionais da sociedade científica de referência e o de política editorial na área.

Em outro momento da disciplina Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física II, realizamos entrevistas com os oito grupos de estagiários que haviam realizado atividades de ensino na escola média. Conforme já relatamos no primeiro capítulo, analisamos os dados obtidos com os três grupos que efetivamente abordaram outros aspectos da realidade em suas práticas de ensino, notadamente os da temática ambiental.

Durante a entrevista a estagiária Carolina se queixa constantemente do fato de não ter abordado devidamente os conteúdos tradicionais da Física em seu mini-curso. A estagiária indica, em mais de uma oportunidade, que desejava ter explorado mais intensamente os aspectos conceituais da Física em suas atividades de ensino.

Com a finalidade de obter mais informações sobre a origem dos posicionamentos dos estagiários em relação à possibilidade de trabalhos com outros aspectos da realidade, solicitamos durante a entrevista que eles descrevessem brevemente o processo de formação

que haviam vivido na escola. De modo especial, solicitamos que eles relatassem se haviam tido oportunidades de participar de experiências de ensino nas quais haviam sido abordados outros aspectos da realidade em aulas de Ciências Naturais. Caso contrário, perguntamos se eles haviam sentido falta de um processo educativo dessa natureza,

> **Carolina:** - Então, quando eu era aluna eu não sentia problema, eu não sentia falta, porque a minha visão era passar no vestibular. Então para mim estava tudo ótimo. Eu estudei em uma escola particular e estava satisfeita com o que estava vendo. E agora, o que eles (estudantes do nível médio) esperam? Eu acredito que eles esperam que a Física não fique só voltada para os aspectos conceituais. Eu tenho certeza disso, sabe. Ensinar Física somente a partir de fórmulas e não ter uma contextualização... mas para mim isso é difícil! Eu tenho dificuldades com isso [...].

Podemos observar que Carolina possui uma formação, desde a escola básica, que privilegia o trabalho mais voltado para os aspectos conceituais da Física. Essa formação orienta de tal forma sua visão de ensino que ela se incomoda com a perspectiva da possibilidade de realizar trabalhos educativos com outros aspectos da realidade, mesmo entendendo a possível relevância de práticas dessa natureza.

Em relação ao seu processo formativo, Carlos indica possuir uma formação básica e acadêmica muito próxima à de Carolina. Entretanto, o estagiário sugere que outros aspectos também foram relevantes para sua formação,

> **Carlos: -** Olha a respeito do que a Carolina falou. Eu já não tenho essas dificuldades. Eu também estudei numa escola particular o tempo todo. Quando fui aluno em uma escola particular, eu também estava igual a Carolina, ou seja, preocupado em passar no vestibular...só que eu corri atrás de outras informações como, por exemplo, entender o funcionamento das coisas..

Todavia, mesmo considerando algumas particularidades pessoais entre os estagiários, ao que tudo indica, eles vivenciaram processos educativos muito parecidos no ensino médio. Em outro momento da entrevista, Carlos reforça essa idéia ao afirmar que

> **Carlos: -** Eu estou ensinando a Física como eu acho que é importante e não estou dando uma pincelada em todas as áreas da Física, coisa que senti foi feito [sic] no meu colegial. Nosso colegial era dividido em exatas e humanas. Eu já sabia que queria exatas e fiquei nessa área. Eu tinha todas as disciplinas que o MEC (Ministério da Educação e Cultura) exige, só que a partir daí a matemática se subdividiu em 10 ramos, a Física se subdividiu em 6 ramos. Bom, o que aconteceu é que as outras disciplinas não eram deixadas de ser dadas[sic], só que havia uma grande ênfase nas disciplinas de exatas. Eu tive tudo! Tudo o que tinha no livro eu estudei! Mas só

> fazíamos contas. Eu estava pronto para fazer o vestibular da FUVEST, mas se tivesse que relacionar não saberia. Se eu tivesse que raciocinar, se tivesse que utilizar o conhecimento eu não saberia. Eu não quero isso para meu aluno! Eu quero que ele saiba a conta, é muito importante para as exatas e muito importante para Física. A matemática é uma linguagem excelente, mas não deixa de ser uma linguagem, só que uma linguagem universal [...] A Física não é isso! Ela é uma coisa muito mais ampla do que isso. A Física é muito mais filosófica. Ela surge junto com a filosofia, não é?

Não há como negar a importância de uma formação que contemple uma sólida abordagem conceitual da Física. Por outro lado, no caso específico do futuro professor, entende-se que há a necessidade de uma formação que também contemple outros aspectos da realidade, sobretudo aqueles que possibilitem ao futuro professor realizar uma crítica ao processo de construção do conhecimento científico e aos importantes impactos sociais e ambientais provocados pela Ciência e Tecnologia.

Ainda sobre este tema, em entrevista com o grupo 04, o estagiário Douglas reforça a percepção de que era difícil se desvencilhar de um esquema assimilado durante anos a fio, que inclui também a etapa de formação obtida no ensino médio,

> **Professor:** - E a sensação de vocês quanto a isso?
> **Douglas:** - Bom, no começo eu achei muito estranho. Eu cresci... quer dizer, a minha formação foi baseada em exercícios, fórmulas e tudo mais.
> **Professor:** - Exercícios mais baseados em linguagem matemática?
> **Douglas:** - É fórmula matemática. Sabe, decorar fórmulas e coisas do tipo. Agora eu entrei na faculdade e vi que está mudando, que tem que trabalhar esses outros aspectos. E ai eu mesmo fui trabalhar e senti uma diferença. Puxa eu estou dando uma aula de Física, estamos falando de Física, mas não estou falando sobre conta aqui! Que estranho, né? Mas eu acho que isto é devido a minha formação, né? Mas eu achei bem interessante.

Na entrevista com o grupo 01, o estagiário Alberto também aponta algo muito semelhante em relação a formação obtida no ensino médio,

> **Alberto: -** Uma coisa assim que a gente comentou um pouco são as dificuldades de mudar o esquema que a gente aprendeu. A gente vai aprendendo do jeito que é dado, aquela coisa, só conceitos.

Alberto também argumenta, na mesma entrevista, que possui algumas dificuldades em abordar outros aspectos da realidade em suas práticas de ensino de Física. O estagiário fornece indícios de que parte dessa situação se deve a um processo formativo que privilegiou um trabalho mais voltado para a discussão de aspectos técnicos e conceituais da Física,

> **Alberto: -** [...] eu acho que este tipo de trabalho tinha que ser feito. Mas tem aquela coisa, a gente não está acostumado, pelo menos eu, não foi o jeito que aprendi. Sempre foi apresentado aquela coisa tradicional mesmo. [sic] Então é isso o que eu acho. Isso é uma coisa que eu acho legal, uma coisa que eu acho que tem que ser feita, mas é difícil você se acostumar com a idéia de fazer isto.

A entrevista que realizamos com o grupo 04 reforça ainda mais, em todos os aspectos, nossa análise a este respeito, ou seja, a de que os futuros professores de Física passaram por um processo formativo na escola que influencia a visão que eles possuem sobre Física e o ensino de Física. Daniel afirma que quando estava no ensino médio "[...] fazia conta e ficava feliz porque ia bem na prova [...]". Além disso, ele também aponta que:

> **Daniel:** - A princípio eu acharia que o aluno está gostando de trabalhar estes outros aspectos da realidade porque está fugindo das contas, mas agora acho que depende de cada aluno. O Douglas quando estava no colegial falava que queria saber os porquês das coisas. Eu quando estava no colegial não tinha muito essa visão. O professor passava e eu aceitava. Fazia conta e ficava feliz porque ia bem na prova, mas eu acho que depende de cada um.

Notamos ainda que para o estagiário, o trabalho educativo com outros aspectos da realidade como, por exemplo, os da temática ambiental, significa, a princípio, livrar o estudante do intenso trabalho educativo com os conceitos básicos da Física. Para ele, o trabalho educativo com aspectos da temática ambiental acaba premiando os estudantes menos aptos em Física e Matemática.

Daniel relata que, para ele, ensinar Física significa utilizar intensamente conceitos físicos traduzidos em linguagem matemática. Ele aponta que esta foi a abordagem de ensino com que mais tomou contato desde os níveis mais básicos da educação, sendo mais intensamente realizada durante seu processo de formação no curso de Física da universidade. Nesse sentido, o ensino de Física era visto, para o estagiário, como um conhecimento condizente com o propósito de formar especialistas, um conhecimento diferente do científico apenas no que tange ao grau de sofisticação matemática e conceitual.

Outro estagiário, Douglas, também confirma o fato de ter vivenciado experiências educativas na área de Física voltadas quase que exclusivamente para os aspectos mais conceituais.

> **Douglas:** - Então... eu lembro que quando eu estudei no colégio de freiras, apesar de ser muito rígido, eles tinham assim uma...eles eram muito abertos para novas tendências. Assim, eu tinha bastante coisa legal, bastante trabalho. Eu conversava bastante na sala de aula e falava sobre várias coisas.

> O professor de geografia discutia bastante com a gente, o professor de Ciência também gostava de levar assuntos legais, mas não fugia tanto do tradicional. Mas apesar de sempre trabalhar com conta e tudo eu já estava meio preparado psicologicamente para trabalhar dessa maneira (como no mini-curso), uma atividade mais voltada para uma dimensão mais ampla, mais abrangente da realidade. Apesar de eu sempre trabalhar com conta, achava que faltava isso na sala de aula, faltava assim uma... uma aplicação. Lembro que toda vez que o professor colocava alguma conta na lousa, eu levantava a mão e perguntava ao professor - Para que serve isso? Para que serve? Eu não conseguia me conformar em simplesmente ver o professor colocar aquele assunto na lousa. Para mim não fazia sentido, aquele monte de coisa, aquele lance de bloquinho, de carrinho, de homem puxando a corda, e ficava só nisso! Realmente eu achava que fazia falta uma coisa mais demorada. Então eu já vim um pouco preparado para aplicar esse tipo de coisa, apesar de ter dificuldades. Eu acho que por ser uma coisa mais elaborada ela é mais difícil e demanda mais do professor. Ou seja, mais teoria de leitura [sic] e de estar por dentro do que está acontecendo também. É preciso ler um jornal para você não ficar um pouco perdido. Eu lembro até que um garoto lá[9]...esqueci o nome dele agora! Ele fez alguns comentários de leitura que tinha feito e tal. E eu nem tinha visto. Eu não tenho costume de ler jornal.

Mesmo tendo passado por um processo formativo mais tradicional, podemos observar que o estagiário se coloca de maneira mais favorável diante da possibilidade de lidar com outros aspectos da realidade em aulas de Física. Para este futuro professor esta é uma possibilidade de apresentar aos estudantes algumas aplicações do conhecimento científico.

Enfim, ao longo da análise das entrevistas e de outras atividades realizadas pelos estagiários nas disciplinas Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I e II, percebemos que o processo formativo escolar dos componentes do grupo não é tão divergente. Os estagiários que participaram dessa pesquisa vivenciaram um ensino de Física que, em muitos momentos, estava mais voltado para o produto final da Ciência, com uma ênfase excessiva na resolução de exercícios puramente "memorísticos" e algébricos. Enfim, um ensino que tende a apresentar a Física muito mais como uma Ciência compartimentada, segmentada, pronta, acabada, imutável.

3.2 Conhecimento em Física e em ensino de Física: a prática pedagógica dos futuros professores de Física

Conforme já relatamos, utilizamos algumas situações ocorridas durante as disciplinas Prática de Ensino e Estágio Supervisionado I e II para solicitar aos futuros professores

[9] O estagiário está se referindo a um aluno do ensino médio que assistiu a suas aulas do mini-curso.

informações que explicitassem aspectos relativos aos seus entendimentos sobre Física e ensino de Física.

Tendo por objetivo analisar algumas compreensões dos futuros professores de Física em relação ao ensino de Física realizamos, no início de outubro de 2002, uma atividade denominada oficina de ensino (Anexo G).

A oficina de ensino, como procedimento didático, consiste na análise do potencial e das limitações de atividades pedagógicas em termos de objetivos, conteúdos, procedimentos, avaliações e recursos. Na oficina de ensino, o professor simula uma atividade de ensino, definida para uma determinada série de determinado nível. A atividade pode ser realizada individualmente ou em grupo, dependendo de seus objetivos, e após o seu desenvolvimento passa-se à fase de reflexões e críticas sobre a atividade proposta. Essa atividade foi realizada na disciplina Prática de Ensino e Estágio Supervisionado II.

Nessa oficina de ensino, os futuros professores receberam dois textos de ensino retirados de dois diferentes livros didáticos de Física para o ensino médio[10] e um roteiro de trabalho.

Os dois textos, com atividades a eles vinculadas, estão localizados no final de capítulos que trabalham os conteúdos clássicos da termodinâmica. As tarefas propostas a partir desses textos, segundo os próprios autores dos livros, são identificadas como atividades extras ou complementares. Cada texto aborda a temática e os conteúdos da termodinâmica a partir de uma perspectiva mais tradicional do ensino de Física, isto é, volta-se quase que exclusivamente ao produto final da Física (conceitos físicos), desvinculado de um contexto mais amplo e articulado com a realidade.

No texto 01, o autor oferece ao leitor vários dados quantitativos sobre um motor quatro tempos. Além disso, é oferecida aos estudantes, em três linhas, uma série de informações técnicas sobre motores à combustão interna. Ao final, o autor solicita aos discentes a realização de uma tarefa que se resume à resolução de exercícios algébricos de aplicação de fórmulas.

O texto 02, retirado de outro livro e que possui outra autoria, articula alguns elementos conceituais da Física com alguns aspectos sociais e ambientais. O tema abordado neste texto é o Efeito Estufa e a partir dele o autor procura criar, no final de um capítulo que explora aspectos conceituais, um contexto para a aplicação das teorias supostamente aprendidas.

---

[10] O texto 01 foi retirado do livro didático CARRON, W.; GUIMARÃES, O. **Física**: volume único. São Paulo: Moderna, 1999, p.128 (Coleção base).
O texto 02 foi retirado do livro didático SILVA, D.N. **Física***:* volume único. São Paulo: Editora Ática, 2002, p.172-173 (Série Novo Ensino Médio).

Vale destacar novamente que os dois textos aqui apresentados estão colocados no final de capítulos que versam única e exclusivamente sobre aspectos conceituais e técnicos da Física. Também chama a nossa atenção o fato de os dois textos possuírem equívocos em relação a alguns dados conceituais da Física como, por exemplo, confundir o conceito de calor com o conceito de energia[11].

O texto 02 propõe a discussão de alguns aspectos referentes ao fenômeno do aquecimento global. Contudo, faz uma abordagem muito simplificada de um tema rico em controvérsias e complexidades.

O roteiro de trabalho oferecido aos estagiários (Anexo G), estava dividido em duas partes: na primeira, solicitamos aos futuros professores que lessem o texto retirado dos livros didáticos e que realizassem as atividades de ensino propostas; na segunda, convidamos os estagiários a responder um roteiro com 5 perguntas. Nesse roteiro, solicitamos aos futuros professores que realizassem uma análise a respeito da pertinência das atividades educativas propostas nos textos. Nesse caso, eles deveriam levar em conta as atuais tendências do ensino de Física para o nível médio.

De modo especial, em uma das questões, solicitamos aos estagiários uma sugestão sobre outros aspectos que poderiam ser explorados nessas atividades.

Após a coleta dos documentos, realizamos a completa transcrição digital dos dados. Na seqüência realizamos várias leituras daquele material e procuramos agrupar os dados por semelhanças e diferenças, ou seja, agrupar os textos dos estagiários a partir de elementos semelhantes e diferentes quanto a posições, argumentos e/ou opiniões. Dessa forma, procuramos verificar quais eram, segundo os futuros professores de Física, os objetivos e as abordagens propostas naquelas atividades educativas.

Dos quinze futuros professores que participaram desta atividade, verificamos que 14 apontam que o texto 01 aborda os aspectos técnicos e conceituais da Física e que privilegia a linguagem matemática. Exemplo:

> Na atividade (I) não ocorre relação entre conteúdos, sendo apenas tratado o aspecto técnico e matemático. (Elias).
>
> Talvez os autores esperassem que os alunos ao final da atividade 1 tivessem um bom poder de memorização de fórmulas. Entendesse [sic] o conceito físico de energia. Soubesse [sic] trabalhar com conceitos e as grandezas

[11] O calor não é uma forma de energia, mas um mecanismo de troca de energia que ocorre quando sistemas com temperaturas distintas são colocados em contato. Assim, não é correto, por exemplo, falar na conversão de energia cinética em calor, pois deveríamos dizer sobre a transformação de energia cinética em energia interna térmica (DOMÉNECH et al, 2003).

> físicas de energia, calor e força. Além de conhecer o rendimento de motores e o funcionamento da máquina de Carnot. E ainda soubesse [sic] realizar cálculos algébricos [...]. (Daniel).
>
> atividade 1: calcular grandezas físicas através de fórmulas, bem como a análise de seus resultados. Usar conceitos aprendidos para os cálculos acima, como: trabalho e energia; mudança de velocidade que implica em força resultante diferente de zero; a eficiência de uma máquina (sua capacidade de realizar trabalho). (Felipe).
>
> Na atividade 1 O autor visa ensinar vários conceitos físicos, tais como: como funciona um motor; termodinâmica (conceitos); Cinemática; Energia. (Guilherme).

Também destacamos o fato de que, para dois dos estagiários, o primeiro texto didático está mais voltado para o trabalho educativo com aspectos da vida cotidiana.

> A atividade 1 fala sobre motor de gasolina. Foi um texto voltado diretamente para a vida do aluno. É algo plausível, pois afinal os alunos todos já viram um automóvel. (Carolina).
>
> Na atividade 1 o autor espera que os alunos sejam capazes de relacionar grandezas, efetuar cálculos, relacionar os conceitos físicos com o cotidiano. (Alberto).

Para a estagiária Carolina, o texto 01 abre a possibilidade de trabalhos que partam do cotidiano dos estudantes. Vale destacar, nesse momento, que os dados que coletamos ao longo das atividades na disciplina Prática de Ensino I e II indicam que a abordagem do cotidiano é considerada de forma significativa pelos estagiários.

Durante as entrevistas realizadas após o Estágio II, por exemplo, alguns estagiários apontaram que seu interesse pessoal pela Física é movido, desde a formação básica, por uma curiosidade em relação aos fenômenos naturais e à aplicação da Ciência aos aspectos mais cotidianos. Exemplo:

> **Carlos:** - Então, a única coisa que eu senti falta no colegial foi de saber como é que funcionavam algumas coisas. Eu gostaria que meu aluno não sentisse essa falta, por isso busco relacionar sempre. Você já deve ter percebido meu estilo. Eu procuro relacionar sempre com as outras disciplinas, quero mostrar como funciona na vida real, onde aquilo da Física vai ser aplicado e, posteriormente, poderia dar contas e números para eles (estudantes do nível médio) fazerem enunciados mais legais. Assim, visando a vida real, você verifica quanto de energia estaria gastando com o seu corpo para subir a escada de um prédio. Neste caso eu estaria relacionando, não deixaria nem um pouco as contas de lado, mas eu vi isso na prática. Eu vi como é que isso funciona, sabe? Então eu acho que seria interessante você estar sempre mostrando para seu aluno que tem Física aqui nesse ponto visto que você está nesse lugar aqui, passando desse jeito e por esse edifício.

> Depois a gente vai ver a conta, como é que funciona. Não é todo mundo que gosta de contas e não é todo mundo que gosta de explicação. Na verdade tem gente que gosta da parte teórica e eu tenho que agradar um pouquinho os dois lados, né?

Em outro trecho da entrevista, Carlos continua explorando as possibilidades de a Física explicar os fenômenos do cotidiano e apontando algumas de suas aplicações mais imediatas,

> **Carlos:** - Eu não quero que meu aluno saiba tudo que há entre Filosofia e Física, mas quero que ele saiba a praticidade daquilo, onde ele vai encontrar, onde está determinada coisa. Eu acho importante esta contextualização com as outras disciplinas... Não vou querer entrar em questões biológicas, porque o olho funciona desta forma, mas vou perguntar onde está a Física neste olho... Por exemplo, uma questão: Como é que funciona a formação da imagem? Como é que a imagem varia: invertida, direita e etc na retina e por quê? [...] Onde está a distância focal do míope? Eu faria isso baseado em contas também, mas teria que abrir um leque muito mais amplo para que o aluno soubesse explorar, na vida real.

Ainda sobre a questão do cotidiano, em outro momento da disciplina Prática de Ensino II, realizamos uma atividade, sobre a qual já fizemos referência (Anexo H), em que solicitamos aos estagiários para que avaliassem, após a entrega da primeira versão do plano de ensino, suas propostas quanto ao fato de terem, ou não, considerado as principais tendências curriculares para a área de ensino de Física e também outras dimensões da realidade, tais como as da temática ambiental. Em determinado ponto da atividade, os estagiários comentaram quais aspectos presentes em seus planos de ensino eram bons indicativos para o fato de estarem considerando algumas das mais novas orientações curriculares oficiais. Nesse sentido, alguns estagiários argumentaram que seus planos eram condizentes com as principais tendências do ensino de Física justamente por abordarem aspectos do cotidiano.

> Sim. Essa nossa primeira versão do plano de aula considera as tendências recentes para o ensino de Física partindo da visão de que o aluno terá, depois de realizado o curso, competência para analisar aspectos simples dos tópicos abordados por nós no curso, e assim relacioná-los com a sua vivência cotidiana. Deste modo, fazendo em paralelo com os PCN e a Proposta Curricular Paulista, o nosso curso trabalha na relação entre a Ciência e o cotidiano e dando pré-requisitos e formalismo básico [sic] para que os alunos consigam tanto entender como se expressar na linguagem técnica que o determinado tópico necessita [sic]. (Antônio)

Os estagiários que se colocam mais favoráveis ao trabalho educativo com outros aspectos da realidade mencionam que, desde os níveis mais elementares de ensino, eram pessoalmente atingidos pela curiosidade de compreender certas aplicações da Ciência no cotidiano. Ou seja, como já indicado por outros autores (PIETROCOLA et al, 2001; ALMEIDA, 2004), aí parece estar um interessante ponto de partida para introduzir algumas atividades de ensino de Física. Segundo Almeida (2004), é, sem dúvida, especialmente relevante pensar o ensino das Ciências Naturais na escola a partir da cotidianidade do estudante e daí chegar a um saber escolar relativo ao conhecimento científico.

Contudo, vale retomar as considerações de Lopes (1999) que nos alerta para encaminhamentos que levam o ensino do conhecimento científico a ficar restrito às ações isoladas do dia-a-dia ou a se resumir à ilustração de aplicações científicas. Segundo a autora, o conhecimento científico deve se aproximar do cotidiano de forma problematizadora.

Voltando novamente aos dados relativos à análise que os estagiários fizeram dos dois textos didáticos apresentados na oficina de ensino, notamos que outros estagiários, quatro no total, indicam que o texto 01 aborda aspectos mais diretamente relacionados com a questão econômica. Exemplo:

> No primeiro; Tecnologia, consumo (o que já abrange um caráter econômico) e temas clássicos como força, energia etc. Se o aluno tem um pai ou responsável que possui um carro, poderá conversar com ele e trocar conhecimentos e discutir. (Douglas – grifo nosso).

Outro estagiário, ao se referir à atividade 01, argumenta que esta deveria abordar outros aspectos da realidade, além dos mais técnicos tais como os da temática ambiental. Exemplo:

> Na atividade I foi somente relacionado termos técnicos [sic], poderia se explorar que o menor rendimento de um motor a explosão gera muitos resíduos poluente [sic] e chegar até dimensionar isso com várias marcas de carro que é fácil de se encontrar em revistas tipo 4 rodas e chegar até citar a emissão de poluentes de carros como contribuindo[sic] para o Efeito Estufa. (Henrique)

Em relação à atividade 02, observamos que oito estagiários indicaram que os objetivos do texto 02 estão diretamente relacionados com a possibilidade de abordar diferentes aspectos da realidade a partir dos conteúdos da Física. Entre eles, alguns estagiários citam aspectos sociais, conceituais, políticos e históricos. Todavia, Henrique destaca que outros aspectos da realidade deveriam ser explorados, tais como os econômicos e políticos relacionados à

temática do Efeito Estufa. Além disso, ele argumenta que outros aspectos da temática ambiental deveriam ter sido explorados no texto,

> Na atividade II ele apenas deu enfoque técnico e pouca importância política, ecológica e econômica do problema do Efeito Estufa. Econômica pelo fato dos [sic] maiores parques industriais estarem no hemisfério norte e suas implicações sobre a economia de países com pouco parque industrial. Política, pois o mundo capitalista que possuía mais dinheiro pode mexer no quintal dos outros, como explorar sua fraca economia e manipular seus governantes. A principal é o ecológico, pois se ocorrer um degelo, o nível dos mares irá aumentar e inundará uma grande faixa litorânea do planeta. Além disso, os países de maiores parques industriais serão inundados pelas águas. Como exemplo temos a Europa, constituída por pequenos países e alguns poderiam ter sérios problemas, assim como os países das ilhas do Caribe e o Japão. (Henrique).

Outro dado interessante diz respeito à opinião dos estagiários em relação à possível adequação destas atividades para o nível médio. Neste sentido, quatro estagiários apontam que a situação mais interessante, do ponto de vista da adequação das atividades de ensino para o ensino médio, seria aquela em que fossem oferecidos aos estudantes os dois textos.

Em outras palavras, estes estagiários expressam que não podemos descartar tarefas mais voltadas aos aspectos conceituais da Física, como também não podemos descartar aquelas mais voltadas para a abordagem de outros aspectos da realidade. Exemplos:

> [...] a aplicação das 2 atividades conjuntas dará ao aluno uma ampla visão dos diferentes aspectos que englobam o tema em contraste que separadas elas dão apenas visões parciais [sic]. (Antônio).

> Sim, tanto a atividade 1 quanto a atividade 2 são pertinentes ao ensino de Física no nível médio. Ambas exploram coisas importantes. O ideal seria conciliar a parte algébrica e conceitual da Física com a parte social, política, etc. (Daniel).

No entanto, dois estagiários destacam que as atividades educativas do texto 02 não são pertinentes ao ensino de Física no nível médio. Exemplo:

> A primeira atividade é pertinente, mas a segunda caberia, talvez, a um professor de Geografia. (Francisco).

Destacamos que Francisco, naquele momento, era docente em cursos pré-vestibulares. Tendo em vista a natureza das atividades realizadas em cursos pré-vestibulares, é certo que ele estava mais habituado a desenvolver trabalhos voltados exclusivamente aos aspectos conceituais da Física que, nesse caso, estão muito mais próximos daquelas atividades desenvolvidas a partir do texto 01. Para reforçar esta idéia, verificamos que outros estagiários indicam que a atividade sugerida no texto 01 estava mais próxima daquelas cobradas em exames de admissão em escolas de nível superior,

> [...] na atividade 1 o objetivo é de que os alunos sejam capazes de decorar fórmulas com a finalidade única de serem aprovados na maioria dos atuais vestibulares. (Carlos).

No entanto, também constatamos que para um dos alunos da Licenciatura em Física a atividade educativa sugerida no texto 02 estaria mais próxima das demandas atuais para o ensino de Física,

> Na atividade 2 vemos uma intenção muito mais de acordo com as inovações que estão surgindo para a prática do ensino. (Douglas).

Acompanhando a observação feita por Douglas, iremos apontar a opinião dos estudantes da Licenciatura em Física que participaram desta pesquisa sobre a possível sintonia destes textos com as atuais tendências do ensino de Física, sobretudo em relação às tendências indicadas nos documentos oficiais. Nove estagiários apontam que as duas atividades estão de acordo com as principais tendências de ensino de Física apresentadas nos documentos oficiais. Exemplo:

> As duas atividades fazem parte das tendências indicadas pelo governo, como inovação tecnológica (atividade I) e problemas socioambientais (atividade II). (Henrique).

Três estagiários apontam que os dois textos estão de acordo com as tendências atuais para o ensino de Física, mas fazem a ressalva de que o texto 02 se aproxima mais destas tendências. Exemplo:

> Em relação às atuais tendências indicadas para o ensino de Física nos documentos propostos pelo governo verifica-se: que a atividade 1 está dentro do proposto, pois é necessário que os alunos tenham noção de grandeza e quantidades; porém a atividade 2 está em maior sintonia com os documentos

> oficiais, pois ela relaciona e exige do aluno não apenas memorização de conceitos e fórmulas Físicas. A atividade 2 indica ao aluno a possível relação entre a Física e o cotidiano, o meio ambiente, a política, a economia e etc. (Daniel).

Dois futuros professores informam que apenas o segundo texto está de acordo com as principais tendências indicadas para o ensino de Física nos documentos oficiais, como é o caso de Douglas,

> Apenas a atividade 2, no qual [sic] se preza a formação de um raciocínio mais complexo e crítico por parte do aluno. (Douglas).

Um dos estudantes de Licenciatura em Física afirma que nenhuma das atividades propostas está de acordo com as tendências de ensino de Física indicadas pelos documentos oficiais. Exemplo:

> Não, pois eles não estão relacionando conteúdos de forma abrangente; estando relacionando [sic] com a forma antiga, de segmentação disciplinar. (Elias).

Chama a nossa atenção o posicionamento dos estagiários em relação ao texto 01. A maioria deles (9 em 15), indica, em um primeiro momento, que a atividade 01 está voltada exclusivamente aos aspectos conceituais da Física, dando ênfase apenas aos exercícios de aplicação de fórmula. Porém, em outro momento, afirmam que este texto está em total acordo com as principais tendências indicadas para o ensino de Física nos documentos oficiais.

Enfatizamos novamente que a proposta de trabalho educativo no referido texto 01 visa, quase que exclusivamente, à aplicação de expressões matemáticas. Esta situação nos faz refletir sobre o fato de que as atividades propostas no texto 01 estão muito próximas da maioria das experiências vividas por estes estudantes no nível médio e, mais ainda, no ensino superior. Dessa forma, podemos dizer que é algo relativamente natural para eles o fato de se identificarem com atividades educativas desta natureza.

Uma outra atividade desenvolvida pelos alunos e a partir da qual coletamos dados para a investigação, diz respeito à elaboração dos planos de ensino. Como já mencionado anteriormente (item 1.2.2) esta atividade foi proposta nas disciplinas Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I e II, como sendo uma parte inseparável da atuação docente, ou seja, o que acontece nas aulas não pode ser entendido sem uma análise que leve

em conta as intenções, as previsões, as expectativas e a avaliação dos resultados pelos professores.

Os dados obtidos a partir dos planos de ensino construídos pelos estagiários na disciplina Prática de Ensino e Estágio Supervisionado I nos fornecem elementos sobre a compreensão deles a respeito do conhecimento de Física para a escola de nível médio.

Uma de nossas intenções nessa análise foi a de identificar possíveis considerações dos futuros professores de Física em relação à possibilidade de abordar outros aspectos da realidade em suas práticas de ensino. Para isso, iniciamos analisando a única versão do plano de ensino produzida pelos estagiários durante a disciplina Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I.

Após a sistematização dos dados obtidos com esta versão do plano de ensino, verificamos que nenhum dos grupos abordou em suas propostas de ensino outros aspectos da realidade, além dos conceituais. Foram privilegiadas, em todos os planos, atividades educativas que destacavam o formalismo matemático dos conceitos físicos e a aplicação destes em exercícios algébricos. Outra atividade educativa freqüente nos estágios foram as práticas laboratoriais direcionadas para a verificação de constantes físicas ou para a observação e a tomada de medidas acerca de fenômenos previamente determinados pelo professor.

Ainda com relação às aulas práticas de laboratório, destacamos que os estagiários mencionaram em vários momentos a importância de atividades dessa natureza para o ensino de Física[12].

Contudo, observamos que as aulas práticas de laboratório realizadas pelos estagiários privilegiaram uma abordagem mais conceitual. As aulas foram voltadas para observações e medidas acerca dos fenômenos previamente determinados pelos professores estagiários. Em geral os alunos do ensino médio trabalharam em pequenos grupos e seguiram um roteiro previamente construído pelos futuros professores. Também verificamos que os objetivos desses trabalhos estavam, freqüentemente, voltados para testar uma lei científica, ilustrar idéias e conceitos físicos aprendidos anteriormente ou direcionados para a aprendizagem de técnicas de laboratório.

[12] Durante o período do Estágio Supervisionado II a maior parte dos estagiários utilizou o espaço do laboratório de Física da escola média para o desenvolvimento dos seus trabalhos, fato que, certamente, contribuiu para incentivar a maior parte dos grupos a planejar e realizar atividades laboratoriais em suas aulas.

Esta tendência observada parece-nos plenamente de acordo com a tradição para o ensino de Física na escola média e com o processo formativo vivenciado pelos estudantes de licenciatura em Física na universidade.

De modo geral, os planos obtidos na Prática I revelaram que um grupo trabalhou com os conceitos de eletricidade; dois grupos trabalharam com conceitos da cinemática; um grupo abordou os conceitos e as tecnologias associadas ao tema ondas mecânicas e eletromagnéticas; um grupo trabalhou com os aspectos conceituais e técnicos relacionados com o tema eletrodinâmica e, finalmente, um outro grupo trabalhou com os aspectos conceituais e técnicos relacionados com óptica geométrica.

Reforçamos mais uma vez que os dados indicam que todos os grupos privilegiaram os procedimentos de aula mais voltados para a exposição dos aspectos conceituais da Física, descritos preferencialmente em linguagem estritamente matemática. Além disso, podemos verificar que todos eles privilegiaram uma abordagem mais tradicional dos conteúdos (MIZUKAMI, 1986).

Após analisar alguns aspectos relativos ao plano de ensino que os futuros professores de Física construíram para a Prática de Ensino I, passamos a verificar alguns dados relativos às atividades educativas que eles realizaram nas salas de aula do ensino médio durante o Estágio I.

Queremos destacar que, tal qual no planejamento, nessa etapa do processo os futuros professores de Física ficaram muito à vontade para colocar em prática suas opções quanto a conteúdo e procedimentos de ensino[13].

Os dados descritos e analisados nessa etapa do trabalho foram coletados a partir de gravação em fitas de vídeo cassete das aulas ministradas pelos estagiários e coleta dos documentos escritos e materiais pedagógicos construídos e/ou utilizados pelos estagiários em suas atividades de ensino.

Nota-se que, nesse caso, o plano de ensino apresentado está coerente com as atividades práticas realizadas. A visão dos estagiários sobre a Física está condizente com aquilo que eles apresentam em suas práticas de ensino. Eles privilegiaram em todas as atividades de ensino uma abordagem mais conceitual da Física, isto é, voltada exclusivamente ao produto final dessa Ciência e apresentada, primordialmente, em linguagem matemática.

[13] Isto não significa, em hipótese alguma, que a situação não tenha sido encaminhada do ponto de vista do processo de ensino-aprendizagem vivenciado na disciplina Prática de Ensino. No entanto, neste trabalho, iremos tratar apenas da pesquisa, e não dos aspectos do aprimoramento profissional encaminhados, ou não, a partir de processos de reflexão.

Da análise dos materiais pedagógicos utilizados pelos futuros professores nas atividades educativas do Estágio I – textos retirados de manuais educativos e da rede mundial de computadores, listas de exercícios, roteiros de aulas práticas – podemos dizer que há também um grande predomínio de textos e atividades educativas que abordam os aspectos mais conceituais da Física. Observa-se que estes materiais dão uma ênfase excessiva para a resolução de exercícios puramente mnemônicos e algébricos.

Também observamos, ao analisar esses materiais pedagógicos utilizados pelos estagiários em suas atividades de ensino, que prevaleceu entre eles a idéia de que o estudo dos conteúdos da Física se reduz ao exame exaustivo de conceitos científicos desvinculados do seu processo de produção, ou seja, um ensino baseado na divulgação do produto final da Ciência e na representação deste produto quase que exclusivamente pela linguagem matemática. Além disso, não pudemos identificar nenhuma tendência de que outras formas de conhecimento, assim como a relação entre o conhecimento de Física com outros aspectos da dimensão humana, tivessem sido consideradas pelos estudantes, futuros professores de Física.

Em relação aos dados obtidos a partir dos planos de ensino construídos pelos estagiários na disciplina Prática de Ensino e Estágio Supervisionado II, destacamos que, nessa oportunidade, 5 grupos (em um total de oito) apontaram a possibilidade de abordar outros aspectos da realidade em práticas de ensino de Física, notadamente os aspectos da temática ambiental.

É importante salientar que durante a disciplina Prática de Ensino e Estágio Supervisionado II incentivamos os futuros professores de Física a tratarem de aspectos da temática ambiental em suas práticas educativas, por meio de atividade sugeridas a eles que a abordavam. Além disso, em várias oportunidades, apresentamos e discutimos com eles alguns caminhos para aborda-la em aulas de Física no ensino médio.

Nesse sentido, alguns dados indicam que há uma possibilidade de que os estagiários tenham tratado de outros aspectos da realidade em seus trabalhos educativos a partir de uma solicitação do professor de prática de ensino, respaldada pelos documentos oficiais. Nesse caso, os estagiários não estavam convencidos da importância de uma outra abordagem para o ensino de Física, além da conceitual.

Podemos notar que a possibilidade de trabalhar outros aspectos da realidade nas atividades de ensino é anunciada nos objetivos dos planos de trabalho, mas isso não é retomado em outros itens do plano, tais como os conteúdos específicos, os procedimentos de ensino, os recursos a serem utilizados e a avaliação. Entendemos que há uma carta de intenções dos estagiários em relação à possibilidade de realizar trabalhos desta natureza,

porém, há uma série de dificuldades que impedem que isto venha a ser melhor planejado e executado.

Destacamos que os grupos 02 e 05 não trouxeram nenhum aspecto da temática ambiental na primeira versão dos seus planos de ensino, incorporando alguns desses aspectos nas etapas seguintes do planejamento. Já os grupos 01, 03 e 04 apontam estes aspectos desde suas primeiras versões das propostas de ensino.

Por conta dessas diferentes versões da proposta de trabalho, os estagiários realizaram uma atividade escrita sobre o processo de planejar aulas de Física para o ensino médio. No dia 30/10/2002, após a entrega da primeira versão do plano, os estudantes de licenciatura em Física realizaram uma atividade escrita (Anexo H) que consistiu na solicitação de uma avaliação de suas propostas quanto ao fato de terem, ou não, considerado as principais tendências curriculares para a área de ensino de Física e também outras dimensões da realidade, tais como as da temática ambiental.

Desta atividade participaram quinze estagiários, de um total de dezoito que freqüentavam a disciplina. Procuramos identificar nas respostas dos professores-estagiários dados sobre as dificuldades que eles apresentaram quando solicitados a construir propostas de ensino que abordavam outros aspectos da realidade. Os documentos produzidos pelos estagiários nesta atividade foram recolhidos, digitados e analisados sistematicamente mediante as semelhanças ou as diferenças em relação aos posicionamentos dos futuros professores.

Numa das questões do roteiro, solicitamos aos estagiários que comentassem quais aspectos presentes em seus planos de ensino eram bons indicativos para o fato de estarem considerando algumas das mais novas orientações curriculares[14] oficiais.

Observamos que a maioria dos estagiários entendia que seus planos estavam em sintonia com as principais tendências indicadas nos documentos oficiais para o ensino de Física. Havia entre eles uma preocupação muito grande em relação à adequação do plano aos documentos oficiais, sobretudo em relação aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEMs) e a proposta curricular paulista de ensino de Física. Exemplo:

---

[14] SÃO PAULO (Estado) Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. **Proposta curricular para o ensino de Física 2^{0} grau.** 3.ed. São Paulo: Secretaria de Estado da Educação, 1992.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** ensino médio, Brasília: secretaria da Educação Média e Tecnológica, 1999.

> Sim, pois segue algumas das recomendações dos PCN [sic] e da proposta paulista para o ensino de Física no ensino médio, tais como: atenção a temas mais diretamente relacionados à realidade dos alunos (máquinas térmicas); [...] Além disso, o aluno poderá, quiçá, conjecturar e predizer conseqüências ambientais, econômicas, políticas e sociais oriundas da utilização daquele tipo de tecnologia. (Almir)

A partir desses dados podemos afirmar que a abordagem de outros aspectos da realidade em atividades educativas com conteúdos da Física, notadamente a temática ambiental, é reforçada pela simples alusão de que estes aspectos são previstos nos documentos oficiais.

Na tabela 1 sumariamos os principais tipos de argumentos apresentados pelos estagiários para justificar a adequação de seus planos de trabalho em relação às principais tendências para o ensino de Física. Os dados da tabela 1 apontam que, no discurso, alguns grupos de estagiários valorizam de forma ampla a possibilidade de trabalhos educativos com outros aspectos da realidade. Porém, para os futuros professores de Física o fato de terem que tratar de outros aspectos da realidade em suas atividades de ensino, além daqueles mais conceituais, significa um grande esforço em termos de estudo e reflexão. Nesse caso, podemos voltar nosso olhar novamente para as entrevistas e analisar alguns trechos nos quais os estagiários falam das suas principais dificuldades em abordar outros aspectos da realidade em suas práticas de ensino.

Os estagiários do grupo 01, por exemplo, relatam que o fato de decidirem finalizar o mini-curso abordando outros aspectos da realidade significou, para todos, um grande esforço em termos de estudos, reflexões e tempo de preparação das aulas. Exemplo:

> **Alberto:** - É difícil a gente mudar a abordagem.
> **Antônio**: - Se desvincular completamente de algo.
> **Alberto:** - A gente estava tentando achar alguma coisa, tipo histórica, abordagem histórica, e ficou meio assim.
> **Antônio:** - O tema (termodinâmica)... O tema era bom. Eu gostei. O tema era bom para fazer uma abordagem histórica...
> **Alberto:** - Dá para trabalhar bastante coisa. [sic]
> **Antônio:** - Eu tinha visto desde a revolução industrial e fui indo.
> **Alberto: -** Porque... Porque é uma coisa que já lida diretamente com a sociedade. Com aquilo que já aconteceu.
> **Antônio:** - Mas eu achei que ia ficar pesado para a gente fazer isso. Sabe... (pausa) não que seria um impedimento de não ceder (deixar de trabalhar somente aspectos conceituais), mas eu acho que a gente ia ter que estudar muito estes aspectos históricos... conseguir dar aquilo tudo.
> **Alberto:** - Dá bastante trabalho para falar.
> **Antônio:** - Dá bastante trabalho e tempo [sic]. A gente achou que não seria viável, a gente não iria ter tempo para preparar as aulas naquele esquema.

> **Alberto:** - Talvez não ia dar tempo [sic]de... (pausa) não ia dar tempo de dar o programa todo, aquilo que a gente tinha se proposto.

Tabela 1: Argumentos utilizados pelos alunos do curso de Licenciatura em Física, de uma Universidade Pública, matriculados na disciplina Prática de Ensino para justificar a adequação de seus planos de ensino em relação às principais tendências para o ensino de Física.

Argumento utilizado	n^0 absoluto de citações	Exemplos
Contemplamos diferentes aspectos da realidade	10	Sim. Pois, as aulas têm uma abordagem histórica, social e técnico–experimental, tendo como espaço o desenvolvimento da visão crítica dos alunos envolvidos. (Glauco)
Relacionamos a Ciência com o cotidiano do estudante	04	Sim. Essa nossa primeira versão do plano de aula considera as tendências recentes para o ensino de Física partindo da visão de que o aluno terá, depois de realizado o curso, competência para analisar aspectos simples dos tópicos abordados por nós no curso, e assim relacioná-los com a sua vivência cotidiana. Deste modo, fazendo um paralelo com os PCN [sic]e a Proposta Curricular Paulista, o nosso curso trabalha na relação [sic]entre a Ciência e o cotidiano e dando pré-requisitos e formalismo básico para que os alunos consigam tanto entender como se expressar na linguagem técnica que [sic]o determinado tópico necessita. (Antônio)
Enfatizamos os aspectos tecnológicos	04	Sim, pois ele relaciona vários conteúdos e tecnologias, buscando contextualizar as descobertas nos primórdios do eletromagnetismo. (Elias)
Prevemos aulas práticas	03	Depois de todos esses temas abordados iremos para aulas práticas. Contudo, estamos seguindo à risca os PCN [sic]. (Guilherme)

- Mais de uma resposta pode estar classificada em mais de um grupo.
- Os destaques (grifos) não fazem parte do documento original

Observa-se na fala transcrita do grupo que a preparação de trabalhos que se distanciavam, de alguma forma, de um esquema mais voltado para os conceitos físicos exigia

deles um esforço maior durante o planejamento, sobretudo porque se apresentavam como algo inédito para eles. Ao que parece, os estagiários encontraram grandes obstáculos em suas tentativas de realizar trabalhos educativos que abordassem aspectos da história da Ciência, exceto quando isto significava apenas a menção às datas e aos acontecimentos históricos desvinculados de um contexto mais amplo.

Antônio, do grupo 01, cita que o trabalho com aspectos da história da Ciência, por exemplo, solicitava deles um grande esforço em termos de preparação de aula. Nesse caso, eles se sentiam muito pouco à vontade com a temática. Exemplo:

> **Antônio:** - A gente tentou achar um meio termo, não sei até onde bem sucedido. Esse meio termo, que a gente tentou achar, se afastava de uma abordagem, por exemplo, uma abordagem histórica. Seria complicado, no sentido da gente ter que pesquisar bastante, para usar subsídios, para fazer essa aula [...] mexer com a parte histórica me faz sentir [...] fico meio intimidado para trabalhar com isso. Eu aprendi história meio em sessões fechadas, entende? Não sei o desenvolvimento da história, apesar de interessar-me bastante por isso. Então eu vi que, por exemplo, não sabia qual era a posição de determinados cientistas na época do desenvolvimento de tal coisa, entendeu? Então eu me sentia meio peixe fora d'água, de querer trabalhar uma seqüência cronológica, histórica no caso, trabalhar Ciências, se fosse para falar de uma determinada revolução industrial eu ia me sentir meio que intranqüilo, sabe [...].

Alberto também, na mesma linha de Antônio, expõe suas dificuldades em relação a realizar um trabalho que envolve uma abordagem histórica.

> **Alberto:** - [...] a gente tinha que dar um enfoque diferente então eu pensei: a temática ambiental para mim vai ser uma coisa um pouco mais tranqüila, não vai ser uma coisa que eu vou ter que perder muito tempo [sic], correr atrás e pesquisar muita coisa... vai ser melhor isso do que se a gente pegar e tentar lidar com alguma coisa histórica que tem que correr atrás de muita coisa[sic]... eu tenho uma base histórica muito fragmentada e não consigo ver as relações entre os fatos [...].

É interessante perceber que Antônio e Alberto mencionam dificuldades em lidar com aspectos históricos e, segundo eles, isto se deve a uma formação deficitária nesta área do conhecimento. Além disso, Alberto sugere que o trabalho educativo com aspectos da temática ambiental tende a ser algo mais fácil de ser realizado, sobretudo quando comparado ao trabalho educativo com os aspectos históricos que, segundo ele, exige um elevado grau de pesquisa e leitura de materiais.

Em outro momento da entrevista, os estagiários revelam um pouco das negociações ocorridas entre eles, cuja finalidade era a de decidir que outros aspectos da realidade, além dos conceituais, deveriam abordar em seus planos e atividades de ensino de Física,

> **Antônio: -** A partir daí, a gente começou a discutir como é que iria tratar esse negócio (termologia).[sic] Um de nós virou e falou: Sei lá! Tem muitos aspectos históricos e também podemos tratar a temática ambiental. Sabe, mesclar com conceitos teóricos é muito mais fácil e não sei o que.[sic] Bom, ai a gente entrou nessa discussão. Mas, de repente, a gente queria tratar outro ponto. Chegamos a um consenso mais ou menos forçado... Achamos que seria interessante elevar a linha teórica. Porém, há uma linha muito tênue entre as questões que achávamos importantes ao tema [sic] e os aspectos históricos e ambientais.
> **Alberto: -** É, mas esse processo estava muito forçado.
> **Antônio: -** Forçado porque a gente achou complicado. A gente achou que tinha pouca informação.

Assim como o grupo 01, os estagiários do grupo 04 também relatam que a primeira proposta de trabalho deles previa uma abordagem histórica. E também da mesma forma que o grupo 01, eles destacam uma série de dificuldades em realizar uma abordagem histórica, sobretudo por conta da escassez de material específico.

Entretanto, diferentemente do grupo 01, os estagiários do grupo 04 insistiram com o tema e, neste caso, fizeram uma tentativa de desenvolver uma proposta de ensino a partir de uma abordagem histórica na primeira aula do mini-curso. Segundo os próprios estagiários, as dificuldades práticas de realizar tal tarefa foram de tal monta que logo desistiram de continuar com esta proposta de trabalho,

> **Douglas:** - [...] os aspectos históricos eu praticamente desisti logo na primeira aula [sic], porque notei que precisava de muito mais preparo do que imaginava antes, muito mais...
> **Daniel:** - Essa coisa de trabalhar a abordagem histórica foi um pouco complicada. Assim, para dar em duas horas de aula. Acho que é pouco tempo. Mas, também acho que eu precisaria de muito mais preparo. Não sei se ficaria tão bom [sic] durante a aula esta abordagem histórica.
> **Douglas:** - Achar material para a aula foi muito difícil. Eu queria saber realmente quem foi o primeiro a inventar o conceito de ondas. A gente acabou não conseguindo achar esta informação. Há informações sobre um conceito clássico como inércia ou as leis de Newton, mas eu não consegui achar nada desse tipo para ondas. E eu queria colocar na primeira aula, que era bem introdutória. Bom... a gente acabou desistindo dessa abordagem. Não conseguimos achar material da maneira que queríamos.

Os estagiários destacam que tiveram dificuldades em encontrar informações específicas como, por exemplo, os nomes de grandes cientistas ligados aos importantes acontecimentos históricos relacionados à Ciência.

Enfatizamos que na análise dos planos de ensino construídos pelos estagiários na disciplina Prática de Ensino I, observamos que dois grupos elaboraram uma proposta que também destacava alguns aspectos históricos. Contudo, estes dois grupos apresentaram os aspectos históricos muito mais como dados biográficos, na forma de apêndice ou complemento ao trabalho principal, ou seja, havia apenas a menção de que iriam divulgar datas e acontecimentos históricos desvinculados de um contexto mais amplo. Nesse sentido é que podemos relatar que a abordagem histórica, segundo nossos estagiários, se reduz a breves e esparsos comentários sobre nomes, datas e acontecimentos históricos, enfim um conjunto de dados biográficos.

Contudo, diferente desta perspectiva mais restrita aos nomes e datas de grandes acontecimentos, a abordagem histórica traz à tona a discussão dos diferentes conjuntos de crenças, concepções, hipóteses e teorias mantidas pelos estudiosos ao longo dos tempos, subordinados a visões de mundo específicas e por vezes bastante conflitantes entre os membros de uma comunidade científica (PEDUZZI, 2001).

Um outro aspecto importante nesse episódio é o fato de os estudantes de licenciatura em Física não terem em seu currículo oficial uma abordagem histórica mais ampla e profunda da atividade científica. Segundo Braga (2000), o fato de não existir nos currículos de Ciências uma abordagem mais profunda e ampla da história da Ciência possibilita que os enunciados científicos sejam aprendidos como a verdade, fruto de uma descoberta. Para o autor, a idéia de descoberta, ao contrário de formulações teóricas conflitantes, que buscam hegemonia na sociedade científica, passa a noção de conhecimento revelado. O conflito não é algo que possa ser atrelado a um conhecimento certo e verdadeiro.

Ainda com relação às dificuldades dos estagiários em lidar com outros aspectos da realidade em aulas de Física, notamos que 3 grupos, dos 5 que indicaram nos planos que iriam trabalhar com aspectos da temática ambiental a partir dos conteúdos da Física, efetivamente abordaram estes aspectos em sala de aula.

Também observamos que os 3 grupos que lidaram com outros aspectos da realidade em sala de aula, notadamente os da temática ambiental, o fizeram somente após um extenso trabalho voltado para as dimensões mais conceituais da Física. Ou seja, a primeira coisa que os grupos fizeram foi realizar um trabalho educativo voltado exclusivamente para os aspectos

conceituais da Física. Na seqüência, e de forma pouco articulada com a primeira parte do trabalho, eles abordaram alguns aspectos da temática ambiental.

A tendência em abordar de forma extensiva os aspectos conceituais da Física acabou prevalecendo e tomando espaço de outras importantes discussões na sala de aula. Aqueles aspectos que pudessem garantir um certo nível de contextualização do conhecimento da Física foram suprimidos ou trabalhados como complementos ou ilustração dos conceitos científicos ensinados,

> **Antônio:** - Então eu acho assim... eu disse que o problema maior da gente foi o tempo, né?[sic] A gente tinha marcado várias atividades, **tipo extras**, formais, entre aspas, um texto do Carl Sagan que trabalhava aquecimento global, problema de poluição, problema de, por exemplo, carro que polui bastante [...]

A frase pronunciada pelo estudante destaca algumas de suas idéias em relação ao ensino de Física. Na opinião dele, as atividades educativas com outros aspectos da realidade são complementares dos conteúdos convencionais da Física. Nesse sentido, consideramos que o tratamento da temática ambiental, por exemplo, ocorre menos como uma contextualização dos conteúdos da Física e mais como um apêndice ou elemento complementar dos aspectos mais conceituais (AMARAL, 2001; AMARAL, 2004).

Outro aspecto para o qual os estagiários chamaram a atenção, em relação às dificuldades em abordar outros aspectos da realidade em suas práticas de ensino de Física, está diretamente relacionado com o tempo para preparar as aulas. Ficou muito claro para todos nós que aqueles que se dispuseram a realizar trabalhos educativos com outros aspectos da realidade tiveram que estudar muito mais para preparar suas atividades de ensino.

Constatamos que os grupos que trataram essencialmente dos aspectos conceituais da Física em suas práticas educativas do estágio foram aqueles que se reuniram poucas vezes para planejar e preparar as aulas. Estes encontros serviram apenas para escolher e dividir entre eles os conteúdos a serem trabalhados. Muito diferente disto aconteceu com os grupos que decidiram incorporar em suas atividades educativas aspectos diversos daqueles considerados tradicionais pela área. Foram vários encontros e muitas horas de pesquisa, estudo e preparação das aulas. Para exemplificar esta informação, destacamos um trecho da entrevista realizada com o grupo 04, que foi um dos três grupos que efetivamente abordaram alguns aspectos da temática ambiental em suas atividades de ensino realizadas durante o Estágio II. Chama nossa atenção a freqüência com que os estagiários do grupo 04 se encontravam durante a fase de planejamento das aulas.

> **Professor:** - Quanto tempo vocês demoravam para preparar uma aula?
> **Daniel:** - A gente fazia isto nos almoços da semana...
> **Douglas:** - Exatamente. Mas realmente era meio perdido, eu acho que demorava umas três horas ou mais... a parte conceitual a gente estudava por conta. A gente ficava mais ou menos à tarde inteira por conta dos temas controversos.
> **Daniel:** - Sem contar o tempo gasto atrás de sites.
> **Douglas:** - É... Isso sem contar este tempo para ir atrás de material.
> **Daniel:** - É um tempo considerável.

De fato, o trabalho de planejar e preparar as aulas era muito maior para aqueles que desejavam abordar outros aspectos da realidade em aulas de Física. Vários estagiários relataram que tiveram que disponibilizar um tempo razoável para procurar material de apoio e, na seqüência, estudá-los e preparar materiais didáticos, tais como textos.

Nesse sentido, Carolina, por exemplo, se coloca de maneira bem crítica em relação à possibilidade de abordar outros aspectos da realidade em aulas de Física. Durante a entrevista, a estagiária diz que os conteúdos de Física programados para o nível médio de ensino são extensos, neste caso não haveria tempo para lidar com outros aspectos da realidade,

> **Carolina:** - Sabe qual é o problema, acho que por já ter dado aula no cursinho, eu fiquei tão viciada em terminar o conteúdo que, para mim, isso é importante.

Os dados coletados nos fornecem indícios de que a visão de Carolina sobre ensino de Física foi bastante influenciada pelo processo formativo vivenciado na escola e reforçada a partir de uma experiência profissional vivenciada em escola preparatória para ingresso no ensino superior. Para ela, sua experiência profissional em cursos preparatórios para ingresso no ensino superior confirmou e consolidou sua expectativa e sua visão quanto ao que é relevante, em termos de conteúdo e abordagens, para práticas de ensino de Física. Carolina constata, ainda que de forma amarga e resignada, que a experiência do estágio não foi significativa para aquilo que ela considera importante em sua vida profissional,

> **Carolina:** - Ah professor! Eu continuo achando que isso fica... é até triste falar isto depois de tanta coisa... Mas eu acho que isto tudo fica no papel! Eu acho que você não aplica aquilo porque é realmente difícil. Os alunos também te cobram o conteúdo todo [sic]. Eu acho que trabalhar no Estado é diferente. Talvez a gente tivesse que ir para a escola privada, porque no Estado você pode trabalhar do jeito que quiser. Ninguém lhe cobra nada. Os alunos não te cobram nada [sic]. Mas se você vai para a escola privada as

> coisas mudam. Eu tenho a impressão de que se não conseguir dar o conteúdo todo, a escola privada vai me cobrar.

Carolina julga, aliás, que a despreocupação de Carlos, colega de grupo, em relação à listagem de conteúdos da Física - já que ele se coloca mais favorável à possibilidade de trabalhos educativos que articulem outros aspectos da realidade - está diretamente relacionada a uma situação profissional que ele ainda não vivenciou, ou seja, trabalhar em algumas escolas privadas. Vejamos um excerto da entrevista em que os dois estagiários discutem essas diferentes possibilidades de ensino:

> **Carolina:** - Agora assim, a aula que a gente deu de energia seria uma aula que você daria? (Em situações diferentes daquela do estágio)
> **Carlos:** - Daria.
> **Carolina:** - Daria aquela aula? (Tom de surpresa.) Mas a gente não usou nada com relação a números!
> **Carlos:** - Realmente não falamos de números.
> **Carolina:** - Não usamos nenhuma formulinha, nada! (Tom de indignação)
> **Carlos:** - Só que eu tenho certeza que [sic] os alunos sabem muito bem a diferença entre energia potencial e energia cinética. Eu acho que hoje eles sabem diferenciar isto e, portanto, eles estão mais aptos a fazerem as contas, tendo em vista que eles já têm claro na cabeça aquilo. Eu não dei números porque não era a nossa proposta naquele momento.

Ela prossegue confirmando sua expectativa quanto ao que seria fundamental em relação ao ensino dos conteúdos de Física. Em alguns momentos ela afirma que teme deixar a Física de lado ao abordar outros aspectos da realidade em suas atividades de ensino,

> **Carolina:** - É para mim isso fica muito complicado, professor (trabalhar com outros aspectos da realidade). Eu tenho a impressão que [sic] não vou conseguir terminar (o conteúdo). Eu acho que tenho que fazer tudo isso que você fala, tenho que contextualizar, mas eu tenho a impressão que [sic] não vou conseguir terminar o conteúdo.
> **Professor:** - Continue...
> **Carolina:** - Outra coisa... Eu não sei como assim, não dar ênfase? <u>Eu tenho medo de acabar contextualizando, realizando a interdisciplinaridade, dar ênfase ao processo histórico e deixar a Física de lado.</u>

Esses dados nos levam a apontar que o problema mencionado pela estagiária articula-se com a concepção que se tem de conteúdo para o ensino de Física, fato que está diretamente vinculado à compreensão de conhecimento escolar para a Física.

Ainda explorando as dificuldades dos estagiários em lidarem com outros aspectos da realidade em práticas de ensino de Física, em uma das atividades propostas pela disciplina Prática de Ensino e Estágio Supervisionado II, solicitamos aos futuros professores um

posicionamento em relação às dificuldades em se implementar as mudanças sugeridas pelos documentos oficiais. Ela consistia em oferecer aos estagiários um texto retirado dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio (Anexo I) e três questões abertas.

Enfatizamos que os estagiários realizaram esta atividade em um período no qual a maioria deles estava também executando as atividades docentes do Estágio II na escola de ensino médio. Esta situação foi possível porque, como já mencionado no item 1.2.3, mesmo com as atividades do estágio, havia um momento de trabalho coletivo semanal com os estudantes da Licenciatura em Física que participaram desta pesquisa. A realização dessa atividade, nesse momento, nos fornece um retrato instantâneo das dificuldades que se apresentavam aos estagiários que haviam decidido levar outros aspectos da realidade para a sala de aula, notadamente os da temática ambiental.

Os dados coletados por meio dessa atividade vêm somar e ampliar nossa base de dados que explicita os posicionamentos dos futuros professores em relação às possibilidades de abordar outras dimensões da realidade em atividades de ensino de Física.

Observamos que quinze estudantes da Licenciatura em Física, de um total de dezesseis que participaram dessa atividade, indicaram que concordam plenamente com as críticas apontadas nos documentos oficiais para o ensino de Física, sobretudo aquelas que dizem respeito ao ensino tradicional da Física. Esse fato torna-se ainda mais relevante se verificarmos que práticas como as criticadas nos documentos oficiais, como já analisamos, foram reproduzidas pelos estagiários durante suas atividades de ensino de Física na escola média.

Mas, de qualquer maneira, os estagiários estavam atentos às propostas dos documentos oficiais, tanto que, novamente, relatam em entrevista terem utilizado o documento durante o planejamento. Para Carlos, por exemplo, a construção da proposta de trabalho do grupo foi apoiada nos documentos oficiais e nas propostas de trabalho oferecidas pelo professor de prática de ensino,

> **Carlos:** - [...] eu acho que a gente tem que fazer tudo bem feito. Então agora estou trabalhando com novos Parâmetros Curriculares Nacionais e a Proposta Curricular Paulista. Ela deixa bem claro que a gente tem que estar trabalhando [sic] para deixar o aluno pronto para entender seu dia-a-dia. Também para ele deixar de ser analfabeto cientifico... Então eu acho que não é necessário explorar outros tópicos com contas, pois posso utilizar outros caminhos [...]

Um outro estagiário argumenta, em tom de crítica, que os problemas que envolvem o ensino de Física são mais complexos do que o indicado pelo texto dos PCNEM. Para ele, os exames de admissão nas faculdades definem a forma como os conteúdos de Física são tratados em sala de aula e, além disso, ainda há os graves problemas sociais existentes na maioria das comunidades brasileiras.

Em outra questão oferecida aos estagiários nesta atividade, solicitamos que eles relatassem os motivos que poderiam levá-los a não colocar em prática algumas mudanças propostas para o ensino de Física. Além disso, solicitamos que relatassem as próprias dificuldades para colocar em prática novas propostas e novas abordagens de ensino.

Com isto, obtivemos uma série de dados que nos ajudaram a compreender melhor os obstáculos que se apresentam aos futuros professores que se colocam favoráveis a articular outros aspectos da realidade em suas atividades de ensino.

Notamos que vários obstáculos, de diferentes naturezas, são citados pelos futuros professores. Esses aspectos estão, na maioria das vezes, intimamente articulados.

Treze estagiários, em um total de 16, destacaram aspectos variados relativos ao receio em lidar com situações novas, ao tempo para preparar as aulas, à formação incompatível com as novas exigências pedagógicas, à falta de recursos didáticos adequados, ao tempo reduzido do mini-curso, ao manejo da sala de aula, à administração do tempo de aula, ao relacionamento entre o professor e os estudantes, à disciplina em sala de aula, ao domínio do conteúdo, às estratégias e aos procedimentos pedagógicos e à avaliação. Nesse sentido, é interessante realçar que o planejamento e a execução de atividades de ensino exigiram do futuro professor uma grande mobilização de sua base de conhecimento pessoal, ainda que essa estivesse pouco desenvolvida naquele momento.

Por base de conhecimento pessoal entende-se, conforme Shulman (1986 e 1987), o conjunto de compreensões, conhecimentos, habilidades e disposições necessárias para a atuação efetiva em situações específicas de ensino e aprendizagem. Além disso, essa base de conhecimento pessoal envolve três diferentes tipos de conhecimento que apoiam a tomada de decisões dos professores: conhecimento de conteúdo específico, conhecimento pedagógico geral e conhecimento pedagógico do conteúdo.

Vale realçar, nesse momento, os dados sobre as dificuldades que os estudantes encontraram com relação ao tempo do mini-curso. Certamente que quatro aulas de 2 horas cada é um tempo muito pequeno para realizar um trabalho mais abrangente e profundo dos conteúdos da Física. Entretanto, parece-nos que os estagiários de todos os grupos tinham a intenção de esgotar os grandes assuntos da Física nas quatro aulas do mini curso. Durante o

estágio percebemos que todos os grupos manifestavam o desejo de abordar uma ampla gama de conhecimentos sistematizados da Física em poucas aulas. Pequenas frases como “tudo sobre a mecânica clássica”, “do eletromagnetismo ao fóton”, “tudo sobre as ondas mecânicas e a óptica geométrica” eram constantes entre os estagiários.

Em uma entrevista realizada com os estagiários do grupo 01, eles relatam a dificuldade em administrar de modo adequado o tempo e a quantidade de conteúdos em suas práticas de ensino. Nesse sentido, eles indicaram que o tempo disponível no mini-curso acabou sendo insuficiente para realizar as diferentes atividades planejadas anteriormente,

> **Antônio:** - Bom quanto ao que não ficou muito legal... foi que a gente pegou um conteúdo muito extenso para dar em quatro aulas. Achamos que fôssemos usar muito o tempo. Mas vimos que não foi bem assim, entendeu? A gente correu em algumas coisas, houve alguns experimentos que a gente não fez, apesar de tê-los realizado antes (teste)... mas eu acho que o problema maior foi compatibilizar o tamanho do conteúdo que a gente tinha se proposto a dar para os alunos, com o tempo que se pretendia (para isto). Isso, de um certo modo, foi bom, porque foi a gente quem planejou e aplicou a aula. Também notamos que temos que adaptar algumas coisas para conseguir dar o conteúdo. Acho que isso foi um grande problema.

Percebemos que os estagiários sentiam a necessidade de explorar uma ampla gama de conceitos da Física. No entanto, esta ampla gama de conteúdos foi tratada quase que exclusivamente a partir da ênfase nos aspectos mais conceituais e matemáticos da Física.

A decisão do grupo 1 em trabalhar de forma mais ampla os aspectos conceituais da Física pode ser também observada na última e definitiva versão do plano de ensino.

Observamos que três, das quatro aulas que o grupo 1 previu, exploravam unicamente os aspectos conceituais da Física, sem estabelecer nenhuma ponte entre os conceitos mais abstratos da termodinâmica com situações mais próximas da realidade dos estudantes do ensino médio. Além disso, o grupo optou por utilizar uma seqüência curricular similar àquela normalmente apresentada em livros didáticos, com atividades intercaladas de resolução de exercícios algébricos.

Foi apenas na quarta e última aula que o grupo 01 fez uma tentativa de estabelecer conexões entre os aspectos mais conceituais da termodinâmica e algumas situações mais próximas da realidade vivencial do estudante do nível médio.

Porém, o fato de alguns grupos terem abordado outros aspectos da realidade em algum momento do processo de ensino-aprendizagem foi suficiente para causar um certo desconforto em alguns estagiários.

Enfim, o receio de lidar com situações novas, sobretudo aquelas que solicitam a abordagem de outros aspectos da realidade são, para os estudantes de Licenciatura em Física, atividades complexas e, de certo modo, distantes daquilo que compreendem ser relativo à Física e ao ensino de Física.

Podemos também destacar que essas dificuldades estão diretamente relacionadas com as experiências educativas, relativas ao processo de formação, vivênciadas pelos futuros professores de Física. Este fato indica a urgência em adequarmos a formação dos futuros professores de Física com a vasta quantidade de pesquisas e reflexões já realizadas sobre este assunto.

3.3 Algumas considerações sobre os dados analisados

Chega o momento de retomar o capítulo em sua totalidade e explicitar aqueles aspectos que, segundo nossa opinião, contribuíram de maneira mais significativa para conduzir nossas análises. Dessa forma, concluímos que esse capítulo esteve orientado por dois eixos. O primeiro aponta que as experiências escolares que os futuros professores de Física vivenciaram ao longo dos seus processos formativos, contribuem de forma significativa para formar a visão que eles possuem sobre a Física e ensino de Física. Já o segundo eixo indica que o conhecimento de Física e de ensino de Física que o estagiário explicita em sua prática educativa é praticamente uma reprodução daquele processo que ele já vivenciou na formação escolar.

Esses dois eixos condutores do capítulo nos dão uma boa idéia sobre o entendimento que os estagiários possuem sobre Física e conhecimento escolar de Física. Para exemplificar, podemos dizer que as experiências que os estagiários vivenciaram ao longo do processo escolar, principalmente na universidade, estão freqüentemente direcionadas para a apresentação da Ciência enquanto produto, ao invés do processo de sua produção. Mais tarde, os estagiários reproduzem essa visão de Ciência em sala de aula.

Notamos, por exemplo, que em várias oportunidades os futuros professores de Física se identificavam mais freqüentemente com atividades de ensino voltadas exclusivamente para os aspectos mais conceituais do conhecimento. Mesmo ensaiando algumas críticas, a maioria dos estudantes considerava muito pertinente para o ensino médio as atividades de ensino mais voltadas para os conceitos e restritas à aplicação de expressões matemáticas.

Para exemplificar o exposto acima, observamos que ao analisar dois textos pedagógicos retirados de dois diferentes livros didáticos (Anexo G), os estagiários

freqüentemente se identificavam muito mais com o texto que estava mais direcionado para os conceitos e a resolução de problemas algébricos de aplicação de fórmulas. Facilmente se observa que a proposta desse último texto se aproxima mais daquelas vivenciadas pelos estagiários no ensino superior.

Tanto no ensino médio, quanto no ensino superior, privilegiam-se aquelas propostas de ensino que se voltam mais para o produto final da Física e que, nesse sentido, se afastam mais das considerações do processo de produção dessa Ciência. Nesse sentido, a principal diferença entre as atividades de ensino trabalhadas no ensino médio e no ensino superior está na limitação do aprofundamento conceitual e da linguagem matemática das primeiras, já que nos dois casos transmitem-se pesquisas que tiveram êxito, que estão isentas de erros, impasses ou descontinuidades. Segundo Lopes (1999), essa é uma importante crítica à didatização do conhecimento, pois ele contribui para construir a imagem de uma Ciência sem rupturas e conflitos, na qual a positividade do erro não é explorada.

Aqui é válido também retomar as reflexões de Braga (2000) sobre o ensino de Física no nível médio, principalmente aquelas em que o autor menciona a existência de um modelo de ensino idealizado nos moldes da escola politécnica, em que o formando é colocado em contato apenas com os produtos finais da Ciência.

A identificação dos estagiários com o ensino de Física mais tradicional é tão significativa que eles passam a incorporar ao próprio discurso parte dos argumentos construídos pelos documentos oficiais, enquanto na prática realizam um trabalho mais tradicional. Para exemplificar isto, podemos retomar os dados de duas atividades que os estagiários realizaram nas disciplinas Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I e II.

Numa das atividades, como já vimos, os estagiários deveriam avaliar se seus planos de ensino estavam, ou não, condizentes com as principais tendências para o ensino de Física indicadas nos documentos oficiais (Anexo H). Na outra atividade eles deveriam avaliar a pertinência, ou não, de duas diferentes atividades de ensino de Física propostas para o ensino médio (Anexo G).

Mesmo tendo sido realizadas em momentos distintos da disciplina, uma na primeira quinzena de outubro de 2002 (Anexo G) e a outra (Anexo H) no dia 30/10/2002, observamos que alguns estagiários argumentaram a favor das atividades de ensino de Física justamente por: 1- contemplarem diferentes aspectos da realidade; 2 – relacionar a Ciência com o cotidiano do estudante; 3 – enfatizar aspectos da aplicação tecnológica e; 4 – prever aulas práticas.

De modo geral, essas são algumas das principais idéias veiculadas nos documentos oficiais que versam sobre ensino de Física. Na Proposta Curricular para o Ensino de Física do Estado de São Paulo, por exemplo, há um item específico sobre o ensino de Física e a questão da Tecnologia. Além disso, os documentos oficiais destacam que as atividades experimentais são ricas em oportunidades para os alunos expressarem suas idéias sobre o fenômeno em estudo.

Todavia, como já observamos, a maioria dos estagiários realizaram práticas de ensino de Física mais tradicionais durante o estágio supervisionado. Até porque eles encontraram grandes obstáculos nas suas tentativas de abordar outros aspectos da realidade nas atividades educativas. Um caso emblemático dessa situação foi a tentativa que alguns grupos fizeram de abordar alguns aspectos da história da Ciência.

Por fim, nesse capítulo há alguns indícios do quanto nos parece significativo pensarmos que a introdução da temática ambiental no contexto escolar pode contribuir para o aprofundamento do debate sobre o lugar do conhecimento na escola.

O conhecimento escolar é um terreno fértil para o diálogo de saberes, desde que se entenda a não homogeneidade e a não hierarquização dos conhecimentos. Não há conhecimentos de segunda categoria, porém, há conhecimentos mais apropriados para algumas situações do que outros.

Uma possibilidade interessante de colocar à prova esse diálogo de conhecimentos é dada pela inclusão de aspectos da temática ambiental em processos educativos.

Os problemas levantados por ambientalista, ativistas e intelectuais, dos diferentes campos do saber, trazem questionamentos profundos para o nosso modo de compreender e nos relacionar com o mundo. Segundo Carvalho (2005), a temática ambiental traz possibilidades de sínteses inovadoras, que são apresentadas não só em termos da crítica aos padrões de produção social, como também na proposição de novos paradigmas da realidade.

Tendo por base os importantes questionamentos que a temática ambiental coloca para a sociedade como um todo, algumas questões se fazem presentes nesse momento: que obstáculos as compreensões de conhecimento e conhecimento escolar dos futuros professores colocam em relação à possibilidade de trabalhos educativos com aspectos da temática ambiental? As questões colocadas pela temática ambiental modificam, de alguma forma, a relação dos estagiários com o conhecimento científico e conhecimento escolar? Qual o envolvimento, a afinidade e o posicionamento do futuro professor de Física em relação aos temas controversos que envolvem aspectos da temática ambiental?

Estas são algumas questões que procuraremos explorar no trabalho dos estagiários diante da possibilidade de abordarem aspectos temas controversos e aspectos da temática ambiental em atividades de ensino de Física.

4 Os temas controversos, o ensino de Física e os futuros professores de Física

Várias atividades humanas são, sem dúvida, pautadas por conflitos e controvérsias das mais diferentes naturezas. O ponto comum entre todas essas controvérsias é o fato de envolverem julgamentos de valores. Nesse sentido, elas não podem ser resolvidas unicamente com base em fatos, evidências empíricas ou experimentos (WELLINGTON, 1986).

Do ponto de vista educacional, a abordagem dos temas controversos oferece situações de aprendizagem com valores e a expectativa de se colocar frente a perspectivas múltiplas em relação a uma determinada questão. Podemos também salientar que a abordagem dos temas controversos em práticas de ensino possibilita a emergência das subjetividades, das incertezas, dos conflitos, dos valores, dos questionamentos metafísicos e políticos. Questões diretamente relacionadas com os conflitos de natureza religiosa, étnica, política e econômica podem ser abordadas em sala de aula.

Alguns temas da Ciência e da Tecnologia, de modo específico, oferecem a oportunidade de trabalhar numerosas situações de natureza controversa como, por exemplo, a produção e utilização da energia nuclear, os alimentos modificados geneticamente e a clonagem de animais.

Para alguns autores (BRIDGES, 1986; WELLIGTON, 1986; GAYFORD, 2002; LEVISON, 2002; SILVA; CARVALHO, 2002 a, 2002 b, 2004, 2006; REIS, 2004) a abordagem dos temas controversos a partir de atividades de ensino pode auxiliar na compreensão dos complexos processos de construção das mais diferentes atividades científicas. Esses temas possibilitam explorar aspectos da natureza da Ciência que, normalmente, são pouco trabalhados nas salas de aula, tais como os dilemas éticos que acompanham as modificações ambientais e sociais decorrentes da aplicação de certas tecnologias.

Além disso, conforme destaca Reis (2004), a discussão de temas controversos na sala de aula promove a construção de uma idéia mais real e humana do empreendimento científico. Nesse sentido, a abordagem dos temas controversos contribui para desvincular a idéia da Ciência enquanto produto e promove a sua compreensão enquanto processo histórico em constante transformação. A Física, nesses termos, pode ser compreendida como uma

atividade humana (KNELLER, 1980) e, como tal, sujeita às influências de natureza sócio-histórica, econômica, política, filosófica e ambiental.

Resumindo, ao propor trabalhos educativos a partir dos temas controversos, partimos do pressuposto de que a dimensão dos conhecimentos a ser trabalhada na escola, para que esteja adequadamente articulada com as dimensões axiológica e política enfatize, além do produto, o próprio processo de produção desses conhecimentos. Neste caso, entendemos que o trabalho com os temas controversos poderia ser um dos princípios metodológicos[15] de caráter pedagógico para as atividades de ensino de Física.

Um outro aspecto muito interessante em relação à introdução dos temas controversos nas atividades educativas está diretamente relacionado com o fato de que essa abordagem solicita dos professores a realização de trabalhos que abordam aspectos éticos, ideológicos, sociais e ambientais (WELLINGTON, 1986; BRIDGES, 1986, LEVINSON, 2002). Além disso, esses autores chamam a atenção para aqueles aspectos normalmente distantes das salas de aula, tais como incertezas, complexidades, cotas dos mais diversos riscos sociais e ambientais e dilemas religiosos.

No entanto, mesmo considerando que a Ciência seja um palco natural para trabalharmos os temas controversos em atividades educativas, existem vários aspectos que podem dificultar a execução de trabalhos dessa natureza. Entre eles podemos enfatizar a tradição escolar de associar à Ciência um único modelo de raciocínio e método, fato que também leva à concepção de que essa forma de conhecimento é possuidora de verdades universais e totalizantes, conseqüentemente, livre das controvérsias e dos conflitos inerentes ao pluralismo de opiniões e métodos.

Nesse sentido, como já apontamos em outro item desse trabalho (Item 3.1), as experiências escolares que os futuros professores de Física vivenciaram ao longo dos seus processos formativos influenciam o que eles compreendem por Física e ensino de Física, situação que quase sempre os leva a privilegiar uma abordagem mais tradicional para a dimensão dos conhecimentos. O ensino de Física, em particular, freqüentemente tem se prestado a reforçar a imagem de uma Ciência neutra, portadora da verdade, universal, reduzida a um conjunto de leis que traduzem um Universo ordenado, determinado, harmônico, impessoal, idealizado e livre de qualquer subjetividade.

[15] Entendemos por princípio metodológico as idéias-chave que organizam e orientam metodologicamente o trabalho do professor em sala de aula. Para exemplificar, podemos dizer que os princípios metodológicos orientam a condução da prática pedagógica através de idéias-chave para a organização de procedimentos de ensino, escolha de conteúdos e formas de avaliação, definição de objetivos de ensino e etc.

Nesse capítulo, de modo especial, procuramos analisar, a partir dos dados coletados durante uma intervenção realizada junto às disciplinas Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I e II, em que medida os futuros professores de Física reconhecem e compreendem os complexos aspectos que levam à concepção de um tema controverso relacionado com a atividade científica e com os produtos das Ciências Naturais. Também procuraremos identificar os posicionamentos dos futuros professores de Física diante da possibilidade de abordar temas controversos em atividades de ensino de Física e, por fim, analisar os caminhos percorridos por eles quando se propõem a abordar temas controversos em suas práticas de ensino.

4.1 Os temas controversos e o ensino de Física: o futuro professor de Física e suas práticas pedagógicas

Como já apresentado no item 1.2, realizamos uma intervenção planejada junto às disciplinas de Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I e II. Em várias situações solicitamos aos futuros professores de Física que explicitassem seus pontos de vista e suas compreensões em relação aos temas controversos e à possibilidade de explorar esses temas em práticas de ensino de Física.

Numa dessas atividades, realizada no dia 03/07/2002 junto à disciplina Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I, solicitamos aos futuros professores de Física que realizassem uma atividade escrita (Anexo F) na qual identificassem aspectos controversos que poderiam ser explorados a partir dos conteúdos da Física, normalmente trabalhados nas atividades educativas do nível médio de ensino.

A análise sistemática desse material apontou quais eram, dentre os temas e os conteúdos da Física, aqueles que, na opinião dos futuros professores, seriam os mais adequados para a exploração de temas controversos. Além disso, observamos alguns caminhos que os futuros professores percorrem ao lidar com temas controversos.

Quatorze estagiários participaram desta atividade e, dentre estes, oito apontaram algumas implicações negativas diretas e indiretas da Tecnologia sobre o meio ambiente, além de alguns efeitos sociais graves decorrentes da utilização dessas tecnologias. Os outros seis estagiários apontaram aspectos mais gerais relacionados a essa temática. Exemplo:

> Em relação à tecnologia desenvolvida durante as guerras [...] Sabemos que toda guerra é horrível, pois há destruição e mortes; mas, se vista por um

> outro lado, vemos que é durante as guerras que temos um salto tecnológico [...]
> A Guerra Fria (EUA e URSS) foi a guerra que mais benefícios tecnológicos trouxe à humanidade, sem levar em conta a quantidade de empregos que foram gerados; contudo, vemos que por trás de uma guerra há avanços e retrocessos para nosso planeta.
> Logo vimos que uma guerra tem aspectos positivos e negativos. Positivos na visão tecnológica. Negativo na visão social e cultural de toda uma sociedade[sic]. (Guilherme)

A tabela 2 sistematiza os dados dos oito estagiários que associaram possíveis conteúdos específicos da Física a partir dos quais poderiam abordar as implicações negativas diretas e indiretas da tecnologia sobre a sociedade e o meio ambiente.

Tabela 2: Conteúdos da Física que, segundo alunos do curso de Licenciatura em Física, de uma Universidade Pública, matriculados na disciplina Prática de Ensino, podem proporcionar trabalhos educativos com temas controversos.

Conteúdo de Física	**Número absoluto de indicações**
Eletromagnetismo: produção de energia elétrica	03
Termodinâmica: máquinas térmicas	03
Física Moderna: energia nuclear	02
Físico – química: soluções	01

- Mais de uma resposta pode estar classificada em diferentes grupos
- No nível médio de ensino o conteúdo soluções químicas é, tradicionalmente, abordado nos currículos da disciplina química.

Podemos observar na tabela 2 que os futuros professores associam mais freqüentemente temas relativos à produção e utilização de energia – energia elétrica e nuclear - com algumas implicações negativas diretas e indiretas da tecnologia sobre o meio ambiente e a sociedade. É ainda possível observar na tabela 2 que o conteúdo máquinas térmicas também obteve várias citações dos estagiários.

Os dados obtidos a partir dessa atividade, na qual os futuros professores de Física identificam aspectos controversos que poderiam ser explorados a partir dos conteúdos da Física (Anexo F), ainda nos possibilitaram construir a tabela 3, onde indicamos os impactos ambientais que mais freqüentemente os futuros professores associam com a aplicação dos produtos da Ciência e da Tecnologia.

Tabela 3: Impacto ambiental associado pelos alunos do curso de Licenciatura em Física, de uma Universidade Pública, matriculados na disciplina Prática de Ensino, à aplicação da Ciência e da Tecnologia.

Conteúdo/ Tema	Impactos ambientais	N^0 de indicações	Exemplo
Termodinâmica: máquinas térmicas	Liberação de resíduos de combustíveis fósseis no meio ambiente	03	[...] um bem tecnológico de valor inestimável é também um mal social, justamente porque ele não consegue converter em trabalho todo combustível que recebe, liberando a parte excedente ou resídua, para o meio ambiente. (Antônio)
Eletromagnetismo: produção de energia elétrica em larga escala	Alteração do meio ambiente em larga escala	02	Como é sabido, pelo menos por alguns, gerar energia significa deteriorar ou no mínimo modificar de forma neutra (o que acho impossível) o meio ambiente. (Glauco)
Física Moderna: energia nuclear	Liberação de resíduos radioativos no meio ambiente	02	Vale também lembrar os testes nucleares realizados tanto por países desenvolvidos (como é o caso dos EUA, Alemanha, França e Rússia), como também por países em desenvolvimento (caso de China, Índia e Paquistão) em todo o planeta, tendo, muitas vezes, conseqüências desastrosas ao meio ambiente. (Beto)
Eletromagnetismo: produção de energia elétrica em pequena escala	Liberação de resíduos químicos no meio ambiente	01	Na minha opinião, uma das discussões essenciais sobre este tema seria sobre a questão ambiental[sic], o que fazer com as pilhas e baterias descarregadas; será que os alunos têm consciência das conseqüências de se jogar estes objetos em lixos domésticos? (Alberto)
Físico – Química: soluções	Liberação de resíduos químicos e orgânicos no meio ambiente	01	A Ciência como um todo produz muitas substâncias tóxicas, decorrentes das suas pesquisas; poucos laboratórios tratam estas substâncias antes de devolvê-las para a natureza. (Emilio)

- Mais de um trabalho está classificado em duas ou mais categorias.

De modo geral, os estagiários indicam que, dentre os principais impactos ambientais provocados pela utilização dos produtos da Ciência e da tecnologia, destacam-se aqueles decorrentes da liberação de resíduos no meio ambiente.

Em outra atividade, realizada nas disciplinas com as quais trabalhamos, coletamos e analisamos os planos de ensino dos futuros professores. Os dados obtidos com esses documentos nos mostraram quais eram as relações entre Ciência e Tecnologia, com suas conseqüências negativas diretas e indiretas sobre o meio ambiente, que os estagiários haviam construído.

Para apresentar os dados coletados a partir dos planos de ensino dos estagiários organizamos a tabela 4.

Tabela 4: Conteúdos de Ciência e Tecnologia que podem ser explorados a partir de suas implicações negativas diretas e indiretas sobre o meio ambiente, segundo grupos de alunos do curso de Licenciatura em Física, de uma Universidade Pública, matriculados na disciplina Prática de Ensino.

Conteúdo científico e tecnológico	Grupos	Exemplo
máquinas termodinâmicas	Grupo 1	O estudante deve ser capaz também de conjecturar [sic] as conseqüências que o uso desses equipamentos termodinâmicos trazem ao meio ambiente e à economia.
leis da mecânica clássica	Grupo 2	Estas (teorias), por sua vez, nos ajudam a compreender as máquinas, suas operações (funcionamento) e aplicações, como, por exemplo, as alavancas, polias ou roldanas e rodas dentadas que formem sistemas complexos e estão presentes em nosso cotidiano (exemplificando, são utilizados em automóveis, aviões, trens, navios, oficinas industriais, e até mesmo dentro de nossas casas), tudo sempre de acordo com suas vantagens e desvantagens, e com possíveis riscos/benefícios que podem influenciar no meio que nos engloba de uma maneira geral.
geração de energia	Grupo 3	Promover uma conscientização da problemática ambiental, gerada em virtude da produção e do uso da energia; buscar novas fontes de informação adquirindo uma postura consciente enquanto cidadão.
equipamentos que produzem algum tipo de emissão eletromagnética e radioativa	Grupo 4	Para que o jovem se familiarize com radiação eletromagnética que está presente no seu cotidiano, desde Ondas de Rádio até Raios – X, e também radiação nuclear; assim o aprendizado sobre radiação deve estimular o jovem a desenvolver a capacidade de emitir julgamento de valores sobre seus riscos e benefícios...
equipamentos que produzem e recebem algum tipo de emissão eletromagnética	Grupo 5	Utilizando um rádio, demonstrar a captação de ondas eletromagnéticas e a codificação e a decodificação de informações. E discutir sobre a sua importância para a humanidade inclusive com os aspectos de interferência no meio ambiente e no ser humano (mutações genéticas), pedir para que os alunos discutam a importância das ondas eletromagnéticas para a sociedade e o problema da exposição exagerada dos seres vivos às ondas eletromagnéticas.

Como podemos observar da tabela 4, em seus planos, os estagiários indicam a possibilidade de abordar as conseqüências negativas da utilização de certas tecnologias. Todavia, chama nossa atenção o fato de a maioria dos estagiários apresentarem essas possibilidades apenas no item destinado ao objetivo de seus planos. De todos os grupos que abordaram temas controversos em seus planos de ensino, apenas o grupo 4 traz algo dessa temática no item referente aos conteúdos.

Novamente podemos observar, agora através dos dados obtidos com os planos de ensino, que, para os estagiários, os conteúdos da Física que possibilitam aplicações tecnológicas mais claras e conhecidas são também aqueles que mais facilmente podem ser explorados a partir das suas controvérsias. Grandes alterações ao meio ambiente, como por exemplo, a liberação de resíduos, radiações eletromagnéticas e nucleares são assuntos que, segundo os estagiários, problematizam de forma controversa o estudo de alguns produtos da Ciência e da Tecnologia.

Quanto a esse assunto, vale registar que os documentos oficiais, estudados pelos estagiários durante as disciplinas Prática de Ensino I e II, apontam que algumas considerações sobre a questão da tecnologia possibilitam a apresentação e a discussão de alguns impactos ambientais em práticas de ensino de Física. Todavia, não há nesses documentos oficiais uma menção mais clara sobre a possibilidade de abordar de forma mais complexa e articulada os diferentes aspectos que contribuem para a constituição da temática ambiental.

Como podemos observar na tabela 4, o grupo 4 pretende abordar alguns aspectos da temática ambiental a partir da dimensão dos valores. Nesse sentido, os estagiários afirmam que parte dos objetivos do plano de ensino estão relacionados com a participação dos estudantes nas atividades da disciplina que deverá propiciar-lhes condições para que sejam capazes de

> - Articular o conhecimento físico para emitir juízo de valores em relação a situações de risco;
> - Emitir juízo de valores em relação aos perigos e vantagens dos Raios-X e radiação nuclear;
> - Emitir juízos de valores em relação às vantagens e desvantagens do uso de energia solar como fonte de abastecimento;
> - Emitir juízo de valores sobre a poluição sonora. (Grupo 4).

Novamente os dados indicam que os grupos de estagiários que decidiram abordar temas controversos em suas atividades de ensino, fazem-no a partir da explicitação de

algumas controvérsias diretamente relacionadas com as implicações negativas da Ciência e da Tecnologia sobre o meio ambiente e a sociedade.

No entanto, quando lançamos o olhar para os dados que coletamos a partir das gravações das aulas do estágio dos futuros professores de Física, observamos que há uma ausência significativa de alguns importantes aspectos relacionados ao conhecimento científico sobre intensificação do Efeito Estufa, mesmo do ponto de vista estritamente conceitual. Vejamos alguns casos que explicitam essa situação.

Como já observamos em outro momento, os dados relativos às gravações das práticas pedagógicas do grupo 04 no Estágio II, por exemplo, indicam que os estagiários não mencionaram em nenhum momento que o Efeito Estufa é um fenômeno natural importante para a manutenção da vida na Terra. Ao iniciar a apresentação do tema, estes estagiários destacaram que o Efeito Estufa é um fenômeno prejudicial ao homem e à natureza, desconsiderando totalmente o fato de que este é um fenômeno natural de importância vital para a manutenção da vida[16] na Terra. O grupo abordou alguns aspectos relacionados com a intensificação do Efeito Estufa sobre a Terra a partir da discussão dos efeitos decorrentes da utilização de algumas máquinas que emitem gases antropogênicos na atmosfera. Eles mencionaram que esses gases produzidos pelo ser humano induzem ao aquecimento global, sobretudo porque esses gases emitidos interagem com a radiação eletromagnética do comprimento de onda na faixa do infravermelho.

Em relação aos materiais didáticos produzidos/utilizados, os dados coletados evidenciam que o grupo 04 trabalhou o tema Efeito Estufa em sala de aula a partir de um texto de um jornal de grande circulação que estava à disposição na rede mundial de computadores.

Porém, o texto utilizado pelo grupo 04 em suas atividades educativas misturava o que é efeito principal do Efeito Estufa com as alterações que nele são provocadas pela ação direta e indireta do homem sobre o ambiente. Além disso, este texto não mencionava vários aspectos significativos relacionados ao Efeito Estufa, tais como a contribuição significativa do vapor de água para a constituição do efeito principal, ou as inúmeras incertezas inerentes às teorias científicas que estudam o tema.

Além disso, o grupo 04 não propôs nem realizou atividades de ensino que levassem os estudantes da escola média a questionar nossos padrões de relacionamento com a natureza. Os

[16] Vida que possui a forma e a variedade conhecida atualmente.

dados coletados a partir das gravações das aulas do estágio indicam que esses futuros professores não promoveram uma abertura para o diálogo em sala de aula.

Contudo, concebemos que os temas controversos oferecem algumas oportunidades para questionarmos e avaliarmos nossos padrões de relacionamento com a natureza e a forma como nos organizamos em sociedade. Ao mesmo tempo em que somos agraciados com os benefícios espetaculares das proezas científicas e tecnológicas, também sofremos as graves conseqüências dos efeitos sociais e ambientais diretamente atrelados a elas. O trabalho educativo com temas controversos permite explicitar alguns dilemas morais e éticos relacionados com a aplicação dos produtos e dos processos da Ciência e da Tecnologia.

Já o grupo 01, abordou alguns aspectos do tema Efeito Estufa ao final da última aula do mini – curso. O grupo abordou esta temática como sendo um exemplo de aplicação dos conceitos introduzidos e trabalhados nas três aulas anteriores. A estratégia do grupo foi apresentar aos estudantes um texto relativamente longo sobre o assunto e, ao final da aula, iniciar alguma discussão sobre o tema. Especificamente em relação ao material didático de apoio utilizado pelos professores-estagiários do grupo 01, chama a nossa atenção o fato de terem utilizado um texto sobre o Efeito Estufa produzido pelo astrônomo norte-americano Carl Sagan. O texto, segundo nossa avaliação, possui vários pontos interessantes como, por exemplo:

- não apresentar o Efeito Estufa como algo maléfico, mas dizer que a intensificação deste efeito traz conseqüências aos meios social e natural ainda mal compreendidas;
- mencionar de forma explícita que os modelos para analisar este fenômenos são considerados controversos dentro do próprio meio científico;
- diferenciar, ainda que rapidamente, as contribuições de diferentes gases estufa para a intensificação do Efeito Estufa, inclusive considerando a importância do vapor d'água neste processo;
- apontar outros aspectos relacionados ao tema, como os políticos e econômicos.

Entretanto, o texto não apresenta de forma mais explícita as profundas divergências que estão diretamente relacionadas aos posicionamentos políticos e econômicos dos atores sociais.

O texto citado poderia tornar-se uma importante ferramenta pedagógica, mas, a provável falta de experiência do grupo 01 com estudantes do ensino médio e a idéia de tratar o tema como um apêndice do curso acabaram levando os estagiários a explorarem de forma superficial o texto apresentado aos alunos.

De modo geral, o grupo 01 não problematizou o texto de Carl Sagan em sala de aula. Os estagiários simplesmente entregaram o texto para os estudantes no final da penúltima aula do mini-curso, solicitando que eles o lessem em casa, durante a semana que os separavam do último encontro. Entretanto, os estudantes do ensino médio não realizaram a leitura do texto em casa. Esta situação exigiu um certo improviso dos professores-estagiários em sala de aula, já que ao invés de uma atividade dialogada houve uma aula expositiva sobre os temas abordados pelo texto.

Também queremos destacar que os integrantes do grupo 01, em entrevista realizada após as aulas do Estágio II, forneceram importantes informações sobre os caminhos percorridos por eles para planejar as atividades de ensino nas quais abordaram o Efeito Estufa. Inicialmente, solicitamos ao grupo 01 indicações sobre o processo de escolha do material que serviu para alicerçar o planejamento e a execução das atividades de ensino.

Segundo os integrantes do grupo, um único material foi utilizado para preparar o tema Efeito Estufa em suas atividades de ensino de Física. Esse material foi retirado do livro de divulgação científica, escrito pelo astrônomo norte-americano Carl Sagan (Bilhões e Bilhões), ao qual já fizemos referência. Os alunos fizeram uso de um capítulo do referido livro e nele o autor apresenta e discute alguns aspectos da intensificação do Efeito Estufa na Terra.

É significativo que este tenha sido o único texto utilizado pelo grupo para explorar um tema que, como já vimos, mostra-se complexo e controverso, até mesmo do ponto de vista estritamente científico e técnico. Esse fato novamente reforça a idéia de que os estagiários desconheciam aqueles aspectos mais complexos e controversos que estão diretamente relacionados ao tema e que, sem dúvida, poderiam ser úteis na construção de um quadro mais realista da temática.

Observamos também que para alguns estagiários, essas tentativas de abordar os temas controversos acabam se tornando experiências complicadas de serem realizadas, sobretudo por conta da exigência de explorar outros aspectos da realidade que normalmente estão mais distantes de suas vivências escolares.

Para a estagiária Carolina, o trabalho com temas controversos de natureza ambiental, por exemplo, estão distantes dos problemas tradicionalmente analisados pelos físicos. Para ela, o físico e o professor de Física cumprem bem o seu papel quando se restringem a falar sobre a natureza fundamental dos fenômenos sensíveis. Além disso, a linguagem tradicionalmente utilizada pelos físicos é, segundo sua opinião, a matemática, daí a importância das fórmulas, ou relações entre grandezas traduzidas em leis.

Conforme já vimos no item 3 desta pesquisa, a estagiária argumenta que os trabalhos educativos que se distanciam de uma perspectiva mais tradicional estão mais sujeitos a deixar a Física em segundo plano além de ocuparem o tempo que é destinado a trabalhar uma longa lista de conteúdos tradicionais dessa disciplina.

Retomando os dados obtidos a partir da atividade escrita, na qual os estagiários foram solicitados a identificar aspectos controversos que poderiam ser explorados a partir dos conteúdos da Física (Anexo F), observamos que eles fizeram algumas tentativas de articular temas controversos das mais distintas naturezas com alguns conhecimentos sistematizados da Física.

A partir da sistematização desses dados, construímos a tabela 5.

Tabela 5: Controvérsias que os alunos do curso de Licenciatura em Física, de uma Universidade Pública, matriculados na disciplina Prática de Ensino articulam com os conhecimentos sistematizados da Física.

Contexto	N^0 de citações	Exemplos
Social	06	Sobre a mesma questão - ambiental - poderia se juntar[sic] ainda discussões sobre aspectos sociais, econômicos, éticos e históricos; como exemplo, pode-se citar a cidade de Bauru, que está sofrendo as conseqüências sociais, mais especificamente da saúde[sic], pela falta de ética e por questões financeiras de uma indústria de fabricação de baterias de carros. (Alberto)
Econômico	04	Com o advento das máquinas térmicas, foi possível organizar um novo tipo de produção [...] O professor poderia localizar a controvérsia ao chamar a atenção dos alunos para o fato de que, entre outras coisas, o desenvolvimento científico permite o crescimento econômico. (Almir)
Político	04	Um aspecto político pouco enunciado na imprensa e que os alunos não têm contato[sic] foi que a Argentina não gostaria da construção dessa usina (Itaipu), e como não conseguiram barrar a construção, apenas fizeram que diminuíssem o tamanho do projeto inicial[sic]. (Henrique)
Histórico	03	Sobre a mesma questão - ambiental - poderia se juntar[sic] ainda discussões sobre aspectos sociais, econômicos, éticos e históricos... (Henrique)
Ético	03	[...] nessa questão entraria também os aspectos ambientais (já citados)[sic] e os aspectos éticos (a utilização para o bem ou para o mal da energia nuclear – as ogivas nucleares sendo empregadas tanto para o desenvolvimento tecnológico do homem e sua sobrevivência em nosso meio, ou mesmo para sua autodestruição e dos demais seres). (Beto)

Mais de uma resposta pode estar classificada em diferentes grupos.

Os dados sistematizados na tabela 5 nos levam a inferir que os temas controversos auxiliam os estagiários a articular outros aspectos da realidade, além dos ambientais, a partir

dos conteúdos da Física. Questões controversas de natureza ética, por exemplo, são mencionadas pelos estagiários que abordam algumas implicações associadas à produção e utilização da energia nuclear.

Além disso, merece destaque o fato de que alguns estagiários chamaram a atenção para controvérsias de natureza política como, por exemplo, as que estiveram relacionadas com a construção da hidrelétrica de Itaipu.

De modo especial, queremos apresentar a construção mais elaborada dos argumentos de quatro estagiários que apontam para a possibilidade de explorar temas controversos a partir dos conhecimentos sistematizados pela Física. No trecho abaixo, por exemplo, podemos observar que o estagiário Glauco explicita importantes prejuízos sociais e culturais diretamente relacionados com os impactos ambientais provocados pela produção de energia elétrica em larga escala,

> [...] Ao construir uma grande hidrelétrica, por exemplo, estamos, em alguns casos, inundando cidades inteiras e, às vezes, destruindo culturas milenares, o que traz atraso para o nosso progresso social, pois nossa cultura atual é baseada no acúmulo de conhecimentos pré-existentes [...] Todos esses fatores que alteram o ambiente estão de forma direta ou indireta nos afetando, porque estamos inseridos nesse meio ambiente [...] O professor pode mostrar a Física que está por trás da questão ambiental, os fatores econômicos e políticos por trás da produção energética e, assim, mostrar aos alunos que Física não é só conta. (Glauco).

Em outro exemplo observamos que o estagiário Antônio procura construir um contexto em que benefícios sociais e econômicos estão articulados com diferentes impactos ambientais e sociais:

> [...] No desenrolar do curso de termodinâmica, podemos levar os alunos a analisar sobre o crescimento tecnológico sem fronteiras, seus benefícios e malefícios sobre os povos. No curso de termodinâmica trabalhamos com um dos mais clássicos problemas da área: as máquinas térmicas. Sob esse escopo podemos levar os alunos a divagar sobre a necessidade e o impacto dessa teoria e da aplicação dela... Os carros que nos transportam todos os dias, que fazem fluir todo o escoamento dos produtos de nossa sociedade capitalista [sic], os carros que levam as pessoas e movem a sociedade são os mesmos carros que ajudam a destruir a camada de ozônio e alimentam o aquecimento global através da emissão de gases estufa (nesse momento poderíamos citar que o próprio planeta Terra é uma "máquina térmica"). Ou seja, um bem tecnológico de valor inestimável é também um mal social, justamente porque ele não consegue converter em trabalho todo combustível que recebe e libera parte excedente ou resídua, desse combustível para o meio ambiente. Aqui poderíamos questioná-los (os alunos) sobre a gravidade do impacto ambiental sob os benefícios da tecnologia. Houve um momento

> no desenvolvimento dos carros que aconteceu uma ruptura entre o que era estritamente técnico (projeto) e o que passou a ferir o meio ambiente e prejudicar a humanidade. Nesse momento é inútil pensar que sem a Ciência acabam-se os problemas, ao contrário, a conscientização científica nesses casos é a única saída [...] (Antônio).

Além de alguns aspectos sociais e ambientais que se articulam no argumento construído por Antônio, as suas observações são especialmente interessantes por dois motivos: o estagiário admite a importância de avaliar com seus alunos os efeitos negativos de natureza social e ambiental que são decorrentes da utilização da tecnologia, e, em outro momento, ele parece admitir o importante papel, até mesmo definitivo, da Ciência na produção e condução da nossa sociedade.

O argumento que o estagiário apresenta sugere que ele concebe a atividade científica como tendo o poder de solucionar, sozinha, os principais problemas da sociedade; algo como imaginar que os graves problemas ambientais possam ser solucionados mediante uma administração científica da natureza. Se for assim, certamente esta é uma situação que coloca certos limites na possibilidade do estudante considerar as potencialidades do diálogo com outros saberes e mesmo da construção de análises mais complexas da problemática ambiental.

Para Bornheim (1985), os problemas ambientais estão intimamente relacionados com a forma como fazemos a natureza presente. Daí que, segundo o autor (1985, p.20), a destruição da natureza no caso quer dizer, por exemplo, "[...] a redução da natureza às exigências estipuladas pelo consumo como critério final e tal como o encontramos organizado na sociedade contemporânea." Nesse sentido, a Ciência não oferece condições de solução para o problema, pois o progresso da Ciência se faz de modo quase imperturbável em relação aos problemas ambientais. A solução passa, necessariamente, pela dimensão política.

Vale relembrar que os temas controversos favorecem a possibilidade da ocorrência de diálogo entre os saberes e os conhecimentos, fundamentalmente por conta da possibilidade da emergência dos valores, do reconhecimento e da construção de um processo de hibridização entre a Ciência, a tecnologia e os saberes populares (LEFF, 2002).

Em outro argumento, coletado a partir dessa mesma atividade (Anexo F), o estagiário Alberto procura articular os impactos negativos provocados pela produção de energia elétrica através de pilhas e baterias, com diversos aspectos sociais, econômicos, éticos e ambientais. Segundo o estagiário:

> Um possível tema controverso do conteúdo [sic] de Física do ensino médio é a geração de energia elétrica... restringindo a presente discussão à geração de energia elétrica em "pequena escala", e considerando esta pequena escala

> como a energia elétrica produzida por pilhas e baterias, temos vários aspectos da realidade humana que podem ser trabalhadas pelo professor junto aos alunos. Em minha opinião, uma das discussões essenciais sobre este tema seria sobre a questão ambiental. O que fazer com as pilhas e baterias descarregadas? Será que os alunos têm consciência das conseqüências de se jogar estes objetos em lixos domésticos? Sobre a mesma questão poderia se juntar [sic], ainda, discussões sobre aspectos sociais, econômicos, éticos e históricos. Para exemplificar, a cidade de Bauru está sofrendo as conseqüências sociais, mais especificamente da saúde [sic], pela falta de ética de alguns e por conta das questões financeiras de uma indústria de fabricação de baterias de carros. As questões apresentadas até o momento são exemplos do aspecto ruim associado ao tema apresentado. No âmbito histórico, pode-se falar sobre as origens e a descoberta das pilhas e baterias. Poderíamos contextualizar estas descobertas com as necessidades sociais e econômicas da época em que ocorreram. (Alberto)

Chama nossa atenção o fato de o estagiário tentar abordar aspectos da temática ambiental a partir de uma controvérsia diretamente relacionada com dejetos químicos. Também é significativo que o estagiário faça referência a uma ocorrência que se deu numa situação amplamente divulgada pelos meios de comunicação social.

No trabalho de outro estagiário, Almir, encontramos a construção de um longo e interessante texto no qual há uma tentativa de se construir um argumento crítico em relação ao modelo atual de organização social. O estagiário inicia seu texto a partir da discussão do significado da revolução industrial, apontando as importantes mudanças sociais e ambientais provocadas pelo surgimento da articulação definitiva entre a atividade científica e a produtiva. Abaixo apresentamos alguns trechos de um longo texto escrito pelo estudante nessa atividade,

> Em primeiro lugar, cabe identificar um tema da área de Física que proporcione margem à discussão de temas controversos. Assim sendo, uma das áreas que satisfazem tal condição seria o advento e desenvolvimento da Ciência termodinâmica. A escolha desse tema poderia ser explicada pela diversidade de conseqüências por ela produzida. Assim, o professor poderia trabalhar aspectos ecológicos, econômicos, sociais, políticos, histórico-científicos, etc, detalhados abaixo [...] Com o advento das máquinas térmicas, foi possível organizar um novo tipo de produção, mais eficiente, e que funcionava em grande escala, atendendo a um número cada vez maior de consumidores. Desta maneira, o progresso científico acarretou transformações econômicas, uma vez que influenciou de forma excessiva a economia dos países que iniciaram a revolução industrial (o exemplo da Inglaterra). O professor poderia localizar a controvérsia ao chamar a atenção dos alunos para o fato de que, entre outras coisas, o desenvolvimento científico permite o crescimento econômico [...] O professor poderia analisar as diferenças sociais entre os países que detêm e aqueles alheios ao desenvolvimento científico–tecnológico. Seria possível analisar, por exemplo, qual o grau de desenvolvimento de sociedades tecnológicas e não tecnológicas, como estão estruturadas suas classes sociais, como é sua produção artístico–cultural, o quão dependente ela é dos países ditos de 1º

> mundo, o quanto o desenvolvimento da cultura capitalista causada pelo desenvolvimento industrial esmagou as relações sociais entre as pessoas, os laços de solidariedade, a fraternidade e o respeito às tradições locais.
>
> Em relação às conseqüências ambientais e ecológicas, o professor poderia promover uma discussão sobre os limites para a industrialização da sociedade. Assim, poderia analisar o quão lucrativa é uma nova técnica e o quão penosa ela se mostrar ao ambiente. O aluno seria levado então a colocar ganhos e perdas numa balança e tirar conclusões com a ajuda do professor. Quantas técnicas e quanto dinheiro não vêm sendo gastos para amenizar danos causados pelas próprias técnicas de produção? O quão caro a vida humana está pagando em termos de saúde e qualidade de vida para receber produtos e serviços ditos benéficos? São questões que gerariam boas discussões em sala de aula.
>
> Por fim, o professor poderia sugerir que, levando em conta todos esses aspectos anteriormente discutidos, o aluno substituísse a atual sociedade tecnológica por uma outra, teórica, em que os problemas por eles levantados fossem amenizados ou extintos. Para tanto, caberia usar o conhecimento de Física aprendido para maximizar a cadeia produtiva e amenizar os efeitos nocivos. (Almir).

O texto elaborado por Almir apresenta um nível de reflexão bem interessante em relação à articulação de um tema controverso com diferentes aspectos da realidade. Tendo por eixo orientador algumas controvérsias de natureza política e econômica, o estagiário constrói uma crítica sobre a forma como o ser humano se organiza em sociedade.

A análise construída pelo estagiário admite ainda a relação entre uma dimensão mais técnica e científica e outra mais voltada para as questões sociais. O estagiário chama a atenção, de modo especial, para as questões sociais e ambientais articuladas com o advento da primeira revolução industrial. Ele destaca que essa revolução só foi possível a partir de uma conexão muito estreita entre a Ciência e os meios de produção social.

Ao final da análise dessas atividades escritas, ficamos com a impressão de que alguns dos futuros professores de Física se apropriam de fragmentos daqueles discursos proferidos em sala de aula tanto pelo professor da disciplina Prática de Ensino, quanto pelos textos de divulgação científica e pelos documentos oficiais. Porém, outros estagiários, como no caso de Almir, parecem ser capazes de construir argumentos um pouco mais elaborados, inclusive articulando vários aspectos da realidade ao descreverem um tema controverso de natureza econômica e política.

Ainda sobre o acoplamento que os estagiários constroem entre os temas controversos e outros aspectos da realidade, voltamos aos dados obtidos com a entrevista. Numa delas, o grupo 04 relata que abordou um tema controverso a partir de sua dimensão mais histórica e cultural.

> **Professor:** - Então, pelo o que vocês estão falando, o que deu mais trabalho estava relacionado com a tentativa de abordar outros aspectos da realidade, tipo históricos? É isso? Tem mais?
> **Douglas:** - Isso. Na verdade os aspectos controversos não foram muito difícil não [sic]. Os aspectos controversos só deram um pouco de trabalho, principalmente na procura e tal, mas foi interessante...
> **Professor:** - Aspectos controversos? Em que momento vocês os exploraram no processo educativo?
> **Douglas:** - Então, quando a gente estava começando a pensar nas aulas, dependendo do assunto, podíamos abordá-los em um leque muito grande.
> **Professor:** - Vou insistir um pouco mais. O que significava explorar temas controversos? Como eles apareciam?
> **Douglas:** - A gente falou de óculos escuros no mini-curso. A gente estava falando sobre a proteção contra raio ultravioleta e também um pouco sobre lentes. Nisso a gente também estava abordando uma coisa que fala sobre moda, sobre massificação de produtos e tal. Senti que era possível falar também de marginalização e preconceito, pois geralmente os óculos escuros eram usados por pessoas consideradas marginais ou portadoras de defeitos físicos e doenças.
> **Daniel:** - Algumas pessoas usavam óculos escuros para fugir da policia e achamos isso interessante e engraçado.
> **Douglas:** - E acabou que nesses últimos tempos esses óculos tornaram-se uma coqueluche. Todo mundo está usando e antigamente usar óculos escuros era complicado.

Ainda com relação ao trecho de entrevista do grupo 04, também notamos que houve alguns entendimentos diferentes em relação ao que seria um tema controverso no âmbito científico.

O entendimento que o grupo 04 apresentou sobre temas controversos, nesse momento, afasta-se de uma temática que discuta os aspectos controversos que envolvem os impactos negativos diretos e indiretos da tecnologia e da Ciência sobre o meio ambiente e a sociedade. Neste sentido, o grupo 04 identificou os temas controversos de uma forma diferente daquela trabalhada na disciplina prática de ensino.

Todavia, o grupo 04 abordou alguns aspectos do tema Efeito Estufa em suas práticas de ensino realizadas no Estágio. Em outro momento da entrevista eles destacaram que,

> **Daniel:** - A gente trabalhou com ondas eletromagnéticas. A gente achou varias opções de trabalhar esses temas controversos, como por exemplo, o Efeito Estufa.
> **Professor:** - O que vocês acharam? Foi interessante o trabalho sobre Efeito Estufa? Como vocês relacionaram isso com a Física? Enfim, comentem um pouco sobre a forma como vocês levaram isso para a sala de aula?
> **Douglas: -** A gente trabalhou com este tema porque é uma coisa atual. A gente resolveu colocar isso porque é uma coisa importante e está relacionado com o jeito do mundo. Você tem que ter consciência de que o escapamento do seu carro está afetando a atmosfera e outras coisas. Porém, esquecemos de mencionar que o Efeito Estufa é um efeito natural. Na verdade não é só

> um efeito nocivo, se não fosse o Efeito Estufa não teria como haver vida na terra e outras coisas. A abordagem desse assunto é legal porque fala muito disso na TV. [sic]
> **Daniel:** - Eu acho legal também. Todo mundo já ouviu falar de Efeito Estufa e este assunto é da Física também.

Pelo que podemos notar, o estagiário Douglas indica que deixaram de mencionar em sala de aula certos aspectos sobre o tema Efeito Estufa que, na nossa opinião, são essenciais para uma abordagem mais complexa do assunto. Na seqüência, iremos analisar alguns dados que indicam a maneira com que os estagiários lidaram com temas controversos relacionados com a temática ambiental em salas de aula.

4.2 Considerações sobre o capítulo

Ao retomar as idéias desenvolvidas nesse capítulo, parece-nos evidente que grande parte dos estagiários que participaram desta pesquisa possuem algumas dificuldades em construir e realizar atividades de ensino mais articuladas com temas de natureza controversa. Entretanto, ao analisarmos os documentos escritos pelos futuros professores, notamos que alguns deles conseguem articular argumentos mais elaborados em atividades pedagógicas que solicitam uma reflexão sobre os temas controversos e o ensino de Física.

Consideramos que é um dado relevante perceber que, para alguns estagiários, os conteúdos da Física possibilitam explorar temas de natureza controversa. A entrada nesses temas parece dar-se justamente pela abordagem crítica de algumas implicações negativas da interferência do homem na natureza através de equipamentos tecnológicos. Nesse sentido, mais do que os benefícios associados à atividade científica e tecnológica, espera-se que o futuro professor de Física possa abordar alguns dilemas éticos, ambientais e sociais que acompanham as proezas decorrentes da aplicação de certas tecnologias.

Contudo, como já observamos, há inúmeras situações que dificultam a utilização dos temas controversos em atividades de ensino. Mesmo do ponto de vista mais conceitual, notamos certas dificuldades dos estagiários em lidar com um tema de natureza controversa em sala de aula.

Observamos, por exemplo, que em nenhum momento, durante as aulas do estágio, os grupos abordaram o balanço radioativo entre a Terra e o Sol, aspecto relevante para explicarmos, do ponto de vista físico, parte dos efeitos naturais que interferem nas variações da temperatura terrestre. O balanço radioativo entre a Terra e o Sol não pode ser desprezado,

caso se queira fazer uma abordagem Física minimamente coerente com os atuais conhecimentos científicos relacionados com esse fenômeno.

Em relação aos processos de trocas energéticas realizadas na atmosfera, destaca-se o fato dos dois grupos não mencionarem que as moléculas de vapor de água existentes na atmosfera contribuem de modo significativo para a existência do Efeito Estufa principal. Segundo alguns autores (XAVIER; KERR, 2004; GOLDEMBERG, 2001) o vapor de água contribui com algo em torno de 65% do Efeito Estufa principal e o CO_2 com aproximadamente 32%. Nesse sentido, os grupos não diferenciaram o efeito principal, benéfico ao planeta, de suas variações.

As análises realizadas com modelos matemáticos mostram que a absorção de ondas eletromagnéticas longas pelo vapor de água é tão significativa que, outros gases, que também absorvem radiações de ondas longas, contribuem muito pouco para com o Efeito Estufa principal. Entretanto, há uma região do espectro de ondas longas em que a absorção de radiação infravermelha pelas moléculas de vapor de água e CO_2 é fraca. Essa região do espectro de ondas longas é conhecida como janela atmosférica[17].

Vale então destacar que os estagiários também não mencionaram as diferentes janelas atmosféricas pelas quais algumas freqüências de radiação infravermelha estão deixando de sair da Terra. A presença maciça de gases artificiais na atmosfera (CFC 11, CFC 12, HCFC 22, CF_4) provoca uma intensificação significativa do Efeito Estufa principal (XAVIER; KERR, 2004; GOLDEMBERG, 2001).

Os diferentes gases estufas contribuem de diferentes maneiras para a intensificação deste fenômeno, sobretudo por conta dos diferentes comprimentos de radiação infravermelha que podem absorver e do tempo de residência de cada gás na atmosfera (XAVIER; KERR, 2004).

No entanto, o aspecto mais importante, do nosso ponto de vista, foi a ausência de consideração por parte dos estagiários de complexas variáveis que envolvem o estudo e a discussão desse fenômeno, fato que indica inúmeras incertezas nos modelos explicativos atuais da Ciência (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2001). Nenhum dos grupos colocou em pauta para discussão, por exemplo, o fato de que estas teorias são modelos da realidade e que representam uma tentativa do homem explicar um fenômeno extremamente complexo. Em nenhum momento foi mencionado o complexo sistema de

[17] Janela atmosférica é uma região do espectro de ondas longas, de 8 a 12 μm, na qual a absorção por vapor de água e CO_2 é fraca. Outros gases traço como O_3 e CH_4 possuem bandas de absorção das ondas nessa região. Este fenômeno contribui de forma significativa para o aprisionamento das radiações, apesar da pouca concentração desses gases (XAVIER; KERR, 2004).

realimentação do sistema climático, situação que leva à ocorrência de incertezas bastante significativas.

Diferente disso, os estagiários abordaram o fenômeno a partir de seus pontos principais, apresentando Efeito Estufa como algo maléfico, desdobrando-se disso uma visão mais catastrófica do fenômeno. No entanto, o Efeito Estufa poderia, por exemplo, ser entendido como um típico quase-objeto, na concepção, já mencionada, de Latour (2005). Neste caso, podemos dizer que este é um daqueles fenômenos que recusam a camisa de força da purificação moderna, ou seja, não podem ser colocados no pólo sociedade e não se encaixam no pólo objeto.

Além das questões mais conceituais, não houve, por parte dos professores-estagiários, uma abordagem que articulasse outros aspectos da realidade diretamente relacionados com a discussão do aquecimento global, sobretudo as importantes questões políticas e econômicas.

O grupo 04, por exemplo, ofereceu aos estudantes um texto sobre o Efeito Estufa retirado de um jornal diário de grande circulação, no qual é destacado a importância política do protocolo de Kyoto. Porém, o tempo da aula para as discussões sobre o significado deste evento mundial foi limitado o que possibilitou apenas poucas críticas endereçadas ao fato de os Estados Unidos - o maior produtor mundial de gases estufa - não assinarem o protocolo de Kyoto.

Neste caso, faltou uma discussão que pudesse levar o estudante do ensino médio a refletir que grandes forças políticas e econômicas estão por trás das posições norte americanas. A simples indicação de que aquele país detém as maiores empresas multinacionais do mundo no ramo petrolífero, além das maiores montadoras de veículos automotores e das maiores indústrias de produtos químicos já possibilita que o estudante tenha novos elementos para entender esta complexa realidade.

Da maneira como o grupo 04 abordou o tema, tudo se passa como se os Estados Unidos fossem uma entidade abstrata. Entretanto, este país, como qualquer outro país industrializado do mundo, responde por diferentes setores sociais poderosos economicamente e politicamente. Esses diferentes setores possuem convicções e práticas de diferentes naturezas. Vê-se aí com maior nitidez a importância de se abordar estes temas a partir das controvérsias de naturezas diversas a eles associadas, sobretudo, em razão dos alarmantes níveis de degradação da natureza se apresentarem como uma ameaça real à vida. Nesse sentido, os aspectos da temática ambiental permitem ao ensino de Física a consideração dos temas controversos.

A partir da concepção de Ciência exigida pela apresentação e discussão da temática ambiental, somos levados a repensar e a reaprender o mundo, ou seja, a temática ambiental, vista a partir dos importantes questionamentos lançados por diversos pensadores, traz novos elementos para repensarmos os fundamentos da nossa racionalidade científica.

5 A Temática Ambiental e o Ensino de Física: futuros professores de Física e práticas pedagógicas

A crise ambiental é a crise do nosso tempo. Segundo Leff (2002), essa crise se origina do desconhecimento do mundo e das falsas certezas que, por muito tempo, fundamentaram nossas concepções e práticas, levando o homem a cometer erros históricos, que se enraizaram em certezas, tais como a de mundo coisificado, objetivado e homogeneizado. Nesse sentido, a crise ambiental problematiza o conhecimento do mundo, ela nos coloca diante do não–pensado, da incerteza e da complexidade.

As críticas e as idéias propositivas construídas pelos ambientalistas e intelectuais dos diferentes ramos do conhecimento questionam definitivamente as dimensões teóricas e metodológicas de nossas práticas sociais, de modo especial nossas práticas educativas. Nesses termos, não podemos ficar indiferentes a essa crise e às importantes indagações construídas pelo movimento ambientalista, sob o risco de estarmos indiferentes ao próprio processo da nossa história.

Assim, ao considerar as sínteses inovadoras, as críticas aos padrões de organização social e as proposições de novos paradigmas promovidas pelo movimento ambientalista, podemos postular diferentes implicações para nossas propostas práticas de ensino, sobretudo para aquelas que relacionam, de alguma forma, a temática ambiental e o ensino das Ciências Naturais.

As implicações dos questionamentos colocados por aqueles que se propõem a pensar a crise ambiental revestem-se de grande significado para pensarmos nossas práticas de ensino de Física, não apenas em termos de conteúdos programáticos e procedimentos de ensino mas, fundamentalmente, em termos dos objetivos e fins da educação.

Contudo, em relação ao ensino de Física, de modo específico, observamos que vários aspectos parecem dificultar a realização de atividades de ensino que incorporem os questionamentos colocados pelo movimento ambientalista.

Dentre essas dificuldades, certamente destacam-se aquelas diretamente relacionadas com a possibilidade de abordagens mais complexas da relação homem e natureza. Nesse sentido, ainda prevalece em muitas práticas de ensino de Física a idéia de um conhecimento científico factual e conceitual. Tradicionalmente, privilegia-se a idéia de que o estudo dos conteúdos científicos se reduz ao exame exaustivo de conceitos desvinculados do seu processo de produção e soma-se a isso, no caso específico da Física, um ensino que privilegia

a linguagem matemática e que apresenta apenas o produto final da atividade científica (MEGID NETO; PACHECO, 1998; BRAGA, 2000; CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2001; PEDUZZI, 2001).

Esses aspectos relacionados com um ensino de Física mais tradicional são tão significativos que alguns professores de Física, como já explorado no item 3.2, não se identificam com a possibilidade de abordar outros aspectos da realidade em suas práticas de ensino.

Tendo em conta as idéias críticas e propositivas levantadas pelo movimento ambientalista e as diferentes possibilidades de inserir essas idéias em nossas práticas de ensino de Física, colocamo-nos nessa investigação frente aos seguintes questionamentos: qual o posicionamento dos futuros professores de Física em relação aos aspectos da temática ambiental? Qual o caminho realizado pelos futuros professores de Física que decidem abordar alguns aspectos da temática ambiental em suas atividades de ensino? Quais as possibilidades e os limites que se apresentam aos futuros professores de Física que abordam aspectos da temática ambiental em suas práticas de ensino?

5.1 O posicionamento dos estagiários em relação à temática ambiental

Durante a intervenção que realizamos nas disciplinas Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I e II, procuramos obter dados que nos indicassem o posicionamento dos futuros professores em relação aos aspectos da temática ambiental e o caminho percorrido por aqueles que decidiram abordar esses aspectos em suas práticas de ensino.

Em uma das atividades realizadas na disciplina Prática de Ensino I, solicitamos aos estagiários que respondessem um questionário composto por doze perguntas abertas (Anexo C). Em uma dessas perguntas solicitamos aos estudantes a sua opinião a respeito da possibilidade de abordar outros aspectos da realidade em aulas de Física:

> Você acha que o conteúdo de Física oferece condições para o professor trabalhar diferentes aspectos do conhecimento humano tais como: políticos, econômicos, históricos, ambientais e éticos? Em caso afirmativo, descreva um exemplo de como você poderia trabalhar um destes aspectos. (Anexo C).

Ao analisar as respostas dos futuros professores a essa pergunta, procuramos observar se algum deles considerava a possibilidade de realizar trabalhos educativos envolvendo a temática ambiental e os conhecimentos sistematizados da Física. Além disso, procuramos

analisar se algum futuro professor apontava caminhos para abordar os aspectos da temática ambiental em aulas de Física.

Todos os dezoito estudantes que freqüentavam a disciplina Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I responderam essa questão. Dentre eles, apenas um estagiário respondeu de forma negativa, nesse caso, respondendo com um simples não. Outro estagiário respondeu de forma positiva, mas fez uma vaga referencia às situações que restringem a atuação do professor. Exemplo: "Sim, mas com muitas limitações." (Bruno).

Em relação aos aspectos da temática ambiental, quatro estagiários, em um total de dezoito, apontaram que o conteúdo de Física oferece condições para o professor trabalhar as situações que fazem referência direta aos problemas ambientais. Dentre esses quatro estudantes, três mencionaram trabalhos educativos voltados para a discussão dos impactos diretos da Ciência e da Tecnologia sobre o meio ambiente como uma forma de abordar aspectos da temática ambiental em aulas de Física. Dentre esses três estudantes, dois destacaram a discussão envolvendo a produção de energia elétrica em larga escala através de termelétricas nucleares como um tema apropriado para este tipo de trabalho. Exemplos:

> Com toda certeza é claro que sim. Na economia temos o apagão[18]. Assim como no meio ambiente temos o problema de resíduos produzidos por várias transformações e que são lançados diariamente sem tratamento algum. (Alberto – grifo nosso).

> Com certeza o conteúdo de Física oferece condições de trabalhar com diferentes aspectos do conhecimento humano. Por exemplo, trabalhar o impacto ambiental da construção de uma hidrelétrica, ou a importância e os rumos do uso da energia nuclear, ou o uso de novas fontes de energia etc. (Daniel – grifo nosso).

> Sim. Um exemplo poderia ser mostrar como se insere a Física nuclear para fins pacíficos (o que não tem nos livros didáticos atuais) mostrando sua evolução histórica, seus fatores políticos, como isso ajudaria no desenvolvimento econômico, suas aplicações na área médica e de meio ambiente de uma forma clara e imparcial. [sic] (Carlos – grifo nosso).

> A própria produção de energia elétrica a partir da fusão nuclear em usinas nucleares é um bom exemplo para abordar temas políticos, econômicos, históricos ambientais e éticos. Poderia explicar também a ida do homem ao espaço abordando todos os temas. (Francisco – grifo nosso).

Vale mencionar que os estagiários Alberto, Carlos e Daniel irão demonstrar, ao longo do curso, um interesse crescente pela temática ambiental.

[18] Apagão – nome genérico utilizado no Brasil para identificar a crise de produção de energia elétrica em larga escala durante o início do século XXI.

Não nos impressiona o fato de poucos estagiários terem citado a possibilidade de trabalhos educativos relacionando os conhecimentos sistematizados da Física e os aspectos da temática ambiental. Ao contrário, entendemos que é expressivo que quatro estagiários, em um total de dezoito, tenham feito este tipo de relação.

As poucas manifestações dos estagiários em relação a trabalhos que relacionam a temática ambiental com os conteúdos sistematizados da Física podem ser facilmente explicadas pelo fato de não ser essa uma temática presente nos cursos de graduação em Física, quer seja na área da licenciatura quer seja no bacharelado. Os estudantes, ao longo de seu processo educativo na área de Física, seja no nível médio ou superior, encontram poucas oportunidades de articular conhecimentos da Física com aspectos da temática ambiental.

Na segunda aula da Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I, apresentamos aos estudantes um segundo questionário (Anexo D). Este questionário era composto por apenas uma pergunta que solicitava dos futuros professores a enumeração dos principais problemas existentes na sociedade atual. A pergunta estava assim formulada: Quais são, na sua opinião, os problemas mais graves que existem na sociedade atual? (Anexo D).

Os dados coletados nessa oportunidade indicaram se os estagiários incluíam, dentre os problemas compreendidos como os mais graves para a sociedade, aqueles relacionados com a temática ambiental.

Dos 18 estudantes que freqüentavam as aulas da Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I, 13 estavam presentes nesse encontro e responderam ao questionário. A partir da leitura e análise das respostas dos estagiários, percebemos que apenas um deles aponta explicitamente os impactos ambientais como um dos principais problemas da sociedade. Vale citar que este estagiário faz duas menções aos aspectos da temática ambiental numa lista que contém 18 itens. Destacamos assim a sua resposta:

> Exclusão social; desemprego; violência; pobreza; fome; desrespeito pelo meio ambiente; poluição; falta de educação (instrução e conhecimento); falta de solidariedade e fraternidade; orgulho e egoísmo; êxodo rural; sem terra e sem habitação; modelo econômico baseado no mercado financeiro; falta de amparo à velhice; o sistema de saúde. (Emílio - Grifo nosso).

Na terceira aula da Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I (29/05/2002), solicitamos aos estudantes (Anexo E) que dessem a sua opinião quanto à importância dos problemas ambientais. A questão foi formulada da seguinte forma: Você acha que os problemas ambientais são importantes? Explique. (Anexo E). Ao contrário das

questões anteriores, esta explicita claramente a existência de problemas ambientais e solicita aos estudantes um posicionamento diante deles.

Dos 18 alunos que freqüentavam o curso, 10 estavam presentes e responderam ao questionário. A partir da sistematização e análise das respostas percebemos que alguns estagiários construíram argumentos que, na opinião deles, garantem um nível de importância aos problemas ambientais. Na tabela 6 agrupamos os principais argumentos utilizados pelos futuros professores de Física para a solicitação feita através do questionário.

Tabela 6: Argumentos utilizados por alunos do curso de Licenciatura em Física, de uma Universidade Pública, matriculados na disciplina Prática de Ensino, para justificar a importância dos problemas ambientais.

Tipo de argumento	n^0 de indicações	Exemplo
A experiência pessoal aponta para a importância deste problema.	5	Sim. Os problemas ambientais estão ligados diretamente em nossas vidas e, portanto, acaba sendo repetitivo dizer que são importantes. [sic] (Carolina).
Há uma relação entre os problemas ambientais e outros problemas.	4	Problemas ambientais tais como a poluição do ar têm afetado, e muito, a vida das pessoas, principalmente das que vivem nas grandes metrópoles, causando problemas nos sistemas respiratórios, alergias, ardência nos olhos dentre outros problemas. [sic] (Beatriz).
Relação entre atitudes mais imediatas da população e efeitos percebidos na fauna e flora	1	Os lixos que são jogados nos rios (lixos caseiros e industriais) têm causado a poluição dos nossos rios e conseqüentemente a matança das nossas faunas e floras marinhas. [sic] (Beatriz).
Manutenção da vida no planeta.	1	Quando alteramos algo no ambiente, a curto ou longo prazo, estaremos mudando algo em nós mesmos. [sic] Mudanças drásticas no ambiente, (como a destruição da camada de ozônio, por exemplo), não deslocará a terra de sua órbita, mas com certeza tornará o planeta um lugar inabitável para a maioria dos seres vivos. (Glauco).

- Mais de um estudante pode ter sua resposta sistematizada em diferentes agrupamentos.

Observamos que o maior número de argumentos construídos pelos estudantes podem ser agrupados na categoria que faz menção à experiência pessoal. Os argumentos que classificamos nesta categoria fazem referência às experiências vivenciadas pelos estagiários que, neste caso, justificam a importância dos problemas ambientais.

Outro argumento muito freqüente utilizado pelos estudantes é aquele que relaciona os problemas ambientais com outros tipos de problemas, principalmente aqueles que fazem uma referência direta à saúde das pessoas. Estes argumentos, segundo nossa análise, procuram articular os problemas ambientais com outros, como por exemplo, os sociais e econômicos. Os argumentos classificados nesta categoria apresentam perspectivas diferentes, talvez umas mais politizadas que outras.

Os dados coletados por meio dessa questão ainda nos indicaram que alguns estagiários fizeram uma tentativa de apontar possíveis caminhos para diminuir ou, em alguns casos, reverter o processo de degradação ambiental. Seis futuros professores de Física citam algumas possibilidades de reversão do quadro de degradações ambientais. Dentre estes, quatro explicitam a contribuição que pode ser dada pelo processo educativo. Exemplo:

> Os problemas ambientais são de grande importância para a sociedade... Um modo mais rápido de atingir os habitantes de nosso planeta no futuro para que tenham consciência dos problemas ambientais é o de acrescentar uma disciplina ou tópicos em diversas disciplinas sobre o tema. Um bom tópico que um professor de Física poderia tratar na sua aula de termodinâmica seria como o planeta está esquentando. [sic] Já um professor de química trataria como ocorrem as reações para a formação de buraco na camada de ozônio. [sic] Existem tantos outros temas que poderiam ser colocados nessa discussão. Com isso, desde cedo, as pessoas se tornariam mais críticas e participativas para o fim dos problemas ambientais. [sic] (Henrique).

Neste argumento, o estagiário propõe que os professores de Ciências Naturais passem a tratar de aspectos da temática ambiental com a finalidade de oferecer ferramentas técnicas e conceituais para que as pessoas entendam a problemática ambiental e revertam estes processos. Interessante que este argumento é muito comum entre aqueles que acreditam que a crise ambiental possa ser resolvida, muitas vezes única e exclusivamente, através de uma administração científica da natureza (LEFF, 2002).

Para a pesquisadora M. Reis (2001), os professores da área de Ciências Físicas tendem a considerar a relação homem-natureza apenas a partir dos conhecimentos científicos. Nesse caso, a idéia de neutralidade da Ciência aparece mais valorizada do que nunca, pois, essa concepção de Ciência considera o domínio absoluto do homem sobre a natureza. Além disso, fica patente também o otimismo pela educação que o estagiário apresenta. Nesse caso, atribui-se uma força e um papel ao trabalho educativo supervalorizado, situação que leva à idealização ou mistificação deste processo (CARVALHO, 2000; CORTELLA, 2000). Em situações como essa, não se considera o caráter plural e complexo das reais limitações do empreendimento educativo.

Também verificamos que um dos estagiários confere uma grande importância aos meios de comunicação, ou seja, entende que esses meios possam ser utilizados para a conscientização de um grande número de pessoas. Exemplo:

> Os problemas ambientais são importantes, as pessoas devem se conscientizar disso e combatê-los... Estes assuntos poderiam ser discutidos em programas culturais televisionados, para que isso venha alcançar todos os níveis da população. [sic] (Beatriz).

No argumento apresentado por Daniel, a questão da racionalidade é o ponto central. Neste caso, o estagiário indica que o processo que leva à conscientização dos problemas ambientais passa pela racionalização dos usos dos chamados recursos naturais,

> [...] é importante tentar criar uma consciência de preservação da natureza, por parte dos alunos. Digamos uma educação de preservação, para que o homem continue aproveitando os benefícios cedidos pela natureza, mas de uma maneira racional e consciente. (Daniel).

Destacamos também o fato de alguns estagiários apontarem possíveis razões para a existência de problemas socioambientais. Na tabela 7, sumariamos os principais argumentos construídos pelos futuros professores para explicar as causas da existência dos problemas ambientais.

Tabela 7: Argumentos utilizados por alunos do curso de Licenciatura em Física, de uma Universidade Pública, matriculados na disciplina Prática de Ensino, para explicar as causas dos problemas ambientais.

Argumentos que fazem referência às causas dos problemas ambientais	N^0 de indicações	Exemplo
científico-tecnológico	03	A evolução da ciência, da tecnologia (levando em conta a mais rústica delas também) proporciona muitos avanços e muitas novidades a serem pesquisadas, mas também teve como preço (e alto) a poluição do nosso meio ambiente. (Douglas).
econômico	02	É possível mostrar a influência e os impactos ambientais causados pela ação inconseqüente do homem. Mostrar o desmatamento, a degradação de energia e fontes minerais devido à ganância de desenvolvimento, tanto material como econômico do homem. [sic] (Alberto).
manejo inadequado de resíduos	01	Os lixos que são jogados nos rios (lixos caseiros e industriais) têm causado a poluição dos nossos rios e consequentemente a matança das nossas faunas e floras marinhas [...]. [sic] (Beatriz).

Um conjunto de argumentos apresentados pelos futuros professores enfatizam as aplicações da Ciência e da Tecnologia quando procuram indicar as causas dos problemas ambientais. Neste tipo de argumento, utilizado por três alunos do curso de Licenciatura em Física que participaram desta pesquisa, não há uma correspondência direta entre a produção científica e a sua articulação com os meios sociais de produção, além das implicações éticas e políticas do processo. Já no grupo de respostas que denominamos de econômico, reunimos os argumentos que indicam serem os meios de produção social os principais responsáveis pela degradação ambiental. Nestes argumentos também não há uma relação mais articulada entre as diferentes dimensões da realidade. Finalmente, no agrupamento denominado como de manejo inadequado de resíduos está a resposta de uma estagiária que indica que a principal causa dos problemas ambientais está diretamente associada aos padrões inadequados de manejo dos resíduos produzidos pelo ser humano.

De maneira geral, os argumentos utilizados por alguns dos alunos de Licenciatura em Física que participaram desta pesquisa não articulam, de modo mais complexo, as causas dos problemas ambientais com diferentes dimensões da realidade, tais como a de conhecimento, de prática política e de prática valorativa. Observamos, de maneira geral, que há uma tendência a se compartimentalizar as causas da degradação ambiental. Além disso, a maioria deles utiliza argumentos mais descritivos e raramente questiona a maneira como construímos nossa relação com a natureza ou como estamos organizados socialmente.

5.2 O caminho realizado pelos futuros professores de Física para abordar aspectos da temática ambiental em práticas de ensino

Ao analisar os dados coletados durante as atividades realizadas nas disciplinas Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I e II, procuramos entender os caminhos percorridos pelos futuros professores de Física que decidem tratar de alguns aspectos da temática ambiental em suas práticas educativas.

Dentre as atividades que os estagiários realizaram nas disciplinas Prática de Ensino I e II, destacamos as propostas de ensino que os futuros professores construíram (vide item 1.2). A partir dos dados coletados através desses documentos, procuramos compreender alguns fatores que facilitam ou dificultam o trabalho educativo dos estagiários em relação à temática ambiental.

Vale enfatizar que os planos de ensino possibilitaram aos estagiários a escolha e análise prévia de conteúdos e seqüências de conteúdos, além da abordagem ou dos contextos

nos quais estes conteúdos serão inseridos. Além disso, a complexidade do contexto escolar faz do plano de ensino algo valioso para o professor, pois proporciona a organização e otimização das atividades pedagógicas.

Observamos que para a disciplina Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I, nenhum dos futuros professores de Física planejou atividades de ensino que abordassem aspectos da temática ambiental.

Em um primeiro momento, pudemos observar que houve uma certa resistência dos futuros professores de Física em abordar outros aspectos da realidade em seus planos de ensino. Os dados já trabalhados e analisados no capítulo anterior indicaram que, na disciplina Prática de Ensino I, predominou a proposta de tratamento de aspectos mais conceituais da Física nos planos de ensino elaborados pelos diferentes grupos de estagiários.

No entanto, alguns planos de ensino construídos pelos estagiários na disciplina Prática de Ensino II apontam algumas possibilidades de abordar os aspectos da temática ambiental. Vale relembrar que na disciplina Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física II, os estagiários foram solicitados a construir três versões diferentes do plano de ensino.

Ao analisar o conjunto formado por essas três versões dos planos de ensino dos futuros professores de Física, observamos que cinco grupos, num total de oito, trouxeram em alguma das versões da proposta de ensino algum aspecto relativo à temática ambiental. A tabela 8 sumaria esses dados, destacando em que versão do plano de ensino o futuro professor de Física considerou essa possibilidade.

Podemos notar que os grupos 02 e 05 não trouxeram nenhum aspecto da temática ambiental na primeira versão dos seus planos de ensino, incorporando-as depois nas etapas seguintes do planejamento. Já os grupos 01, 03 e 04 apontam estes aspectos desde suas primeiras propostas de ensino.

Observamos algumas mudanças interessantes, do ponto de vista dessa pesquisa, entre a primeira e a terceira versões do plano de ensino de alguns grupos. Com a finalidade de entender o processo que levou os estagiários a abordarem aspectos da temática ambiental em seus planos, destacamos abaixo algumas atividades nas quais essa questão pôde ser analisada.

Em uma das atividades realizadas na disciplina Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física II, em 30/10/2002, solicitamos aos futuros professores uma atividade escrita em que eles deveriam analisar a primeira versão do plano de ensino entregue em aula anterior. Os estagiários foram convidados a realizar um exercício que solicitava deles uma análise crítica de seus planos a partir de um roteiro de trabalho contendo 04 questões (Anexo H). A partir desse roteiro, os futuros professores avaliaram se, em seus planos de

ensino, eles haviam considerado as principais tendências curriculares para a área de ensino de Física e também outras dimensões da realidade, tais como as da temática ambiental.

Tabela 8: Versões do plano de ensino, construídas pelos alunos do curso de Licenciatura em Física, de uma Universidade Pública, matriculados na disciplina Prática de Ensino, em que há alguma indicação de trabalho educativo com aspectos da temática ambiental.

	Versão 1	Versão 2	Versão 3
Grupo 1	**X**	**X**	**X**
Grupo 2	_	**X**	**X**
Grupo 3	**X**	**X**	**X**
Grupo 4	**X**	**X**	**X**
Grupo 5	_	**X**	**X**
Grupo 6	_	_	_
Grupo 7	_	_	_
Grupo 8	_	_	_

Participaram dessa atividade (Anexo H) quinze estagiários, de um total de dezoito que freqüentavam a disciplina. Procuramos também identificar nas respostas dos professores-estagiários dados sobre as dificuldades que eles apresentaram quando solicitados a construir propostas de ensino que abordavam aspectos da temática ambiental. Os documentos produzidos pelos estagiários nesta atividade foram coletados, digitados e analisados sistematicamente tendo como critério o agrupamento por semelhanças ou diferenças em relação aos diferentes posicionamentos dos futuros professores.

Em uma das questões feitas aos estagiários nessa atividade, solicitamos que eles comentassem quais aspectos presentes em seus planos de ensino eram bons indicativos para o fato de estarem considerando algumas das mais novas orientações curriculares oficiais. Como resposta a essa questão, alguns estagiários indicaram que o fato de abordarem aspectos da temática ambiental em seus planos de ensino já era um bom indicativo de estarem considerando algumas das novas orientações dos documentos oficiais.

A análise de outros dados coletados a partir dessa atividade (Anexo H) mostrou que o estudante Glauco indicou que seu plano previa atividades educativas com aspectos da temática ambiental quando, na verdade, não podemos distinguir claramente nenhuma proposta desta natureza em seu plano de ensino.

> Sim. Pois, as aulas têm uma abordagem histórica, social e técnico–experimental, tendo como espaço o desenvolvimento da visão crítica dos alunos envolvidos... Com certeza, os estudantes após esse curso estarão aptos a viver com a natureza, sendo amigos da mesma e não a destruindo como inimigos. [sic] (Glauco).

Em outro momento o estagiário reforça este argumento ao dizer que:

> Na primeira parte da aula é explorado o conteúdo técnico teórico, com uma abordagem social e ambiental, dando, assim, aos alunos a visão de como aquele conteúdo é enquadrado na natureza [...]. [sic] (Glauco).

Podemos apenas conjecturar que talvez o estagiário tenha percebido a relevância de abordar esse tema mediante o discurso do professor de prática de ensino e dos documentos oficiais. Nesse caso, ele pode ter decidido, ao menos naquele momento, que deveria ser de bom tom indicar essa temática em sua atividade escrita. Dando continuidade à sistematização e análise dos dados obtidos com as diferentes versões dos planos de ensino construídos pelos estagiários na Prática de Ensino II, foi possível indicar em quais dos itens do plano de ensino os professores-estagiários fizeram a menção de trabalhar os aspectos da temática ambiental.

Na tabela 9 apresentamos o item do plano de ensino dos futuros professores de Física que contém indicações relacionadas com os aspectos da temática ambiental.

Nos objetivos (gerais e específicos) os estagiários mais freqüentemente fazem indicações sobre aspectos da temática ambiental. Aliás, essa foi a opção unânime entre aqueles que destacam aspectos da temática ambiental em seus planos de ensino.

Notamos que embora os estudantes de Licenciatura em Física que participaram desta pesquisa tenham indicado nos objetivos aspectos da temática ambiental em suas atividades práticas, na maioria das vezes, essa indicação não é acompanhada pela descrição dos conteúdos específicos a serem abordados e/ou dos procedimentos a serem adotados em sala de aula.

Esta situação é um indicativo de uma certa dificuldade dos estagiários em traduzir estes objetivos em outros itens do plano de ensino. Neste caso, a apresentação dos aspectos relacionados com a temática ambiental no item objetivo representa para eles, ao menos nesse momento, uma carta geral de intenções e/ou uma primeira tentativa de aproximação com a temática ambiental.

Tabela 9: Item do plano de ensino, construído pelos alunos do curso de Licenciatura em Física, de uma Universidade Pública, matriculados na disciplina Prática de Ensino, onde ocorre alguma indicação relacionada com os aspectos da temática ambiental.

	Objetivos gerais	Objetivos específicos	conteúdos	procedimentos	Recursos	Avaliação
Grupo 1	**X**	**X**	_	_	_	_
Grupo 2	**X**	**X**	_	_	_	_
Grupo 3	**X**	**X**	**X**	_	_	_
Grupo 4	**X**	**X**	**X**	_	**X**	_
Grupo 5	**X**	**X**	_	_	_	_
Grupo 6	_	_	_	_	_	_
Grupo 7	_	_	_	_	_	_
Grupo 8	_	_	_	_	_	_

Mas, como já observamos, esta primeira tentativa dos estudantes de elaborarem planos de ensino que considerassem aspectos da temática ambiental apresenta sérias limitações. Destacamos o fato de os professores-estagiários não apresentarem articulações importantes entre as diferentes dimensões da realidade. Enfim, falta aos estudantes da Licenciatura em Física uma contextualização mais complexa da realidade.

De qualquer modo, vale registrar que foi nas disciplinas Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I e II que os estagiários se depararam com a possibilidade de abordar em suas propostas de ensino os aspectos da temática ambiental. Nesse sentido, é muito significativo que alguns grupos tenham aceitado o desafio de abordar esses aspectos em suas atividades de ensino, sobretudo tendo em conta que esse é um aspecto distante do currículo de licenciatura em Física.

As informações obtidas com as três versões dos planos de ensino dos estagiários ainda nos permitiram identificar quais os conteúdos da Física que favoreciam, segundo a ótica dos futuros professores, trabalhos educativos com aspectos da temática ambiental. A tabela 10 sumaria as indicações dos futuros professores de Física.

É interessante notar que três grupos fazem menção ao trabalho educativo com conteúdos da mecânica clássica. Também podemos verificar que dois grupos fazem menção de abordar aspectos da temática ambiental a partir de conteúdos da Física Moderna.

Tabela 10: Conteúdos da Física que, segundo os diferentes grupos de trabalho dos alunos do curso de Licenciatura em Física, de uma Universidade Pública, matriculados na disciplina Prática de Ensino, favorecem a abordagem de aspectos da temática ambiental.

Grupo	**Temas propostos**
Grupo 1	Termodinâmica
Grupo 2	Cinemática
Grupo 3	Energia mecânica e elétrica
Grupo 4	Ondulatória e ondas eletromagnéticas
Grupo 5	Ondas eletromagnéticas e decaimento radioativo

O grupo 1 denominou o próprio mini-curso com o título: Termodinâmica: como os fenômenos físicos interferem no cotidiano da sociedade. Esta expressão foi também utilizada pelo grupo no cartaz informativo[19] colocado na escola. Em relação ao mini-curso, ainda vale informar que foi idealizado e realizado a partir de uma carga horária de oito horas, dividida em quatro aulas (11/11, 18/11, 25/11 e 02/12 de 2002) de duas horas cada no período vespertino (16h30min às 18h30min). Os estudantes da escola média que se inscreveram nesse mini-curso eram provenientes das três séries do ensino médio.

O grupo 3 explorou o tema produção de energia elétrica em larga escala em atividades educativas realizadas na forma de mini-curso. Esse mini-curso foi organizado em três aulas (19/11, 26/11 e 03/12/2002) de duas horas de duração cada no período vespertino (14h às 16h).

O grupo 04 destaca-se pela tentativa de abordar alguns aspectos da temática ambiental a partir do trabalho educativo com o conteúdo ondulatória, que incluía a discussão sobre ondas eletromagnéticas. O grupo procurou trabalhar com alguns aspectos relacionados com a intensificação do Efeito Estufa, tais como conceituais, sociais e ambientais. O mini-curso deste grupo foi realizado em quatro encontros (11/11, 18/11, 25/11 e 02/12/2002) com duas horas de duração cada, no período matutino (7h às 9h), totalizando oito horas de trabalho escolar.

Além dos conteúdos de Física que favoreciam, segundo a ótica dos futuros professores de Física, a articulação entre ensino de Física e aspectos da temática ambiental, também

[19] Obs.: Todos os grupos confeccionaram cartazes sobre os cursos oferecidos na escola. Cada cartaz indicava o assunto do mini-curso através de um título sugestivo, as datas de realização e o horário das aulas, além do número máximo de participantes e o período de inscrições. Por fim, os cartazes indicavam alguns aspectos mais específicos que deveriam ser desenvolvidos no mini-curso.

identificamos quais eram os caminhos metodológicos privilegiados por eles para a abordagem dos aspectos da temática ambiental em aulas de Física.

Durante a entrevista com os grupos solicitamos que eles descrevessem os passos que os levaram a decidir sobre o que trabalhar, em termos de conteúdos e como realizar na prática, em termos de procedimentos, o trabalho educativo do mini-curso. Esta pergunta possibilitou que eles descrevessem a forma como os aspectos da temática ambiental surgiram nas discussões do planejamento.

Para o grupo 01, a primeira decisão tomada durante o planejamento das atividades educativas foi a de escolher o tema da Física que deveria ser trabalhado em sala de aula. Neste momento, segundo o relato dos estagiários, várias possibilidades apresentaram-se para o grupo, tais como óptica, eletromagnetismo e termologia. Após algumas negociações eles decidiram trabalhar com termologia, tendo em vista que atendia aos interesses mais amplos do grupo e alguns interesses individuais, tais como os de afinidade com o conteúdo específico da Física.

> **Alberto:** - Bom, geralmente a gente se reunia, sentava e começava a discutir o que queria fazer... Por exemplo, o tema, a gente sentou e (decidiu) a gente queria falar sobre ótica. [sic] Mas o Antônio queria falar não sei sobre o quê; o Almir queria falar sobre termodinâmica...
> **Antônio:** - Aí o Almir insistiu muito e a gente falou OK!
> **Professor:** - Ele convenceu o grupo.
> **Antônio:** - A única coisa que eu não queria era falar de eletricidade, porque já tinha falado de eletricidade o semestre passado.

Após a decisão do conteúdo específico, o grupo iniciou um trabalho que visava escolher os aspectos conceituais que deveriam ser trabalhados em sala de aula. Além disso, organizaram as seqüências nas quais estes conceitos deveriam ser apresentados.

Em outro momento da entrevista, os estagiários do grupo 01 destacaram três aspectos que, na opinião deles, foram decisivos para a abordagem dos aspectos da temática ambiental em seus planos e práticas de ensino. Primeiro, o fato de o professor de prática de ensino ter incentivado os estagiários a lidar com aspectos da temática ambiental em atividades educativas; depois, o fato de encontrarem indicações semelhantes às do professor de prática de ensino nos documentos oficiais; por último, a grande freqüência com que comentários sobre aspectos da temática ambiental aparecem na mídia, sobretudo acontecimentos que envolvem grandes tragédias ou dilemas, como o Efeito Estufa. Vejamos um excerto da entrevista com o grupo 01:

> **Antônio:** - Bom não sei quanto a ele (olha para Alberto) e o Almir (que não está na entrevista), mas quando eu sugeri o texto (sobre Efeito Estufa). Quando eu sugeri o texto... Veio meio que intuitivamente esse negócio. Eu li o texto e falei: Dá para trabalhar isso e isso. Vamos trabalhar?
> **Professor:** - Mas... houve alguma influência de outros elementos nessa história? Alguma situação vivida nas nossas aulas ou alguma leitura realizada pelo grupo?
> **Antônio:** - É... justamente! Essa intuição veio disso também. Eu acho que o projeto já estava mais ou menos sendo desenhado na aula e a gente sempre estava lembrando dele no planejamento. Bom, pelo menos eu.
> **Alberto: -** Além disso, o Almir estava PCNISTA[20] nato...
> **Antônio:** - É tudo que ele falava era PCN, PCN...
> **Alberto:** - É PCN, PCN...
> **Antônio:** - Ele é um PCNISTA convicto...
> **Professor:** - Tá. Mas... como os PCN entram nessa história? Explica melhor esta história das intuições. Há alguma relação entre elas e estes documentos citados pelo Almir?
> **Antônio:** - É eu não sei. Nos PCN? Não pensei ali na hora... [pausa] não foi tipo os PCN sugerem que a gente trate questões ambientais, então eu li esse texto [do Sagan] e vamos tratar do tema. Ao contrario! A gente já tinha lido esse texto do Sagan bem antes, no meio do ano retrasado... não sei [dúvida quanto a data da leitura]...[Mas eu cheguei e falei para o grupo] Pessoal eu li um texto do livro do Carl Sagan que vem mais ou menos ao encontro desta história de poluição. Sabe, pode ser legal tratar isso, não é? Além disso, esse é um tema que o professor [de prática de ensino] deu uma certa atenção em aula. [pausa] Não é pelo fato do professor ter tratado do tema em sala de aula, mas esse texto do Carl Sagan vem bem a calhar nesse momento. Além disso, é um texto legal. Ai o Almir, é e os PCN também diziam isso! Diziam isso... [Antônio imita o Almir falando com muito entusiasmo].

Antônio deixa claro que ele inicialmente incentivou o grupo a abordar alguns aspectos da temática ambiental e ele próprio parecia mover-se, de início, pelos incentivos do professor da disciplina. O professor de Prática de Ensino solicitou aos estagiários que considerassem a possibilidade de trabalhar outros aspectos da realidade nas suas aulas de Física, sobretudo com a intenção de construírem um contexto para a discussão dos conteúdos básicos da Física.

Além disso, a proposta de trabalho feita por Antônio ganhou força no grupo por conta da aprovação do Almir, que se apoiou no texto dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). Por conta da freqüente menção aos Parâmetros Curriculares Nacionais, destacamos o seguinte trecho do documento:

> A Termodinâmica, por sua vez, ao investigar fenômenos que envolvem o calor, trocas de calor e de transformação da energia térmica em mecânica, abre espaço para uma construção ampliada do conceito de energia. Nessa direção, a discussão das máquinas térmicas e dos processos cíclicos, a partir

[20] Alguém especialista em Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

> de máquinas e ciclos reais, permite a compreensão da conservação de energia em um âmbito mais abrangente, ao mesmo tempo em que ilustra importante lei restritiva, que limita processos de transformação de energia, estabelecendo sua irreversibilidade. A omissão dessa discussão da degradação de energia, como geralmente acontece, deixa sem sentido a própria compreensão da conservação de energia e dos problemas energéticos e ambientais do mundo contemporâneo. (BRASIL, 1999, p. 232)[21]

Esta indicação dos PCNEM, encontrada na parte do documento que versa sobre Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, na área específica de Física, fortaleceu a posição do grupo em trabalhar com aspectos da temática ambiental em um mini-curso que versava sobre a termodinâmica.

Por fim, ainda durante a entrevista, o grupo argumentou que há na grande mídia uma intensa exposição de aspectos da temática ambiental, o que facilitava o trabalho de planejar e executar atividades educativas com este tema.

> **Antônio:** - As facilidades vieram também pelo tema que a gente pegou...
> **Professor:** - Pelo tema que vocês pegaram?
> **Antônio:** - Está na moda falar de combustível; infelizmente, não é uma verdade é um modismo.
> **Professor:** - É modismo?
> **Antônio:** - É modismo.
> **Professor:** - Falem um pouco mais sobre isto. Por que é mais tranqüilo?
> **Alberto:** - Acho que é uma coisa que você acha mais natural, no momento. [sic]
> **Antônio:** - A gente acha mais natural de trabalhar com os alunos. É uma forma mais tranqüila.
> **Professor:** - E a termologia possibilitou o trabalho com estes aspectos da temática ambiental de forma natural?
> **Alberto:** - Bom em termologia... Eu não sei... termologia... Acho que sim. Principalmente na hora que a gente entra em termos de medida, vai trabalhar aí com... com a parte de transferência de calor, perda, aí você já pode começar inclusive lentamente esse programa. [sic] Porque a perda pode causar aquecimento, né? Por exemplo, pode causar... O carro... O rendimento dele não é bom, então ele polui bastante, entendeu? Então... Eu acho que aí dá para começar a introduzir esses aspectos com eles [...].

Além disso, eles relataram que a intensa exposição dos aspectos da temática ambiental na mídia possibilitou a construção de um diálogo entre o grupo e os estudantes do ensino médio,

> **Antônio:** - Eu concordo, é uma coisa assim boa quando a gente entra nisso aí e gera uma discussão para sala. A partir disso, os alunos não vão ter medo

[21]BRASIL Ministério da Educação e do Desporto. *Parâmetros Curriculares Nacionais:* ensino médio, Brasília: Secretaria da Educação Média e Tecnológica, 1999.

> de falar. Isto é uma coisa que eles estão vendo todo dia, principalmente através de jornais. É algo bem próximo deles. Penso que eles não vão ter medo de falar alguma coisa... já uma coisa que eles não sabem, eles não vão falar.

Notamos que há, por parte dos estagiários, uma freqüente utilização das mais recentes notícias veiculadas pela grande mídia sobre a temática ambiental, fato que pode acarretar alguns problemas educacionais, sobretudo se estas informações são colocadas como única e mais importante fonte de informação e pesquisa.

A disponibilidade de informações relevantes e diversificadas sobre esses assuntos em programas de televisão, entrevistas, colóquios, trechos de livros, jornais e revistas, revela-se decisiva na estimulação da interação e na exploração e aprofundamento de diferentes perspectivas.

Porém, são constantes os equívocos científicos que acompanham essas discussões na grande mídia. A grande discussão que gira em torno do tema Efeito Estufa, por exemplo, é freqüentemente apresentada de modo inadequado sobre vários pontos de vista. É comum esse fenômeno ser apresentado como sendo uma fonte de grandes problemas, sem considerar a diferença entre o efeito principal e a intensificação do fenômeno através da emissão de grandes quantidades de gases antropogênicos (XAVIER; KERR, 2004).

A maioria dos comentários da grande mídia não considera as complexas controvérsias que envolvem temas desta natureza. São profundos e complexos os dilemas morais, econômicos e políticos que acompanham as conseqüências decorrentes da aplicação de certas tecnologias. Neste sentido não há, mesmo entre os especialistas, a possibilidade de afirmações precisas e determinantes sobre temas desta natureza.

De todo modo, foi possível observar também que Antônio tinha uma ascendência grande sobre os rumos tomados pelo grupo 01, principalmente no que diz respeito à decisão de trabalhar com os aspectos da temática ambiental. Foi este estagiário quem trouxe um texto sobre Efeito Estufa para o grupo e quem mais incentivou os colegas a abordarem o tema nas atividades de ensino. Almir procurava sempre dialogar com Antônio com a finalidade de obter consenso entre eles no grupo, sobretudo quando encontrava respaldo nos documentos oficiais e na fala do professor de prática de ensino. Alberto, que procurava não discordar de ninguém, concordava com as decisões tomadas por Antônio e Almir e seguia a jornada.

Assim como aconteceu com os planos, percebemos, ao analisar as atividades educativas dos grupos que lidaram com aspectos da temática ambiental, que eles abordaram estes aspectos somente após o trabalho com as dimensões mais conceituais da Física. Nestes

termos, os elementos da temática ambiental surgiram nas atividades práticas como um exemplo de aplicação dos conceitos da Física. Os professores-estagiários do grupo 01, por exemplo, trabalharam com vários aspectos conceituais da termodinâmica em suas primeiras três aulas: equilíbrio térmico dos corpos, conceito de temperatura, calor e energia, primeira lei da termodinâmica.

Na última aula do mini-curso, eles fizeram uma revisão dos conceitos da termodinâmica trabalhados anteriormente, falaram das máquinas térmicas e, por fim, apenas no final deste último encontro, abordaram alguns impactos ambientais produzidos direta e indiretamente pela utilização destas máquinas.

Também observamos que, durante a entrevista, os estagiários do grupo 01 mencionaram que pensaram, planejaram e executaram as atividades de ensino relacionadas a aspectos da temática ambiental como se esses fossem apêndices ou complementos dos conteúdos mais tradicionais da Física. Este aspecto justifica o fato de os estagiários apresentarem os aspectos da temática ambiental apenas no último encontro. Na entrevista, Antônio afirma que trabalha com vários aspectos mais conceituais da termologia para, em outro momento, abordar o tema aquecimento global:

> **Antônio:** - Bom em termologia eu não sei. Em termologia talvez sim. Principalmente na hora que a gente entra em termos de medida, [sic] vai trabalhar aí com a parte de transferência e a perda de calor. Bom, aí você já pode começar inclusive, devagarinho, esse programa. Sim, porque a perda de calor pode causar aquecimento global. Por exemplo, se o rendimento do carro não é bom, então ele gasta bastante. Eu acho que aí dá para começar a introduzir esses aspectos com eles.

Podemos observar que Antônio expõe de forma clara que a abordagem da temática ambiental foi apresentada aos estudantes do nível médio como uma atividade educativa extra. No segundo depoimento destacamos o entendimento que o estagiário possui sobre o momento em que deve surgir o trabalho com aspectos da temática ambiental, ou seja, após o trabalho com os conceitos clássicos da termodinâmica e a partir dos temas controversos, mas sem mencionar os complexos condicionantes dela.

Já o grupo 03 trabalhou com o conceito de energia e de suas transformações. O tema da produção de energia elétrica através de hidrelétricas e os impactos ambientais diretos e indiretos daí advindos foi abordado no último encontro do grupo com os estudantes do ensino médio. Foi a partir deste tema que o grupo trabalhou alguns aspectos da temática ambiental em suas aulas do mini-curso. Este tema possibilitou ao grupo trabalhar os impactos

ambientais provocados pela construção e utilização de hidrelétricas, termoelétricas e usinas nucleares.

Ao analisar o processo de planejamento e desenvolvimento das atividades educativas do grupo 03, notamos que eles privilegiaram uma discussão envolvendo os aspectos conceituais da Física. Foi apenas no final das atividades do mini-curso que o grupo abordou alguns impactos ambientais relacionados ao uso da tecnologia de produção de energia elétrica em larga escala.

Vale destacar que o grupo 03 procurou abordar os aspectos da temática ambiental a partir da discussão de alguns impactos diretos da tecnologia sobre o meio ambiente – temas controversos - que se tornaram, neste sentido, a porta de entrada para a discussão temática ambiental nas práticas educativas do grupo.

Entretanto, de forma semelhante ao grupo 01, os aspectos da temática ambiental foram vistos pelo grupo 03 como um complemento do processo educativo com aspectos conceituais da Física.

Nesse sentido, o grupo 03 trabalhou primeiro os aspectos mais conceituais da Física e, na seqüência, alguns impactos diretos da tecnologia sobre o ambiente. A relação do homem com a natureza não foi devidamente trabalhada pelo grupo, tendo em vista que a atividade educativa se resumiu à apresentação dos conteúdos tradicionais da Física e à apresentação das diferentes formas de aplicação prática dos conceitos.

O grupo 04 trabalhou com vários aspectos do tema ondulatória como o conceito físico de onda e as grandezas físicas freqüência e período. Além disso, abordaram alguns conceitos de ondas eletromagnéticas. Alguns aspectos relativos ao Efeito Estufa foram abordados no penúltimo encontro do grupo com os estudantes do ensino médio. Ao trabalhar com o tema, os estagiários mencionaram que a utilização em larga escala de combustível fóssil pelo homem acaba determinando impactos sobre o meio ambiente como, por exemplo, o fenômeno do aquecimento do planeta.

Parece-nos, ao analisar em conjunto os dados obtidos a partir dos três grupos que abordaram aspectos da temática ambiental em suas atividades de ensino, que os estagiários conceberam esses aspectos como um apêndice ou complemento dos conteúdos mais convencionais da Física. Nesse sentido, chama muito nossa atenção o fato de os três grupos abordarem os aspectos da temática ambiental somente ao final de um processo que explora os conteúdos clássicos da Física.

Observamos que a temática ambiental é tomada como elemento complementar, ou seja, aparece nos diferentes tópicos como algo que ressalta os distúrbios ambientais relativos

ao assunto estudado. A realidade ambiental não passa de um ponto de chegada de um processo de ensino e aprendizagem dos conceitos básicos das Ciências Naturais (AMARAL, 2001, 2004).

Outro aspecto importante diz respeito aos recursos utilizados pelos futuros professores em seus processos de planejamento e execução dos planos de ensino. Cabe destacar os dados coletados na entrevista com o grupo 03. Durante a entrevista, solicitamos ao grupo que relatasse com mais detalhes os referenciais utilizados para construir a proposta de trabalho,

> **Professor:** - Quais as fontes que vocês escolheram? Por que escolheram estas fontes? De que forma vocês exploraram estas fontes?
> **Carlos:** - As fontes... pegamos bastante pela Internet, sites mais confiáveis, empresas de geração de energia, do governo federal. É... a gente pegou do governo federal e isto ajudou na parte ambiental. [sic]
> **Carolina:** - Mais Internet mesmo.
> **Carlos:** - É eu olhei muito naquela Revista Brasileira de Ensino de Física e no Caderno Catarinense de Ensino de Física. Eu achei umas coisas, mas as formas e alternativas de energia eu acho que o pessoal explora muito pouco. [sic]
> **Professor:** - Utilizaram livro didático?
> **Carlos:** - O livro didático serviu muito para fazermos uma ponte. Assim, eu pegava o GREF como um livro de fundamentos.
> **Carolina:** - É isso mesmo? GREF?
> **Carlos:** - Mas o GREF novo. Para poder ver onde está... ou seja... como é que o GREF explora a Física. A gente queria saber como é que ele explorava a Física daquilo.
> **Professor:** - Quer dizer, como é que vocês poderiam fazer para transformar aquelas informações em conteúdo escolar, é isso? Então vocês precisavam desse apoio e um desses apoios foi o GREF?
> **Carlos:** - Foi o GREF! Ele foi o nosso principal pilar para fazer o plano.
> **Professor:** - Então vocês pegavam o GREF e verificavam que ele explora os conteúdos da Física desta e daquela maneira. Enfim, vocês poderiam lidar com os conteúdos daquela maneira também. Está certo isto? É este tipo de trabalho que vocês fizeram?
> **Carolina:** - É! É isto mesmo!
> **Carlos:** - A analogia foi feita. A analogia foi feita assim mesmo, mas tem um outro material que eu não lembro o nome...
> **Carolina:** - Que a gente usou. Mas eu também não lembro. Está lá em casa.
> **Carlos:** - Não lembro o nome dele, mas ele também ajudou bastante... ele ajudou bastante, um livro muito bom, eu não lembro o nome, principalmente isso. [sic] E eu acho que há uma carência muito grande de materiais... principalmente no ensino de Física, eles deixam muito a desejar na parte de energias alternativas: eólica , biomassa. Por isso fomos para a Internet. Talvez algumas fontes não tão confiáveis como uma revista [...].

Carlos e Carolina destacam que não encontraram, durante o período do planejamento, muitas opções de materiais didáticos que abordassem o tema produção de energia elétrica em larga escala.

Esse fato levou o grupo a realizar algumas pesquisas na rede mundial de computadores, fato este que pode ser confirmado na bibliografia do plano, no qual encontra-se a menção a vários sites pesquisados. Além disso, o grupo relata ter utilizado o material do Grupo de Reelaboração do Ensino da Física (GREF) e algumas revistas de divulgação de pesquisa na área de ensino de Física.

De forma recorrente nos três grupos, há uma dificuldade em encontrar materiais de suporte pedagógico mais consistentes sobre aspectos da temática ambiental articulados com os conteúdos da Física,

> **Professor**: - Onde vocês encontraram e de que forma fizeram para trazer essas informações, sobre Efeito Estufa, para a sala de aula? Vocês levavam a informação para a sala de aula do jeito que estava no material encontrado? Ou esta informação sofreu alguma alteração?
>
> **Douglas:** - Basicamente, na nossa aula, a gente levava um texto, um resumo dos conceitos físicos. Algum texto sobre temas controversos, Efeito Estufa, aspectos históricos. Basicamente, a gente pegou esses dados na Internet.
>
> **Daniel:** - É sem contar os conceitos. Porque a gente tem nos livros do Halliday[22].
>
> **Douglas: -** Fizemos alguma leitura de livros universitários para ter um embasamento mais profundo.
>
> **Professor:** - Um embasamento conceitual?
>
> **Douglas:** - Conceitual.
> **Daniel:** - Basicamente o texto que a gente tirou para trabalhar outros aspectos da realidade relacionados à Física foi da Internet. Procurei em vários sites. Então, eu pegava uma informação interessante aqui, outra ali e a gente chegou...
> **Douglas:** - Compilando e editando, tirava pedaço, colocava outro, via o que realmente era útil. A gente teve um texto que ficou enorme, eu não lembro agora qual era, mas fomos tirando um monte de coisa. [sic] Tinha um monte de coisa inútil e fomos tirando. Assim, para colocar só o que realmente interessava porque, na verdade, nada é inútil. Mas a síntese ia ficar muito grande para a leitura dos alunos, lá.
> **Daniel:** - É muita informação para uma aula só.
> **Douglas:** - Mas eram coisas interessantes.

Outro fato relevante está vinculado à utilização das revistas de divulgação científica da área de ensino de Física pelos estagiários. Podemos observar que a proposta de trabalho do grupo 03 foi fortemente inspirada em um artigo da Revista Brasileira de Ensino de Física (SILVA; CARVALHO, 2002).

Este fato reforça a reflexão de Marandino (2003), para quem as licenciaturas, nas diferentes áreas das Ciências Naturais, são o local privilegiado e com a responsabilidade de

[22] O estagiário faz menção a um clássico livro didático da área de Física.

promover a reflexão sobre questões referentes à produção de conhecimento no ensino de Ciências:

> Os resultados das pesquisas do campo educacional ainda encontram resistências à sua aplicação na prática pedagógica, apesar da ampliação do número de experiências que incorporam tais resultados. Torna-se assim fundamental o desenvolvimento de espaços de reflexão sobre questões referentes à produção de conhecimentos no Ensino de Ciências na formação inicial de professores. As Licenciaturas nas diferentes áreas das Ciências Naturais são, sem dúvida, o local privilegiado e com a responsabilidade de promover o aprofundamento sobre essas questões e, além disso, têm o compromisso de conhecer e socializar a produção que vem se consolidando na área. (MARANDINO, 2003, p.177).

Voltando aos dados coletados a partir da atividade escrita (Anexo H), notamos que, para Carolina, a relevância da abordagem dos aspectos da temática ambiental se dá por outra via, ou seja, pela possibilidade de realizar trabalhos educativos interdisciplinares, tendo em vista que este seria um tema mais afeito a trabalho de biólogos ou geógrafos[23].

> Além disso, existe um aspecto que pode ser trabalhado de modo interdisciplinar com a biologia que é o aspecto ambiental, por sinal, muito discutido atualmente. Este aspecto também será tratado em nosso trabalho e com grande ênfase. Também considero que nosso plano de aula está "seguindo" as tendências recentes, pois trabalharemos um pouco de história e de como tudo começou e porque usamos mais hidroelétricas, entrando um pouco na área de geografia e também um pouco em política, afinal, porque temos que ter usinas termoelétricas e nucleares em nosso país se podemos contar com solares e eólicas. Portanto, acredito que estamos considerando, sim, as recentes tendências para o ensino de Física. (Carolina).

Como iremos mostrar na seqüência, vários estagiários não consideram que os aspectos da temática ambiental devam ser trabalhados na escola por professores de Física. Para eles, esses aspectos devem ser abordados por professores de outras especialidades, tais como professores de Biologia e Geografia.

Outros estagiários relataram a mesma percepção em relação ao trabalho educativo com aspectos da temática ambiental. Para Douglas, em depoimento coletado em entrevista, os aspectos da temática ambiental não estão constituídos dentro do campo teórico dos físicos. Neste sentido, o estagiário indica que o trabalho educativo voltado para a discussão dos aspectos da temática ambiental estaria mais direcionado aos profissionais de outras áreas do conhecimento como, por exemplo, biólogos e geógrafos,

[23] O mais correto é referir-se a professores de biologia e de geografia, situação que difere da natureza da atividade de um biólogo e de um geógrafo.

> **Douglas: -** Talvez se a gente imaginasse que isto tivesse mais a ver com ecologia, ou seria uma aula de geografia ou de biologia. [sic]

Novamente notamos que, para vários estagiários, a temática ambiental traz termos, conceitos, abordagens e caminhos metodológicos diferentes daqueles aprendidos e intensivamente trabalhados no curso de licenciatura em Física. O trabalho educativo com aspectos da temática ambiental traz uma novidade surpreendente para os futuros professores de Física. Os questionamentos trazidos pela temática ambiental colocam em xeque nossas convicções disciplinares, nosso entendimento de objeto científico delimitado, ela aponta para outras áreas não externalizadas pela Ciência Moderna, traz à tona conhecimentos antes relegados a um segundo plano.

Contudo, a menção à possibilidade de abordar os aspectos da temática ambiental a partir de uma atividade interdisciplinar somente reforça a não identificação dos futuros professores de Física com esses aspectos, ou seja, a concepção que se tem de trabalhos interdisciplinares reforça a idéia de que o ambiente é um tema alheio ao campo de atuação de um professor de Física.

Os futuros professores de Física que se colocam mais tranqüilos diante da temática ambiental anunciam que gostam de fazer trabalhos interdisciplinares porque se sentem à vontade com temas específicos de outras áreas do conhecimento científico. Nesse ponto devemos insistir novamente na idéia de que mais do que um Físico, é preciso ter na sala de aula um professor de Física, ou seja, alguém que se sinta a vontade para abordar e articular diversos aspectos da realidade em suas atividades educativas. Isto não significa formar um generalista que desconheça a especificidade de sua disciplina. Entretanto, o professor de Física trabalha não apenas com o conhecimento científico modificado com a finalidade de ensino, ou seja, o conhecimento escolar acaba por se constituir em um diálogo permanente entre a Ciência e outras formas de saber.

A falta de identificação dos estagiários com a temática ambiental é fruto de um longo processo de disciplinarização nas Ciências e no ensino. Foram consolidadas as fronteiras, ergueram-se grandes muros e, com isso, criamos o especialista que desconhece a complexidade dos fenômenos não-lineares, dos objetos não identificáveis com o mundo da natureza e, tampouco, com o mundo dos homens.

Esse dado é plenamente identificável em nossa pesquisa. Observamos em vários momentos que alguns estagiários, como por exemplo Carolina, sentiram-se pouco à vontade

com relação à possibilidade de realizar trabalhos educativos com aspectos da temática ambiental.

A futura professora argumenta, em entrevista realizada ao final do estágio, que lidar com outros aspectos da realidade seria equivalente a trabalhar com conteúdos de outras disciplinas, situação que se afasta do papel tradicional de uma professora de Física. Isso fica mais claro quando ela diz que não se sente professora de Física ao lidar com aspectos da temática ambiental:

> **Carolina:** - Bom... o trabalho que a gente fez juntos, por exemplo, eu tenho a impressão de que a gente só falou sobre os aspectos ambientais!
> **Professor:** - Ambientais.
> **Carolina:** - E não falamos da Física!
> **Professor:** - Mas a Física não estava ali?
> **Carolina:** - Não! Não estava! É difícil para mim essa situação. Eu fiz, mas tenho a impressão que a Física não estava ali!
> **Professor:** - Esta foi a situação mais difícil para você?
> **Carolina:** - Sim! Para mim foi o mais difícil! Ainda é a coisa mais difícil.
> **Professor:** - E o conteúdo trabalhado por vocês era difícil também?
> **Carolina:** - Não! O conteúdo não era difícil.
> **Professor:** - Você encontrou alguma dificuldade em compreender a discussão que estava relacionada aos impactos ambientais?
> **Carolina:** - Não, isso não. O que eu tenho dificuldade é ver esta discussão relacionada com a Física.
> **Professor:** - Continue... a dificuldade era relacionar estes aspectos com a Física?
> **Carolina:** - Então, se eu fosse preparar uma aula... Bom, eu não sei como faria agora, entende? Sozinha, ou seja, lá fora [em uma atividade profissional], eu não iria conseguir fazer essa contextualização.

Em outro momento ela ressalta que:

> **Carolina:** - Eu tenho a impressão de que não estou ensinando a Física. Não sei se foi pelo jeito que eu aprendi, talvez a Física tenha ficado aqui! (no curso de Física da universidade)
> **Carlos:** - A Física do jeito que você aprendeu!
> **Carolina:** - Mas para mim ficou tão marcado isso... que é difícil. Assim, parece que eu não vou conseguir dar conta dos conteúdos na escola. São 3 anos de Física (no ensino médio) e se eu fizer essa contextualização...
> **Professor:** - Você não dará conta do conteúdo programado?
> **Carolina:** - Sabe qual é o problema, acho que por ter dado aula no cursinho eu fiquei viciada em terminar o conteúdo. Para mim isso é importante.

Para Carolina é difícil abordar aspectos da temática ambiental em aulas de Física, tendo em vista a grande quantidade de conceitos a serem trabalhados no ensino médio. Porém, o que chama mesmo a atenção em relatos como esse é o fato dos futuros professores de Física

indicarem que não entendem a abordagem da temática ambiental como parte do trabalho de um Físico.

5.3 Algumas considerações sobre o capítulo

Chega o momento de novamente olhar para o capítulo em sua totalidade com a finalidade explicitar aqueles aspectos que contribuíram de maneira mais significativa para conduzir nossas análises. Nesse sentido, destacamos dois aspectos gerais que, segundo nossa opinião, foram os mais significativos neste capítulo. O primeiro deles está no fato de termos analisado o posicionamento dos futuros professores de Física em relação à temática ambiental. O segundo destaque está diretamente relacionado com a análise que fizemos dos caminhos trilhados pelos futuros professores de Física que definitivamente decidem lidar com aspectos da temática ambiental em suas práticas de ensino.

Como poderíamos esperar, não há, por parte dos futuros professores de Física, um entendimento mais amplo do significado da temática ambiental e suas conseqüências diretas e indiretas para nossas concepções e práticas sociais. Notamos, de modo geral, que os problemas sociais que trazem conseqüências imediatas ao dia-a-dia dos estudantes são os mais lembrados por eles. Por outro lado, os problemas ambientais, provavelmente por não apresentarem conseqüências tão imediatas e possíveis de serem percebidas pelos estagiários no seu dia-a-dia, não são prontamente lembrados em solicitações sobre os principais problemas que afligem a sociedade como um todo. Além disso, os futuros professores de Física também não estabelecem uma articulação mais complexa entre os problemas sociais apontados e os problemas ambientais existentes.

Também analisamos, neste capítulo, que alguns estagiários admitem a possibilidade de abordar alguns aspectos da temática ambiental a partir de suas práticas de ensino de Física. Chamou muito nossa atenção o fato de vários estagiários não se identificarem com o trabalho educativo envolvendo aspectos da temática ambiental. Para eles, o trabalho com esses aspectos é muito mais condizente com as práticas de ensino dos professores de outras áreas, notadamente os professores de Biologia e de Geografia.

Nesse sentido, os futuros professores admitem abordar aspectos da temática ambiental em suas práticas de ensino de Física a partir de uma perspectiva de trabalhos interdisciplinares. Entretanto, a menção à possibilidade de abordar os aspectos da temática ambiental a partir de uma perspectiva interdisciplinar somente reforça nos estagiários a sua

não identificação com os aspectos da temática ambiental, ou seja, eles reforçam a idéia de que o ambiente é um tema alheio ao campo de atuação de um físico e de um professor de Física.

Também chama nossa atenção o caminho percorrido pelos futuros professores de Física para abordar os aspectos da temática ambiental em suas atividades de ensino. Notamos que alguns grupos que trataram aspectos da temática ambiental em suas práticas o fazem incentivados pelo discurso do professor de prática de ensino de Física e por algumas indicações dos documentos oficiais.

Segundo analisamos, os estagiários pensam, planejam e trabalham os aspectos da temática ambiental em um processo educativo a partir da perspectiva de uma atividade complementar em relação ao trabalho com os conteúdos específicos e tradicionais da Física. Justamente daí a consideração dos aspectos da temática ambiental pelos estagiários apenas ao final de um trabalho educativo voltado exclusivamente para a apresentação e discussão de aspectos mais conceituais.

No entanto, a temática ambiental exige dos estagiários mais do que um contexto de aplicação das teorias físicas, ela traz à tona as incertezas e as complexidades inerentes a toda e qualquer atividade humana. As reflexões e os questionamentos formulados por aqueles que se propõem a pensar a crise ambiental trazem à tona uma série de aspectos que estavam anteriormente relegados ao esquecimento histórico.

Nesse sentido, não podemos, por exemplo, entender a intensificação do Efeito Estufa sem compreender os aspectos éticos, econômicos e políticos que levam as sociedades a produzir gases estufa em larga escala. Também não convenceremos as pessoas da necessidade de se posicionarem de maneira mais veemente diante dos grandes impactos provocados pela construção de uma grande hidrelétrica sem mencionar as nossas vastas e complexas necessidades culturais, que nos levam a um crescente consumo de energia. Enfim, estaremos fadados ao fracasso se associarmos o estudo da energia nuclear apenas ao lixo atômico, desconsiderando a produção energética e os diferentes avanços na medicina proporcionados pela pesquisa na área da Física Atômica.

Enfim, a temática ambiental traz, definitivamente, questionamentos importantes para nossas práticas de ensino. A partir dela somos levados a repensar as finalidades de nossas atividades pedagógicas e a refletir sobre o lugar do conhecimento na escola. Nesse sentido, o conhecimento escolarizado é colocado como resultado da prática humana e não apenas o resultado final do conhecimento científico. A temática ambiental renova nosso olhar em relação às nossas concepções de conhecimento e conhecimento escolar.

6 Considerações finais

Procuramos agora retomar algumas das principais idéias desenvolvidas ao longo deste trabalho, na tentativa de sintetizá-las de forma tal que possa contribuir para a construção de significados e de práticas que articulam a temática ambiental, o tratamento de temas controversos e o processo educativo e, talvez, sugerir caminhos para futuras pesquisas.

A partir da análise realizada até aqui, entendemos que o discurso ambientalista induz um novo olhar sobre a prática educativa, especialmente em relação às práticas de ensino de Ciências Naturais. As reflexões e sínteses elaboradas por ambientalistas, ativistas e intelectuais, dos diferentes ramos do saber, a propósito dos aspectos que produzem a crise ambiental, levantam questões sobre as dimensões teóricas e metodológicas presentes nas nossas práticas educativas. Tal é o caso, por exemplo, do conceito de trabalhos interdisciplinares em nossas práticas de ensino.

Além disso, o discurso ambientalista faz emergir outros questionamentos diretamente relacionados com nosso entendimento de conhecimento em Física e de ensino de Física. Daí derivam nossas compreensões sobre as possíveis orientações concretas que a temática ambiental oferece para nossas práticas de ensino de Ciências Naturais, notadamente a indicação dos temas controversos enquanto princípio metodológico para as atividades educativas.

- Repensar o conhecimento a partir da temática ambiental

O século XX ficou marcado por uma série de grandes acontecimentos catastróficos como, por exemplo, as duas grandes guerras, a construção e a utilização de armas atômicas e uma crise ecológica sem precedentes. Especialmente a partir da segunda metade daquele século, os alarmantes índices de degradação da natureza e dos ambientes construídos pelo homem passam a chamar a atenção de vários grupos organizados da sociedade. A consciência quanto à natureza dessa crise amplia os questionamentos direcionados àqueles que ainda defendem a neutralidade científica ou que não associam essa atividade com suas dimensões sociais, econômicas, éticas e políticas.

De modo especial, intelectuais de diversas áreas do conhecimento passam a elaborar sínteses inovadoras a partir da emergência da temática ambiental. Elas são construídas tanto em termos de crítica aos padrões de produção social, como também pela proposição de

paradigmas inovadores para a análise e compreensão dessa crise. Dentre essas sínteses inovadoras destacamos as idéias apresentadas por Leff (2002). Este autor defende a opinião de que essa crise não é simplesmente uma crise ecológica, mas, fundamentalmente, uma crise da razão. Para o autor os problemas ambientais estão intimamente relacionados com os problemas do conhecimento, ou seja, "o risco ecológico questiona o conhecimento do mundo" (Leff, 2002, p.191).

A partir dessa idéia, Leff (2002) conclui que a compreensão dessa crise deve levar em conta outras formas de conhecimento, além da racionalidade técnica e instrumental, ou seja, devemos repensar e reaprender o mundo a partir de um diálogo entre diferentes formas de conhecimento. É justamente esse repensar e reaprender que nos colocam diante da complexidade ambiental ou, em outras palavras, frente ao necessário diálogo entre conhecimentos de diferentes naturezas e que nos exige a consideração de subjetividades e de valores, por tanto tempo desconhecidos da ordem racional vigente.

As diferentes idéias construídas por aqueles que se propõem a pensar a complexidade da temática ambiental nos levam a interrogar os significados que conferimos à construção do conhecimento científico. Nesse sentido, a temática ambiental, da forma como foi examinada neste trabalho, é compreendida a partir do tratamento que damos ao tema, ou seja, à forma como o mesmo é pensado e elaborado. Assim, consideramos relevante indagar nossos padrões de organização social, produção e de relacionamento ser humano e Natureza.

São esses posicionamentos críticos frente ao nosso conhecimento de mundo e frente aos nossos padrões de relacionamento com a natureza que se revestem de grande significado para nossas práticas sociais, proporcionando, de modo especial, subsídios importantes a serem considerados em nossas práticas educativas e, de forma específica, para as nossas práticas relacionadas com o ensino das Ciências Naturais.

Dentre as diferentes alternativas de levar essas indagações para as nossas práticas de ensino, consideramos relevantes aquelas que fazem uma referência direta às controvérsias relacionadas com a temática ambiental.

Considerando o potencial pedagógico e o potencial para a discussão sobre o significado de conhecimento, produzido a partir de diferentes perspectivas, a nossa proposta é a de que os temas controversos passem a ser vistos como um princípio metodológico para a realização de nossas práticas de ensino. A controvérsia passa a ser considerada como uma idéia-chave para organizar e orientar metodologicamente o trabalho dos professores em sala de aula.

No caso do Ensino da Física nos interessa de forma particular aqueles temas controversos diretamente relacionados com as implicações diretas e indiretas da Ciência e das Tecnociências sobre a sociedade e o meio ambiente. Essas controvérsias possuem uma dimensão científica, tecnológica, social e ambiental. Além disso, consideramos também aquelas controvérsias geradas no âmbito interno da Ciência e que envolvem, de alguma maneira, aspectos relacionados à sociedade e ao meio ambiente.

Os temas controversos possibilitam-nos instituir condições para a emergência de um ambiente educacional favorável para o tratamento de aspectos da temática ambiental em aulas de Física, propiciando um espaço para discussão de alguns questionamentos colocados pelo movimento ambientalista.

No caso do Ensino de Física, embora a tendência, como já mencionamos, seja a de realçar aspectos conceituais da Ciência, são muitas as possibilidades de se incorporar temas controversos em sala de aula. Esses temas oferecem-nos a possibilidade de trabalharmos nesse espaço alguns aspectos relativos à natureza da atividade científica e, dessa forma, contribuir para a construção de competências significativas no processo de alfabetização científica e na construção do ideal de cidadania.

Tendo em conta essas diferentes possibilidades de tratamento de temas controversos em aulas de Física, passamos a investigar o posicionamento, a compreensão e os conhecimentos mobilizados pelos futuros professores de Física que decidem trabalhar com temas controversos e aspectos da temática ambiental em suas atividades de ensino. A partir dessa idéia, avaliamos o significado de conhecimento e, especificamente, de conhecimento escolar presente nas propostas e práticas de ensino dos estudantes de licenciatura em Física que consideram aspectos da temática ambiental a partir de temas controversos.

Os dados obtidos nesse trabalho indicam nitidamente que as concepções de conhecimento dos futuros professores de Física podem ser um grande obstáculo para o desenvolvimento de algumas possibilidades de tratamento mais complexo dos aspectos da temática ambiental nas aulas dessa disciplina.

Nossa pesquisa também aponta que grande parte daquilo que o futuro professor compreende por conhecimento em Física e conhecimento em ensino de Física vai sendo elaborado e construído ao longo do processo formativo que ele vivencia na escola básica e superior. Alguns dados evidenciam o fato de que esses futuros professores de Física tiveram poucas oportunidades de vivenciar, em suas diferentes etapas formativas, processos de

construção/elaboração do conhecimento científico. Ao contrário disto, ao longo do ensino básico e também superior, eles estiveram submetidos a um processo formativo muito mais direcionado à apresentação do produto final da atividade científica. No caso do Ensino da Física, um processo que reduz esta Ciência à aplicação de conceitos em exercícios mnemônicos e desvinculados do seu processo de produção, um ensino calcado exclusivamente na linguagem matemática e desvinculado de um contexto histórico-social.

Também constatamos que mesmo na Universidade - local por excelência associado com a produção dos conhecimentos – foram raras as oportunidades em que os estudantes de Licenciatura em Física vivenciaram processos de produção do conhecimento. Freqüentemente veicula-se, em muitos cursos de formação de professores de Ciências Naturais, uma visão muito rígida de Ciência. No caso da Física, em específico, é freqüente a imagem de uma Ciência exata, infalível e dogmática. Apoiados em nossas análises, podemos dizer que, tanto no nível médio quanto no superior, há uma tendência em apresentar o conhecimento científico livre de seu contexto e de suas controvérsias.

Em algumas situações vividas nas disciplinas Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I e II, alguns estagiários revelam que passam por um processo formativo, desde a escola básica até a escola superior, amplamente direcionado e baseado em aspectos conceituais das Ciências Naturais. Essas experiências de formação, vivenciadas ao longo de aproximadamente quinze anos de estudos, dificultam o planejamento e a execução de trabalhos educativos com outros aspectos da realidade.

Observamos, por exemplo, que alguns grupos de estagiários abdicam da tentativa de tratar alguns aspectos históricos do desenvolvimento da idéias científicas em suas atividades de ensino direcionadas para o Ensino Médio. Segundo alguns deles, isto ocorre devido ao fato de um trabalho dessa natureza exigir deles um esforço muito grande na preparação e execução das aulas. Os futuros professores indicam tratar-se de um grande desafio preparar aulas que têm uma abordagem histórica do conhecimento científico. Esse processo é incorporado de forma tão ampla e profunda por eles que, em diversas situações, relatam a dificuldade em relacionar outros aspectos da realidade com o campo da Física, como se pertencessem a campos diferentes.

Também constatamos uma série de dificuldades apresentadas na tentativa de tratar de alguns temas controversos em práticas de ensino. Mesmo do ponto de vista mais conceitual, os estagiários apresentam algumas dificuldades em compreender um tema controverso. Um exemplo emblemático dessa situação pode ser identificado quando o tema do aquecimento

global é focalizado. Em vários momentos, observamos a não articulação do problema ambiental (aquecimento global) de maneira mais complexa com suas possíveis causas antropogênicas. Além disso, notamos algumas dificuldades em lidar com esse tema mesmo do ponto de vista mais conceitual como, por exemplo, a dificuldade em identificar que o Efeito Estufa é um fenômeno natural e diretamente responsável pela manutenção da vida sobre a Terra. Nenhum dos estagiários apresenta uma discussão que possa considerar o clima do planeta como um sistema complexo e não-linear.

Em outra ocasião, constatamos o fato de identificarem que alguns temas controversos passíveis de serem trabalhados em aulas de Física estão diretamente relacionados com as implicações diretas e indiretas da Tecnociência sobre a Sociedade e o Meio Ambiente. Em algumas oportunidades eles relataram que a aplicação da Ciência e da Tecnologia sobre os ambientes sociais e naturais levanta uma série de questionamentos e posições conflituosas entre diferentes grupos de pessoas com interesses e valores distintos.

Porém, avaliamos que os futuros professores não reconhecem essas discussões mais complexas e contextualizadas como parte do trabalho de um professor de Física. Na opinião de alguns deles, o trabalho com alguns outros aspectos da realidade não são pertinentes ao programa previsto para o profissional que atua na disciplina. Nesse sentido, podemos dizer que outros aspectos da realidade, especialmente os da temática ambiental, foram trabalhados como um apêndice ou um elemento complementar dos conteúdos mais voltados para a dimensão conceitual da Física.

De modo geral, podemos dizer que freqüentemente os futuros professores de Física destacam e realizam práticas de ensino mais tradicionais, com ênfase nos seus aspectos mais conceituais e descritos preferencialmente em linguagem matemática. Sendo assim, são poucas as experiências nas quais os estagiários estabelecem a relação entre o conhecimento de Física e outros aspectos da dimensão humana. Alguns dados apontam que vários deles não se identificam com a possibilidade de tratar de outros aspectos da realidade em aulas de Física.

Todavia, chama a nossa atenção o fato de que há o desajuste entre a opinião documentada por escrito pelos estagiários sobre a possibilidade de realizarem trabalhos educativos com outros aspectos da realidade, e aquilo que realmente colocam em prática em suas atividades educativas.

Em algumas atividades escritas, realizadas ao longo das disciplinas Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I e II, quando solicitados a emitir algumas opiniões sobre ensino de Física, vários estagiários se colocam favoráveis ao tratamento de outros aspectos da realidade a partir dos conteúdos da Física.

Diante desse quadro, somos levados a refletir sobre o significado e o lugar do conhecimento na escola. O que é ensinar Física? Para que ensinar Física? Qual o significado de ensinar Física a partir de questões relacionadas com a temática ambiental?

Parece-nos evidente que trabalhos educativos mais direcionados para o produto final da atividade científica abstraem do conhecimento científico todo o seu caráter de processo e torna-o asséptico, ou seja, livre das controvérsias que seus resultados apresentam.

Em suma, o conhecimento científico veiculado pelos futuros professores de Física em suas práticas de ensino estão muito mais voltadas para o produto do que para o processo de construção desse conhecimento. Nesse sentido, o conhecimento trabalhado pelos estagiários em suas prática de ensino não abordou processos de ruptura, impasses, conflitos, controvérsias e erros, beneficiando-se de uma situação que se afasta da realidade vivenciada pelos cientistas.

Esses resultados nos levam a questionar a natureza do conhecimento presente na escola: que conhecimento é este trabalhado, particularmente em aulas de Física? Quais são as especificidades desse conhecimento em relação ao conhecimento sistematizado? Quais aspectos da temática ambiental podem ser contemplados e adequadamente trabalhados a partir do conhecimento produzido na escola?

Entendemos assim como significativos os exercícios que nos levam a olhar para as diferentes reflexões sobre a natureza do conhecimento escolar, fundamentalmente por conta da compreensão dos processos de recontextualização do conhecimento científico para fins de ensino.

- O ensino de Física, a temática ambiental e o conhecimento escolar

O que ensinamos na escola, notadamente em aulas de Ciências Naturais, não é uma mera simplificação conceitual, em alguns casos traduzidos por modelos matemáticos, do conhecimento científico de referência. Há uma especificidade da educação escolar no tratamento do conhecimento sistematizado. Nesse sentido, o tratamento, ou não, de aspectos políticos, econômicos, sociais, éticos, ambientais e históricos em aulas de Ciências Naturais, articulado com o diálogo entre diferentes formas de conhecimento, depende, fundamentalmente, do entendimento do lugar, da importância, da necessidade, da possibilidade do trabalho com o conhecimento científico na escola. Por isso é que se faz necessária a compreensão dos processos de constituição do currículo escolar. Segundo Lopes (1999), currículo é um campo de políticas culturais, de acordos e conflitos em torno da

legitimação ou não de determinados conhecimentos. Ainda de acordo com a autora, uma das principais funções da escola é fornecer ao estudante o conhecimento historicamente sistematizado, sendo esta produção cultural valorizada por amplos setores da sociedade. Assim, a cultura é o principal ingrediente da constituição do conteúdo escolar.

A concepção de cultura acaba, portanto, definindo a compreensão do conhecimento que deve ser trabalhado na escola. Para alguns grupos da sociedade, a cultura de uma sociedade é concebida como unitária, homogênea e universal. Porém, outros grupos defendem a idéia de que a cultura e o cultural partem de um processo muito mais complexo, articulado e diversificado.

A partir da opinião de que a cultura de uma sociedade é constituída por um processo complexo, o currículo escolar passa a ser entendido como configuração de diferentes conhecimentos, crenças, hábitos e valores selecionados no interior da cultura de uma determinada sociedade. Nesse caso, e de modo especial em seu trabalho, Lopes (1999) defende a opinião de que o conhecimento trabalhado na escola é constituído pela articulação entre o conhecimento científico e o conhecimento cotidiano.

Vale destacar que essa relação não é isenta de conflitos, tendo em vista que a Ciência procura romper e superar o conhecimento cotidiano. Contudo, no processo educativo não podemos abrir mão de algumas idéias formuladas por esse tipo de saber, mesmo considerando o fato de que alguns conhecimentos são mais fundamentais do que outros, em função do seu desenvolvimento e em função do modelo de sociedade almejado. Vale destacar que a escola não pode simplesmente romper com o conhecimento cotidiano, mas sim se aproximar dele de forma problematizadora.

A especificidade do conhecimento difundido na escola também pode ser reconhecida mediante o amplo número de trabalhos que utilizam expressões como conversão pedagógica do conhecimento sistematizado, pedagogização do saber científico, transposição didática do conhecimento científico, saber sábio com o objetivo de ensino, contextualização do conhecimento científico e mediação didática.

O processo de mediação didática, segundo Lopes (1999), parte da idéia de que há um processo de (re) construção/ elaboração/ organização do conhecimento sistematizado para a finalidade de ensino. O conhecimento escolar é, desta forma, fruto de um processo realizado a partir de mediações contraditórias, de relações complexas entre o conhecimento sistematizado e o do cotidiano.

Esse processo de mediação didática é realizado pelos professores, pelos formuladores dos livros e recursos didáticos, pelos elaboradores dos planos curriculares e pelos

formuladores de políticas públicas educacionais. Esse trabalho implica, necessariamente, numa formulação original do conhecimento sistematizado para fins de ensino, ou seja, a comunidade escolar tem por finalidade tornar o conhecimento científico acessível ao nível de compreensão dos estudantes. Isto significa, na ampla maioria das vezes, realizar um exercício de organizar padrões explicativos próprios que, nesse caso, nem sequer interessam aos cientistas (LOPES, 1999).

Vale destacar que um outro constituinte central da construção do conhecimento escolar é a própria organização do conhecimento sistematizado em disciplinas escolares. Para Saviani (2000), a disciplina escolar não é uma cópia do conjunto de conhecimentos científicos sistematizados em uma determinada área do conhecimento, ou seja, não segue a mesma lógica de estruturação e apresentação, mesmo considerando as influências epistemológicas, organizacionais e políticas desse conjunto de conhecimentos em relação às disciplinas escolares.

A disciplina escolar trabalha na possibilidade de permitir ao aluno familiarizar-se com os fundamentos das ciências e compreender sua lógica, seu método, seus conceitos, leis e teorias; porém, isto não significa que a consecutividade ou seqüência do processo de ensino da disciplina escolar se identifique com a lógica da Ciência de referência.

Para Saviani (2000) a noção de disciplina escolar passa, necessariamente, pela idéia de conhecimento sistematizado organizado para fins de ensino, ou seja, os objetivos da disciplina escolar são diferentes dos objetivos da Ciência de referência. As disciplinas escolares contêm pressupostos que não constam do conteúdo das disciplinas científicas, tais como hábitos, habilidades, tarefas investigativas típicas e aspectos técnico-didáticos e psico-sócio-culturais diversos.

A partir dessas considerações, podemos destacar que a atividade de ensino de Física e os conhecimentos mobilizados pelo professor são de natureza diversa dos conhecimentos mobilizados pelo pesquisador em Física, no processo de produção do conhecimento dessa área específica. O conhecimento escolar, em sua estreita relação com a disciplina escolar, não é apenas uma simplificação dos trabalhos elaborados pelos grandes cientistas.

O professor de Física se beneficia de toda proteção que falta ao pesquisador, ou seja, na prática de ensino só são veiculadas as pesquisas que tiveram êxito, que estão isentas de erros, impasses ou descontinuidades. No entanto, não podemos deixar de salientar ser esta uma característica do conhecimento escolar passível de críticas, por contribuir para a imagem de uma Ciência sem rupturas e conflitos, na qual a positividade do erro não é explorada (LOPES, 1999).

Nessa mesma linha de argumentação, Saviani (2000) relata que as disciplinas escolares podem dispensar alguns aspectos que, muitas vezes, são essenciais para as ciências de referência. Nesse caso, ocorre que capítulos inteiros, ou até mesmo algumas teorias, consideradas importantes na Ciência de referência, com papel significativo na investigação moderna, podem ser retirados da disciplina escolar correspondente.

Nesse momento parece-nos significativo apontar que as tentativas de trabalhar aspectos da temática ambiental em nossas práticas de ensino podem contribuir para questionarmos e repensarmos o significado e o lugar do conhecimento na escola e, de modo específico, avaliarmos a forma como apresentamos e trabalhamos o conhecimento científico relacionado com a temática ambiental.

É justamente a partir da emergência da possibilidade do tratamento de aspectos subjetivos, posicionamentos políticos e valores, de conhecimentos de senso comum e populares - características inerentes à abordagem da temática ambiental - que surge a necessidade do diálogo de conhecimentos. Nesse caso, o nosso grande desafio, enquanto professores que trabalham com conteúdos das Ciências Naturais, articulados com aspectos da temática ambiental, está justamente na possibilidade de tratarmos de questões subjetivas, valorativas e políticas em nossas atividades de ensino. Nosso desafio é, portanto, construir o diálogo entre diferentes formas de conhecimentos.

Nesse ponto podemos, portanto, ligar a concepção de currículo e de conhecimento escolar com a idéia de diálogo de saberes construída por Leff (2002). O trabalho educativo com aspectos da temática ambiental exige dos professores a revalorização de um conjunto de saberes que não possuem a pretensão de cientificidade. A emergência de um saber ambiental, conforme proposto por Leff (2002), possui afinidade com a incerteza, a desordem, o inédito, o virtual, a pluralidade axiológica e epistemológica e a diversidade cultural na formação do conhecimento.

Mais do que uma categoria de análise, o diálogo de saberes se constitui numa prática intersubjetiva que traz à tona uma série de questões e saberes por muito tempo silenciados. O diálogo de saberes mobiliza valores, interesses, práticas e pressupostos que não são imanentes à racionalidade científica. Isso possibilita a construção de uma interação baseada na diversidade cultural e na heterogeneidade de saberes. Contudo, essa situação não implica desconhecer e abandonar a potência do conhecimento gerado pela Ciência, mas garantir o reconhecimento de saberes que, durante muito tempo, deixaram de ser considerados em atividades educativas.

Nesse sentido, o diálogo de saberes vai muito além da pretendida interdisciplinaridade, sobretudo porque ultrapassa o campo dos paradigmas científicos e do conhecimento disciplinar. Tendo em conta essa situação, um encaminhamento interessante para a questão da interdisciplinaridade parece ser entendê-la como o diálogo de saberes. Nesse caso, o diálogo não elimina a existência e a valorização do especialista, mas também não cai na falácia da dinâmica da não-especialização, no qual se procura falar quase tudo sobre nada, ou algo como um conhecimento generalista que não situa momentos para aprofundarmos contextos específicos do objeto estudado.

Essa idéia caminha no sentido de conceber o conhecimento como plural, tendo em vista que nem todo conhecimento é científico. É essa abertura para o diverso e a diversidade que nos autoriza a considerar aspectos fundamentais da subjetividade, que nos aproxima da complexidade inerente aos não-objetos. Mais do que um lema, o diálogo de saberes é efetivamente um caminho que nos aproxima dos híbridos mencionados por Latour (2005), esses seres e eventos que por muito tempo foram desconsiderados pela constituição dos modernos.

De modo muito próximo, podemos entender que a temática ambiental tem potencial de suscitar o diálogo com aqueles saberes gestados fora do campo científico. O ambiente não é apenas físico, químico ou biológico, do mesmo modo que não é apenas social, histórico e econômico; o ambiente envolve o diálogo entre esses saberes sistematizados mas, do mesmo modo, o diálogo com o conhecimento filosófico, os saberes populares, os saberes gestados pelos povos indígenas e também os saberes religiosos. O ambiente faz emergir os saberes antes silenciados, questiona os conhecimentos homogeneizantes e universalistas, sobretudo pelo reaparecimento do sujeito histórico e, com ele, toda a subjetividade que estava relegada a um plano inferior.

Ainda segundo Leff (2002), o ambiente é um campo de problematização do conhecimento, pois ele induz a construção de novos objetos de pesquisa mediante um processo de internalização de certos saberes e valores ambientais. O ambiente, nesse sentido, é um conceito importante para a articulação e o diálogo entre as disciplinas científicas e os diversos saberes.

Contudo, mesmo considerando as potencialidades da emergência do diálogo de saberes a partir da problematização do ambiente, ainda sim estamos sujeitos a grandes obstáculos construídos por nossas visões e significação conceitual de alguns temas. Nesse caso, muitas vezes é preciso retomar alguns daqueles conceitos bem difundidos e comuns a algumas áreas como, por exemplo, o de interdisciplinaridade.

Na área educativa o tema interdisciplinaridade foi internalizado pelos documentos oficiais[24] e pelo discurso dos diferentes atores que participam da escola. Entretanto, algumas conclusões tidas como certas e verdadeiras na área educativa, por exemplo, acabam por se transformar em obstáculos pedagógicos.

- O significado de trabalhos interdisciplinares

Ao analisar os dados que indicam os caminhos percorridos pelos professores de Física em formação ao abordarem aspectos da temática ambiental em suas práticas de ensino, chama-nos a atenção o fato de vários estagiários não se identificam com trabalhos que lidam com essa temática. Dentre os participantes dessa pesquisa, alguns explicitam um certo desconforto em lidar com outros aspectos que não são os especificamente vinculados às práticas de ensino de Física a partir de uma visão mais tradicional.

Entre aqueles que lidam com aspectos da temática ambiental em suas práticas de ensino, alguns afirmam, em determinadas oportunidades, que estão realizando um trabalho interdisciplinar. A menção a esse tipo de trabalho está diretamente articulada com a idéia de que os assuntos envolvendo as relações entre o homem e o meio ambiente são relacionados a outros ramos do conhecimento, tal como a Ecologia.

Nesse caso, a menção à possibilidade de abordar os aspectos da temática ambiental a partir de uma atividade interdisciplinar somente reforça a não identificação dos estagiários com esses aspectos. Ou seja, os futuros professores de Física que se colocam favoráveis diante da possibilidade de tratamento de aspectos da temática ambiental em suas práticas de ensino, anunciam abordar tema de outra disciplina, como se o ambiente pudesse ser somente Biológico, Geográfico ou Social. Para os estagiários, a idéia de interdisciplinaridade está vinculada à possibilidade de um professor de Física, por exemplo, discutir assuntos específicos e pertinentes ao campo da Biologia ou de qualquer outra disciplina. Considerando essa idéia, é possível concluir que a temática ambiental continua sendo um assunto exclusivo de biólogos e geólogos, cabendo ao professor de Física, em situações esporádicas, tratar deste assunto em suas aulas.

Entretanto, Veiga-Neto (2006) alerta-nos a respeito de algumas interpretações equivocadas sobre o conceito de interdisciplinaridade no contexto pedagógico. Segundo o autor, freqüentemente surgem novas palavras de ordem e apressadas propostas educacionais

[24] A interdisciplinaridade é um dos eixos organizadores da doutrina curricular expressa na LDB.

sendo, portanto, preciso retomar algumas questões básicas, mapear e ressignificar velhos conceitos; examinar e colocar sob suspeita antigas e cristalizadas verdades, revisitar algumas de nossas convicções.

Vale destacar que a interdisciplinaridade ganha em importância na área educativa à medida que podemos observar que esse é um dos princípios metodológicos mais reconhecidos nos textos acadêmicos que lidam com aspectos da temática ambiental no processo educativo (CAVALARI, et al. 2006) e um dos eixos orientadores dos documentos oficiais.

Examinando essa questão da interdisciplinaridade podemos dizer que, no Brasil, esse termo torna-se mais conhecido a partir dos trabalhos de Hilton Japiassu – no âmbito da epistemologia – e de Ivani Fazenda – no âmbito da pedagogia (VEIGA-NETO, 2006). Segundo Veiga-Neto (2006), uma das concepções historicamente defendidas no âmbito Educacional era a da noção de que se fazia necessária à integração entre as diferentes disciplinas escolares, como forma de recuperação de uma hipotética unidade do conhecimento que havia sido perdida por obra da Ciência Moderna.

Para Gallo (2001) a interdisciplinaridade na educação foi pensada como uma das possibilidades de reorganizar o trabalho educativo. Nesse sentido, ela deveria possibilitar uma nova apreensão dos saberes, desta feita não mais identificada pela absoluta compartimentalização das disciplinas, mas pela comunicação entre os compartimentos disciplinares.

Do ponto de vista epistemológico, Leff (2002) considera que o grande indutor da interdisciplinaridade no âmbito científico foi, sem dúvida, o movimento histórico de transformação das bases do processo produtivo. Essa transformação exigiu novas e articuladas aplicações práticas das Ciências que, do ponto de vista epistemológico, induziu a construção de um novo objeto científico a partir da colaboração de diversas disciplinas, e não apenas como o tratamento comum de uma temática. Nesse sentido, está-se diante de um novo objeto de estudo e de uma nova forma de interrogá-lo. Ou seja, a interdisciplinaridade é especificada no campo teórico de produção do conhecimento científico e não de suas práticas.

Se epistemologicamente ela aponta para a possibilidade de produção de conhecimento a partir de grupos formados por especialistas de diferentes áreas, pedagogicamente indica um trabalho de equipe, no qual os professores de diferentes disciplinas organizam trabalhos conjuntos sobre um determinado tema em comum (GALLO, 2001).

Para Pierson e Neves (2000) a interdisciplinaridade ganha força na educação a partir da demanda por uma formação mais global do homem, com a conseqüente superação de sua visão fragmentada do mundo. Segundo Veiga-Neto (2006) há quem argumente a favor de

uma combinação entre essa prática e aquelas relativas às especificidades disciplinares. Nesse caso, a aproximação que ocorre entre as disciplinas impõe-se como uma exigência ao próprio desenvolvimento disciplinar, que se faz especialmente aguda em certos momentos do processo, enquanto noutros prevalece a exigência de uma certa introspecção.

Ainda segundo alguns autores (LOPES, 1999; PIERSON; NEVES, 2000; GALLO, 2001), não há um consenso quanto ao significado do termo interdisciplinaridade. Contudo, freqüentemente o termo traduz apenas uma mera superposição de disciplinas escolares, sem que haja efetivamente um diálogo entre elas. Essa idéia acaba se tornando comum entre os professores, sobretudo devido a uma concepção restrita sobre a natureza do conhecimento e do ensino. Essas concepções aligeiradas de alguns termos influenciam as práticas pedagógicas dos professores de tal forma, que acaba por prevalecer, entre os docentes, a perspectiva reducionista do termo.

Todavia, a sugestão de trabalhos mais integradores do ponto de vista pedagógico não pode ser confundida com posições que descaracterizam o que aparentemente é básico na construção da Ciência. Nesse caso, Kawamura (1997) observa que há aspectos da disciplinaridade que, em sua opinião, são básicos na construção do conhecimento científico na área de Física e que devem ser retomados no seu ensino. Para a autora, é preciso reconhecer qual é o seu espaço e entender o seu campo de legislação. Nesse caso, ensinar Física também inclui mostrar quais caminhos essa Ciência percorre para compreender certos aspectos da realidade, apontar suas possibilidades e seus limites. Também é interessante compreender em que circunstância a Física pode se compor com outros campos do conhecimento. Nesse sentido, a idéia de disciplinaridade é importante para demarcar e para poder compor (KAWAMURA, 1997).

Ao que tudo indica, se de um lado a especialização isola e mutila o objeto a ser conhecido, de outro lado corremos o risco de descaracterizar a atividade científica mediante interpretações que negam o que é específico da Ciência. Assim, as questões relacionadas com os significados que atribuímos ao processo de produção do conhecimento científico são fundamentais, sobretudo quando consideradas a partir dos temas controversos. A vantagem de trabalharmos com eles em nossas atividades educativas está, justamente, na possibilidade de construirmos um contexto para a discussão de aspectos normalmente distantes das aulas de Física e, de outro modo, possibilitar a existência de um ambiente propício ao diálogo de saberes.

- A temática ambiental e os temas controversos: a emergência do diálogo de saberes

Os temas controversos relacionados com os processos científicos e tecnológicos articulam aspectos que envolvem as dimensões política, valorativa, e epistemológica da realidade construída/ vivenciada pelo ser humano. Além disso, envolvem juízos de valor e, por isso, demandam, para a sua discussão, elementos que ultrapassam a abordagem puramente científica do problema. Isto significa, entre outras coisas, que um tema controverso não pode ser resolvido apenas recorrendo a fatos ou a dados empíricos. Nesse sentido, os problemas apresentados por esta perspectiva são pouco delimitados, multidisciplinares, e carregados de valores, situação que conduz a diversas soluções alternativas, cada uma das quais demandando aspectos positivos e negativos (REIS, 2004).

Ao aceitarmos os temas controversos enquanto princípio metodológico para as nossas práticas de ensino, sobretudo diante da possibilidade de tratarmos aspectos da temática ambiental, abrimos espaço para aspectos normalmente distantes das salas de aula, tais como incertezas, dilemas éticos e religiosos, complexidades, análise de riscos sociais e ambientais associados às Ciências Naturais e Sociais e suas aplicações, além das Humanidades.

Os temas controversos possibilitam a emergência do diálogo de saberes e, nesse sentido, vão além de qualquer abordagem interdisciplinar que, entre outros aspectos, induz o diálogo entre as diversas disciplinas – científicas/ escolares.

O tratamento de temas controversos em sala de aula pode promover o diálogo e o posicionamento político, econômico, ético e social entre os diferentes atores envolvidos – professores e alunos.

Essas linhas gerais nos dão uma primeira idéia da potencialidade de abordarmos aspectos da temática ambiental em aulas de Física. Esse princípio metodológico favorece a discussão de aspectos da natureza da Ciência, da articulação desse campo do conhecimento com outras dimensões da realidade humana, tais como a política, a econômica, a ética e a ambiental. Enfim, o tratamento de temas controversos em aulas de Física possibilita olhá-la como atividade essencialmente humana e, enquanto tal, sujeita aos conflitos e aos interesses.

A abordagem dos temas controversos no Ensino de Física constrói um contexto no qual os aspectos da temática ambiental surgem como uma conseqüência natural da dinâmica da aula. Em nossa pesquisa, observamos que os futuros professores trabalharam alguns aspectos da temática ambiental a partir, fundamentalmente, da discussão de alguns impactos negativos diretos e indiretos da tecnologia sobre o meio ambiente.

Apesar da indicação de um trabalho dessa natureza, os estagiários não percorreram um caminho que levasse a uma apresentação dos dilemas éticos e ambientais profundos e fascinantes que acompanham as proezas decorrentes da aplicação de certas tecnologias. Esses dilemas são resultantes dos impactos negativos, mas também dos posicionamentos políticos, econômicos, sociais, éticos e religiosos dos atores envolvidos.

Contudo, o fato de os estagiários não terem abordado as controvérsias de maneira mais ampla e profunda decorre diretamente de algo já intensamente apontado nesse trabalho, ou seja, a visão que eles possuem de conhecimento em Física e de conhecimento escolar em Física.

Essas observações podem nos levar a identificar algumas questões instigadoras no sentido de mobilizar um conjunto de investigação referente ao ensino da Física, a processos de educação ambiental e à relação entre ensino de Física e Educação Ambiental: que possibilidades poderiam ser exploradas em cursos de formação inicial de futuros professores de Física na direção de "ambientalização curricular" desses cursos? Que pensam os formadores de futuros professores de Física a respeito da temática ambiental? E a respeito dos temas controversos? Quais os caminhos poderiam ser percorridos por um professor de Física do nível médio que decide abordar aspectos da temática ambiental em suas práticas de ensino? Quais as potencialidades e os limites de um curso de formação continuada para professores de Física do nível médio que aborde os aspectos da temática ambiental a partir dos temas controversos? Qual o nível de relevância dos temas controversos e dos aspectos da temática ambiental para os professores de Física de uma determinada escola/ diretoria de ensino?

REFERÊNCIAS

ABDALLA, V. **O que pensam os alunos sobre a escola noturna.** São Paulo: Cortez, 2004.

ADORNO, T.W.; HOCHHEIMER, M. Conceito de Iluminismo. In: ADORNO, T.W. **Textos escolhidos.** São Paulo: Nova Cultural, 1999. p. 17-62. (Coleção Os Pensadores).

AMARAL, I.A. Programas e ações de formação docente em educação ambiental. In: AGLIEBER, J.E.; GUERRA, A.F.S. (Org.). **Pesquisa em educação ambiental: pensamentos e reflexões de pesquisadores em educação ambiental**. I COLÓQUIO DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL DA REGIÃO SUL. Pelotas: Ed.Universitária/UFPel, 2004. p.145-167.

ANDRÉ, M.E.D.A. Desafios da pesquisa sobre a prática pedagógica. In: V ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 9., 1998, Lindóia. **Anais**...Lindóia: Endip, 1998.

BACHELARD, G. O novo espírito científico. In: _____**A filosofia do não; O novo espírito científico; A poética do espaço.** São Paulo: Abril Cultural, 1978. p. 90-179. (Os Pensadores).

BACON, F. Novum organum ou verdadeiras indicações acerca da interpretação da natureza. In: BACON F. **Novum organum ou verdadeiras indicações acerca da interpretação da natureza;** Nova Atlântida. São Paulo: Nova Cultural, 1999. p. 23-218. (Os Pensadores).

BARBANTI JR. O. Conflitos socioambientais: teorias e práticas. In: I ENCONTRO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE, 2002, Indaiatuba. **Anais eletrônicos**...Indaiatuba: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade, 2002 Disponível em <www.anppas.org.br> Acesso em: 20 jun. 2004.

BOGDAN, R. BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação:** uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto Ed. 1994.

BOHR, N. **Física atômica e conhecimento humano:** ensaios 1932-1957. Rio de Janeiro: Contraponto, 1995.

BORHEIM, G. Filosofia e Política Ecológica. **Revista Filosófica Brasileira**. n. 2(1). p.16-24, 1985.

BRAGA, M. **A Nova Paidéia:** ciência e educação na construção da modernidade. Rio de Janeiro : E-papers, 2000.

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional n^0 9.394/96**, 20 de dezembro de 1996.

BRIDGES, D. Dealing with controversy in the curriculum: a philosophical perspective. In: WELLINGTON, J. J. (Org.). **Controversial issues in the curriculum.** Oxford: Basil Blackwell, 1986. p. 19-38.

CARVALHO, A.M.P. Metodologia de pesquisa em ensino de Física: uma proposta para estudar os processos de ensino e aprendizagem. In: Mesa redonda 3: Metodologia de pesquisa em ensino de Física: uma agenda para o debate - ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, IX, 2004, Jaboticatubas-MG: **Atas eletrônicas**...Jaboticatubas-MG, 2004. 1 CD-ROM.

CARVALHO, A.M.P. **Prática de Ensino:** os estágios na formação do professor. São Paulo, Pioneira, 1987.

CARVALHO, L.M. **Natureza da ciência, temática ambiental e o ensino das Ciências naturais:** o futuro professor de biologia – seus projetos e suas práticas. 1998. 37 f. Relatório (Relatório de Pesquisa de pós–doutorado)–Universidade do Estado de São Paulo, São Paulo, 1998.

_____Educação Ambiental e a Formação de Professores. In: OFICINA PANORAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL, 2000, Brasília. **Panorama da Educação Ambiental no Ensino Fundamental.** Brasília: Ministério da Educação, 2000. v. 1, p. 55-64.

_____A Temática Ambiental e o Ensino de Biologia: compreender, valorizar e defender a vida. In: Marandino, M. SELLES, S. E.; SERRA, M.; AMORIM, A. C. (Org.) **Ensino de Biologia:** conhecimentos e valores em disputa. Niterói, EDuff, 2005.

CARVALHO, L. M; CAVALARI, R. M. F.; SANTANA, L. C. O Processo de Ambientalização Curricular da UNESP-Campus de Rio Claro: diagnóstico e perspectivas. In: GELi, A.M; JUNYENT, M; SÁNCHEZ, S. (Org.). **Ambientalización Curricular de los Estudios Superiores 3**: Procesos de diagnóstico de la Ambientalización Curricular de los Estudios Universitarios. 01. Ed. Girona, 2003 v. 3, p. 131-165.

CAVALARI, R.M.F.; CAMPOS, M.J.O.; CARVALHO, L.M. Educação ambiental e materiais impressos no Brasil: A relação homem-natureza In: Encontro Pesquisa em Educação Ambiental : Tendências e Perspectivas, 2001, Rio Claro - SP. **Atas eletrônicas**...Rio Claro: Unesp, 2001. 1 CD-ROM.

CAVALARI, R.M.F.; SANTANA, L.C.S.; CARVALHO, L.M. Concepções de educação e educação ambiental nos trabalhos do I EPEA. **Pesquisa em Educação Ambiental**, São Carlos, v.1, n.1, jul-dez, 2006.

COHEN, L.; MANION, L.; MORRISON, K. **Reserch methods in education.** London: RoutledgFalmer, 2001.

CORTELLA, M.S. **A escola e o conhecimento:** fundamentos epistemológicos e políticos. São Paulo, Cortez: Instituto Paulo Freire, 2000. (Coleção prospectiva).

CRUZ, E.C. Princípios e critérios para o planejamento das atividades didáticas. In: PARRA, N. (Org.). **Didática para a escola de 1^0 e 2^0 graus.** São Paulo: Pioneira, 1978. p. 61-76.

CRUZ, S.M.S.C.S; ZYLBERSZTAJN, A. O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de Física**: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Editora da Universidade Federal de Santa Catarina, 2001. p. 9-32.

DICKER, M. Using action research to navigate an unfamiliar teaching assignement. **Theory into Practice***,* v.29, n.3, p.203-208, 1990.

DOMÉNECH, J.L.; GIL-PÉREZ, D.; GRAS, A.; GUISASOLA, J.; MARTÍNEZ-TORREGROSA, J.; SALINAS, J.; TRUMPER, R.; VALDÉS, P. La ensenãnza de la energía: una propuesta de debate para un replanteamiento global. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.20, n.3, p.285-311, dez. 2003.

EINSTEIN, A. **A teoria da relatividade especial e geral.** Rio de Janeiro: Contraponto, 2001.

_____Física e realidade. **Rev. Bras. Ens. Fís.**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 9-22, mar. 2006.

EINSTEIN, A.; INFELD, L. **A evolução da física.** Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1980.

FRACALANZA, D.C. **Crise Ambiental e Ensino de Ecologia:** o conflito na relação homem–mundo natural. 1992. Tese (Doutorado em Educação)–Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas, 1992.

FREITAS, D.; VILLANI, A.; ZUIN, V. G.; REIS, P. R.; OLIVEIRA, H. T. A natureza dos argumentos na análise de temas controversos: estudo de caso na formação de pós-graduandos numa abordagem CTS. In: III Colóquio Luso-Brasileiro sobre Questões Curriculares, 2006, Braga-Portugal. **Anais**...Braga-Portugal, 2006. CD-ROM.

FIORENTINI, D.; SOUZA JR, A.J.;MELO, G.F.A. Saberes docentes: um desafio para acadêmicos e práticos. In: GERALDI, C.M.G.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E.M.A. (Org.). **Cartografias do trabalho docente***.* Mercado de Letras, Campinas, 1998. p. 307-335.

GALLO, S. Transversalidade e Meio Ambiente. Ciclo de Palestras sobre Meio Ambiente - Programa Conheça a Educação do Cibec/Inep- MEC/SEF/COEA, 2001.

GAYFORD, C.; DILLON, J. ; SCOTT, W. Controversial environmental issues: a case study for the professional development of science teachers. **International Journal of Science Education.** London, v.24, p.1191-1200, 2002.

GERALDI, C.M.G.; FIORENTINI, D. PEREIRA, E.M.A Trajetória de um trabalho coletivo: apontamentos para uma epistemologia da prática. In: _____ (Org.). **Cartografias do Trabalho docente.** Mercado de Letras, Campinas, 1998. p. 11-22.

GIANOTTO, D.E.P.; NUNES, M.J.C.; ARAÚJO, M.A.L.; TAKAHASHI, A.I.K.; Mini-Cursos: Nova Alternativa de Estágio Supervisionado na Área de Prática de Ensino. In: III Escola de Verão para Professores de Prática de Ensino de Física, Química e Biologia, out. 1994, São Paulo. **Atas**... São Paulo: USP, 1994. p.251-252.

GIMENO SACRISTÁN, J. G.; **O currículo: uma reflexão sobre a prática.** Porto Alegre: ArtMed, 2000.

GIMENO SACRISTÁN, J. G.; PÉREZ GÓMEZ, A.I. **Compreender e transformar o ensino.** Porto Alegre: ArtMed, 2000.

GOLDEMBERG, J. **Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento.** São Paulo: Edusp, 2001.

GONÇALVES, T.O.; GONÇALVES, T.V.O.; Reflexões sobre uma prática docente situada: buscando novas perspectivas para a formação de professores. In: GERALDI, C.M.G.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E.M.A. (Org.). **Cartografias do trabalho docente**. Mercado de Letras, Campinas, 1998. p. 105-136.

INFORSATO, E.C. **A dificuldades de professores iniciantes:** elementos para um curso de didática. 1995, 209 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

INFORSATO, E.C; SILVA, L.F e ROMANATTO, M.C. A didática, a abordagem de sua complexidade e o relato de uma experiência em processo. In: VII CONGRESSO ESTADUAL PAULISTA SOBRE FORMAÇÃO DE EDUCADORES. Águas de Lindóia. **Anais**... São Paulo, 2003. 1 CD-ROM.

INFORSATO, E.C; SILVA, L.F. A complexidade da didática e sua incorporação na formação inicial de professores. In: XI ENDIPE – ENCONTRO DE NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 2002, Goiânia. **Anais**... Goiânia: 2002. **Atas eletrônicas**... 1CD-ROM.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Technical summary of the Working Group I Report, 2001. IPCC – **Intergovernmental Panel on Climate Change.** Disponível em: <http//www.ipcc.ch.>. Acesso em: 20 jan. 2006.

KAWAMURA, M.R.D. Disciplina, sim!. **Ciência e Ensino**, Campinas, n.2, P. 1-5, jul. 1997.

KNELLER, G.F. **A ciência como atividade humana.** Rio de Janeiro: Zahar, 1980.

KENSKI, V.M. A vivência escolar dos estagiários e a prática de pesquisa em estágios supervisionados. In: PICONEZ, S.C.B. (Org.). **A prática de ensino e o estágio supervisionado.** Campinas: Papirus, 2005. p. 15-38

KOYRÉ, A. **Do mundo fechado ao universo infinito.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1979.

KUHN, T.S. **A estrutura das revoluções científicas.** São Paulo: Perspectiva, 1997.

LATOUR, B. **Jamais fomos modernos**: ensaio de antropologia simétrica. Rio de Janeiro: Ed. 34, 2005.

LEFF, H. **Epistemologia Ambiental.** São Paulo: Cortez, 2002.

LEVINSON, R. Science or humanities: who should teach controversial issues in science? **Proposições**, Campinas, v.12, 2001.

LIMA, G.F.C. Educação e sustentabilidade: Possibilidade e falácias de um discurso. In: I Encontro Anual da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade, 2002, Indaiatuba, **Anais eletrônicos**... Indaiatuba: <www.anppas.org.br> Acesso em: 20.01.2006.

LOPES, A. C. **Conhecimento escolar:** ciência e cotidiano. Rio de Janeiro: EdUERJ, 1999.

_____Discursos Curriculares na Disciplina Escolar Química. **Ciência e Educação**, Bauru-SP, v. 11, n. 2, p. 263-278, out. 2005.

MAFFIA, A.M.C. O papel dos Mini-Cursos como Integradores da Universidade com Escolas de 1^0 e 2^0 graus. In: III Escola de Verão para Professores de Prática de Ensino de Física, Química e Biologia, out. 1994, São Paulo. **Atas**... São Paulo: USP, 1994. p.273-274.

MARANDINO, M. A prática de ensino nas licenciaturas e a pesquisa em ensino de ciência: questões atuais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.20, n.2, p.168-193, ago. 2003.

MARCELO, C. Pesquisa sobre formação de professores: o conhecimento sobre o aprender e ensinar. **Revista Brasileira de Educação***,* São Paulo, n.9, p. 51-75, set./out./nov. 1998.

MATTEWS, M.R. História, Filosofia y Ensenãnza de las Ciências: La aproximacón actual. **Ensenãnza de las Ciencias***.* v.12, n.2, p. 255-277, 1994.

MEGID NETO, J. ; PACHECO, D. Pesquisas sobre o ensino de física do 2^0 grau no Brasil: concepção e tratamento de problemas em teses e dissertações. In: NARDI, R. (Org.). **Pesquisa em Ensino de Física.** São Paulo: Escrituras Editora, 1998. p. 5-20.

MIZUKAMI, M.G.N. **Ensino:** as abordagens do processo. São Paulo: Ed. Pedagógica e Universitária, 1986.

_____Casos de ensino e aprendizagem profissional da docência. In: ABRAMOVICZ, A.; MELLO, R.R. (Org.). **Educação:** pesquisas e práticas. Campinas: Papirus, 2000. p. 136-160.

MIZUKAMI, M.G.N.; REALI, A.M.M.R.; REYES, C.; LIMA, E.F.; MELLO, R.R. & TANCREDI, R.R.S.P. **Escola e aprendizagem da docência:** processos de investigação e formação. São Carlos: EdUSFCar, 2002.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro.** São Paulo: Cortez, 2002.

NASCIMENTO, F. **O pensamento científico e pedagógico e a ação docente:** analisando o papel das teorias implícitas, imagens de ciência e ideais de cientificidade sobre o ensino de ciência. 2003. 277 f. Tese (Doutorado em Educação)-Universidade Federal de São Carlos, 2003.

RODRIGUES, N. Educação: da formação humana à construção do sujeito ético. **Educação & Sociedade,** ano XXII, n. 76, out. 2001.

NUNES, C.M.F. Saberes docentes e formação de professores: um breve panorama da pesquisa brasileira. **Educação e Sociedade**, Campinas, v.22, n.74, abr. 2001.

ORLANDI, E.P. **Análise de discurso.** Campinas: Pontes, 2005.

PEDUZZI, L.O.Q. Sobre a utilização didática da história da ciência. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de Física**: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Editora da Universidade Federal de Santa Catarina, 2001. p. 151-170.

PERRENOUD, P. **Práticas pedagógicas, profissão docente e formação.** Lisboa: Dom Quixote, 1993.

PIERSON, A. H. C., NEVES, M.R. Interdisciplinaridade na formação de professores de ciências: conhecendo obstáculos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.1, n.2, p.120-131, 2000.

PIETROCOLA, M. Construção e realidade: o papel do conhecimento físico no entendimento do mundo. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de Física:** conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Editora da Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.p. 9-32.

PIMENTA, S.G. **O estágio na formação de professores:** unidade teoria e prática? São Paulo: Cortez, 2002.

PRIGOGINE, I. **O fim das certezas.** São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1996.

REIS, M.F.C.T. Educação ambiental e paradigmas de interpretação da realidade: tendências reveladas In: Encontro Pesquisa em Educação Ambiental: Tendências e Perspectivas, 2001,
Rio Claro - SP. **Atas eletrônicas**...Rio Claro: Unesp, 2001. 1 CD-Rom.

REIS, P.R. **Controvérsias sócio-científicas:** discutir ou não discutir? Percursos de aprendizagem na disciplina ciências da terra e da vida. 2004. 457 f. Tese (Doutorado em Educação)-Universidade de Lisboa, Lisboa, 2004.

RODRIGUES, N. Educação: da formação humana à construção do sujeito ético. **Educação e Sociedade**, Campinas, n.76, p.232-257, out. 2001.

SAVIANI, N. **Saber escolar, currículo e didática***:* problemas da unidade conteúdo/ método no processo pedagógico. Campinas: Autores Associados, 2000.

SHULMAN, L.S. Those who understands: knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, Washington DC: AERA, v. 17, n. 1, p. 4-14, 1986.

SHULMAN, L.S. Knowledge and teaching: foundations of a new reform. **Havard Educational Review**, Cambridge, Havard Graduate School of Education, v. 57, n.1, 1987.

SILVA, L. F. **A temática ambiental e o ensino de física na escola média:** a produção de energia elétrica em larga escala como um tema controverso. 2001. 180 f. Dissertação (Mestrado em Educação)-Universidade do Estado de São Paulo, São Paulo, 2001.

_____ A incorporação da temática ambiental pelo professor-estagiário de física. In: I COLÓQUIO DE PESQUISA EM TEMAS CONTROVERSOS, CONHECIMENTOS E EDUCAÇÃO, 2006, Rio Claro-SP: **Atas**... Rio Claro-SP: UNESP, 2006.

SILVA, L.F e INFORSATO, E.C A formação inicial de professores e os saberes docentes: subsídios para um referencial de análise da prática docente em um contexto complexo. XII ENDIPE - ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 2003, Curitiba, **Atas eletrônicas**... Curitiba, 2003. 1 CD-ROM.

SILVA, L.F.; CARVALHO, L.M. A temática ambiental e o ensino de física na escola média: algumas possibilidades de desenvolver o tema produção de energia elétrica em larga escala em uma situação de ensino. **Rev. Bras. Ens. Fís**., São Paulo, v. 24, n. 3, p. 342-352, set. 2002a.

_____A compreensão dos alunos do ensino médio quanto ao tema produção de energia elétrica em larga escala. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, VIII, 2002, Águas de Lindóia: **Atas eletrônicas**... Águas de Lindóia, 2002. 1 CD-ROM. (b)

_____A temática ambiental e o ensino de física na escola média: avaliação do posicionamento dos alunos em relação a aspectos controversos In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, IX, 2004, Jaboticatubas-MG: **Atas eletrônicas**...Jaboticatubas-MG, 2004. 1 CD-ROM.

_____O ensino de física e a temática ambiental: a produção de energia elétrica em larga escala como um tema controverso. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, X, 2006, Londrina-PR: **Atas eletrônicas**... Londrina-PR, 2006. 1 CD-ROM. (a)

SHOENFELD, A.H. **Toward a theory of teaching-in-context**. Disponível em <http://www.gse.berkeley.edu/Faculty/aschoenfeld/TeachInContext/teaching-in-context.htm>., Acesso em: 20 junho 2004.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

TARNAS, R. **A epopéia do pensamento ocidental:** para compreender as idéias que moldaram nossa visão de mundo. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

TORRES, R.M. Tendências da formação docente nos anos 90. In: WARDE, M. (Org.). **Novas políticas educacionais***:* críticas e perspectivas. São Paulo: PUC, 1998, p. 173-191.

TOURAINE, A. **Crítica da modernidade.** Petrópolis: Vozes, 2002.

VEIGA-NETO, A. Tensões disciplinares: recompondo antigos temas. In: SILVA, Aida Maria M. et al. (org.). **Novas subjetividades, currículo, docência e questões pedagógicas na perspectiva da inclusão cultural**. Recife: ENDIPE, 2006. p.137-159.

XAVIER, M.E.R.; KERR, A.S. A análise do efeito estufa em textos para-didádicos e periódicos jornalísticos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.21, n., p.325-349, dez. 2004.

WELLINGTON, J. J. The nuclear issue in the curriculum and the classroom. In: WELLINGTON, J. J. (Org.). **Controversial issues in the curriculum**. Oxford: Basil Blackwell, 1986. p. 149-171

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT**. Our common future.** New York, Oxford University Press, 1987.

ZABALA, A. **A prática educativa:** como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ANEXOS

ANEXO A: Plano de ensino da disciplina Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física I

PRÁTICA DE ENSINO E ESTÁGIO SUPERVISIONADO DE FÍSICA I

Prof. Luciano Fernandes Silva

Objetivos Gerais
Ao final do processo o aluno deverá:
a) conhecer, analisar e aplicar diferentes metodologias para o ensino de Física no Ensino Básico.
b) realizar estágios de observação e regência
c) avaliar regências de aulas
d) elaborar e implementar planos de ensino

Objetivos Específicos
A participação dos acadêmicos nas atividades da disciplina, deverá propiciar-lhes condições para que sejam capazes de:
a) Caracterizar e analisar a situação atual do ensino de Física;
b) Avaliar diferentes alternativas metodológicas para o ensino de Física;
c) Avaliar a importância do estágio de observação para a formação dos futuros professores;
d) Identificar o quê e como realizar observações em salas de aula;
e) Avaliar a importância do Planejamento de Ensino e da elaboração do Plano de Ensino para a prática pedagógica dos professores;
f) Elaborar, implementar e avaliar Planos de Ensino;
g) Avaliar a implementação de Planos de Ensino;
h) Avaliar regências de aula;
i) Ministrar aulas em situações reais e simuladas;
j) Realizar estágios de observação;
l) Adquirir uma visão global das escolas de ensino médio;
m) Caracterizar a comunidade onde a escola está inserida e o aluno com quem irá trabalhar;
n) Observar alunos de vários níveis de desenvolvimento físico, psicológico-pedagógico e social, considerando essas diferenças enquanto fatores a serem levados em conta no processo ensino-aprendizagem;
o) Verificar que tipos de dificuldades os alunos possuem na aprendizagem dos conteúdos.

Cronograma das atividades:
- Algumas considerações sobre a construção do conhecimento científico/ 08 h/a
- Modelos de Ensino e Aprendizagem na Educação Científica/ 08h/a
- A situação atual do Ensino de Física nas escolas públicas e particulares/ 04h/a
- Competências para a docência/ 12h/a
- As propostas atuais para o Ensino de Física (PCNEM e Proposta Curricular Paulista)/ 08h/a
- O ensino de Física e a temática Ambiental / 08h/a
- Estratégias para o ensino de Física/ 8h/a
- Questões epistemológicas, pedagógicas e curriculares no ensino/12h/a
- Conceitos de Física relacionados com a temática do estágio /08h/a
- Desenvolvimento do estágio curricular numa escola pública de ensino médio/ 36h/a
- Avaliação do estágio/ 08h/a

Estratégias de Ensino
Estrutura Geral:

1º) Estudos e debates, com a sala toda, sobre temas específicos de Física e educação bem como suas conexões com outras áreas científicas e com o contexto cultural.
2º) Trabalhos em pequenos grupos para elaborar, executar e analisar propostas de aula;
3º) Registro sistemático e individual sobre o próprio processo de aprendizagem (caderno de anotações).

Recursos a serem utilizados
- filmadora;
- retroprojetor;
- kits da experimentoteca;
- recursos para produção dos materiais didáticos;
- textos e livros;
- outros.

Procedimentos de Avaliação do aprendizado dos alunos

O aluno será avaliado com base em sua efetiva participação em todas as atividades propostas em classe; atitude ética durante o estágio; elaboração dos diferentes trabalhos escritos propostos no decorrer do semestre; desempenho nas aulas simuladas; desempenho durante o estágio;

Serão atribuídas três notas durante o semestre, assim definidas:

1ª nota: média aritmética das notas obtidas nas atividades relacionadas às resenhas e aos demais textos solicitados.
2ª nota: média aritmética das notas obtidas no diário de campo, relatório de estágio de observação, regência em sala de aula e seminário de apresentação.
3ª nota: prova escrita.

A média final do aluno será o resultado da média aritmética das três notas atribuídas. Poderá ser atribuído o conceito I para os alunos que não entregarem o caderno de campo e o relatório de estágio no tempo determinado. A substituição da menção I será feita no prazo determinado pelos órgãos competentes

Bibliografia

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Parâmetros Curriculares Nacionais***:* ensino médio, Brasília: Secretaria da Educação Média e Tecnológica, 1999.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. **Proposta curricular para o ensino de Física 2^0 grau**. 3.ed. São Paulo: Secretaria de Estado da Educação, 1992.

ANEXO B: Plano de ensino da disciplina Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física II

PRÁTICA DE ENSINO E ESTÁGIO SUPERVISIONADO DE FÍSICA II

Professor Luciano Fernandes Silva

Objetivos Gerais
O aluno deverá:
a) conhecer, analisar e aplicar diferentes metodologias para o ensino de Física no Ensino Básico.
b) realizar estágios de observação e regência
c) avaliar regências de aulas
d) elaborar e implementar planos de ensino

Objetivos Específicos
A participação dos acadêmicos nas atividades da disciplina deverá propiciar-lhes condições para que sejam capazes de:
a) Caracterizar e analisar a situação atual do ensino de Física;
b) Avaliar diferentes alternativas metodológicas para o ensino de Física;
c) Avaliar a importância do estágio de observação para a formação dos futuros professores;
d) Identificar o quê e como realizar observações em salas de aula;
e) Avaliar a importância do Planejamento de Ensino e da elaboração do Plano de Ensino para a prática pedagógica dos professores;
f) Elaborar, implementar e avaliar Planos de Ensino;
g) Avaliar a implementação de Planos de Ensino;
h) Avaliar regências de aula;
i) Ministrar aulas em situações reais e simuladas;
j) Realizar estágios de observação;
l) Adquirir uma visão global das escolas de ensino médio;
m) Caracterizar a comunidade onde a escola está inserida e os alunos com quem irá trabalhar;
n) Observar alunos de vários níveis de desenvolvimento físico, psicológico-pedagógico e social, considerando essas diferenças enquanto fatores a serem levados em conta no processo ensino-aprendizagem;
o) Verificar que tipos de dificuldades os alunos possuem na aprendizagem dos conteúdos;

Cronograma das atividades:

MÊS	**ASSUNTO**	**OBS.**
Outubro	- **Aula 1** - Apresentação dos trabalhos**,** cronograma, **contrato verbal de trabalho**, divisão das equipes e horários extraclasse, escolha da escola, agendamento de visita a escola, leitura e discussão de textos sobre planejamento curricular, solicitar primeira versão do plano de aula (4 aulas distribuídas em 4 semanas de estágio na escola de ensino médio). - **Aula 2** - Discussão sobre: Abordagem, Procedimento de aula, Recursos e Avaliação. Leitura e discussão dos PCNEM	

	e Proposta Curricular Paulista. - **Aula 3** – Oficina de Ensino: Simular o trabalho educativo com uma proposta concreta de ensino de Física apontada em documento oficial. Entregar a primeira versão do plano de aula. - **Aula 4** – O trabalho educativo com aspectos da natureza da ciência: temas controversos e a temática ambiental. - Leitura do texto "A temática Ambiental e o ensino de Física na Escola Média". - Discussão e avaliação da primeira versão do plano; - Solicitar segunda versão do plano.	
Novembro	- **Aula 1 –** Discussão e avaliação da segunda versão do plano; - Horário destinado a preparação e acertos dos mini-cursos. - **Aula 2 –** Apontamentos e reflexões sobre o Estágio, solicitar terceira versão melhorada do plano de ensino, apresentação de dois seminários (baseados em textos publicados em revistas de ensino de Física). - **Aula 3 –** Apontamentos e reflexões sobre o Estágio, apresentação de dois seminários; - **Aula 4 –** Apontamentos e reflexões sobre o Estágio, apresentação de dois seminários;	
Dezembro	- **Aula 1 –** Apontamentos e reflexões sobre o Estágio, apresentação de dois seminários e entrega da última versão do plano. - **Aula 2 –** Marcar entrevistas com alunos do Estágio, apresentação de seminários.	
Janeiro	- **Aula 1 –** Retomada das reflexões sobre aspectos da natureza da ciência que podem ser abordados em aulas de Física; - Agendar novas entrevistas com os alunos; - Agendar nova rodada de seminários - **Aula 2 –** Trabalho com o filme "Os senhores do Holocausto" - trabalho dirigido utilizando-se do filme. - Ao final da aula solicitar uma pequena avaliação sobre a proposta de utilizar este procedimento em sala de aula.	

Estratégias de Ensino

Estrutura Geral:

1º) Estudos e debates, com a sala toda, sobre temas específicos de Física e educação bem como suas conexões com outras áreas científicas e com o contexto cultural.

2º) Trabalhos em pequenos grupos para elaborar, executar e analisar propostas de aula;
3º) Registro sistemático e individual sobre o próprio processo de aprendizagem (caderno de anotações).

Recursos a serem utilizados
- filmadora;
- retroprojetor;
- kits da experimentoteca;
- recursos para produção dos materiais didáticos;
- textos e livros;
- outros.

Procedimentos de Avaliação do aprendizado dos alunos

O aluno será avaliado com base em sua efetiva participação em todas as atividades propostas em classe; atitude ética durante o estágio; elaboração dos diferentes trabalhos escritos propostos no decorrer do semestre; desempenho nas aulas simuladas; desempenho durante o estágio;

Serão atribuídas três notas durante o semestre, assim definidas:

1ª nota: média aritmética das notas obtidas nas atividades relacionadas às resenhas e aos demais textos solicitados.
2ª nota: média aritmética das notas obtidas no: diário de campo, relatório de estágio de observação, regência em sala de aula e seminário de apresentação.

A média final do aluno será o resultado da média aritmética das duas notas atribuídas. Poderá ser atribuído o conceito I para os alunos que não entregarem o caderno de campo e o relatório de estágio no tempo determinado. A substituição da menção I será feita no prazo determinado pelos órgãos competentes

Referências

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** ensino médio, Brasília: Secretaria da Educação Média e Tecnológica, 1999.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar.** Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. **Proposta curricular para o ensino de Física 2^0 grau.** 3.ed. São Paulo: Secretaria de Estado da Educação, 1992.

ANEXO C: Questionário com perguntas abertas

PRÁTICA DE ENSINO E ESTÁGIO SUPERVISIONADO DE FÍSICA I

ATIVIDADE DIAGNÓSTICA
Questionário com perguntas abertas

Esta atividade tem por finalidade a obtenção de dados que possam indicar o que os alunos da prática de ensino concebem por ensino e aprendizagem.

1-) De que forma você poderia definir a atividade científica?

2-) De que forma você poderia definir a atividade educativa?

3-) Na sua opinião, quais são os principais problemas existente na área de ensino de Física?

4-) Identifique o perfil de um bom professor.

5-) Identifique o perfil de um mau professor.

6-) Quais são as condições essenciais para um aluno do ensino médio aprender Física?

7-) No ensino médio, quais os temas da Física que você elegeria como prioritários no processo de ensino-aprendizagem? Por quê?

8-) De que forma você trabalharia os conteúdos eleitos na última questão?

9-) Você acha que o conteúdo de Física oferece condições para o professor trabalhar diferentes aspectos do conhecimento humano tais como: políticos, econômicos, históricos, ambientais e éticos? Em caso afirmativo, descreva um exemplo de como você poderia trabalhar um destes aspectos.

ANEXO D: Questionário com perguntas abertas

PRÁTICA DE ENSINO E ESTÁGIO SUPERVISIONADO DE FÍSICA I

ATIVIDADE DIAGNÓSTICA

Responda:

1-) Quais são, na sua opinião, os problemas mais graves que existem na sociedade atual?

ANEXO E: Questionário com perguntas abertas

PRÁTICA DE ENSINO E ESTÁGIO SUPERVISIONADO DE FÍSICA I

ATIVIDADE DIAGNÓSTICA

Responda:

1-) Você acha que os problemas ambientais são importantes? Explique

ANEXO F: Atividade escrita

PRÁTICA DE ENSINO E ESTÁGIO SUPERVISIONADO DE FÍSICA I

TEMAS CONTROVERSOS

Uma das alternativas de trabalhar os conteúdos escolares em sala de aula está na possibilidade de abordar temas controversos em atividades educativas. A abordagem destes temas pode oferecer ao professor de Física, em particular, uma oportunidade de trabalhar outros aspectos da realidade humana em práticas de ensino de Física.

Neste sentido, solicitamos que você reflita sobre algumas possibilidades de abordar temas controversos em práticas de ensino de Física. Além disso, procure deixar claro em que sentido o tema possuí uma dimensão controversa e quais as possibilidades de explorá-lo em sala de aula.

Bom trabalho.

ANEXO G: Oficina de ensino

PRÁTICA DE ENSINO E ESTÁGIO SUPERVISIONADO DE FÍSICA II

OFICINA DE ENSINO

TERMOLOGIA

I – Realização de atividades de ensino de Física (Até 45 minutos)

Desenvolva na ordem proposta (atividade 1 e atividade 2), como se você fosse um aluno do Ensino Médio, os trabalhos educativos apresentados por manuais de ensino de Física.

2 – Procure ler e responder uma atividade de cada vez e execute aquilo que está sendo pedido no texto.

II – Avaliação do material (Até 60 minutos)

Após a realização das atividades propostas nos manuais de ensino de Física, responda:

1 – No seu modo de ver que objetivos os autores esperam alcançar ao propor as atividades 1 e 2?

2 – Estas atividades e possíveis objetivos são pertinentes para o ensino de Física na escola média?

3 – Quais foram as dimensões relacionadas com conteúdos trabalhados em cada uma das atividades?

4 – Estas atividades consideram as tendências indicadas nos atuais documentos propostos pelo governo (Estadual e Federal) para o ensino de Física?

5 – Que outros aspectos (quanto aos objetivos, conteúdos, procedimentos e recursos) poderiam ser explorados nestas duas atividades?

ANEXO H: Atividade escrita

PRÁTICA DE ENSINO E ESTÁGIO SUPERVISIONADO DE FÍSICA II

ATIVIDADE

Tendo como base a primeira versão dos planos de aula que vocês construíram e as mais recentes propostas curriculares (PCNEM e Proposta Curricular de Ensino de Física do Estado de São Paulo) procurem refletir e responder as seguintes questões:

1 - O plano de aula elaborado por vocês considera as tendências recentes para o ensino de Física? Por quê?

2 – Qual o procedimento de ensino prevalece em seus planos? Eles poderiam ser modificados? Explique.

3 – Quais são as dimensões do conteúdo, ou diferentes aspectos da realidade, que vocês exploram em seus planos? Vocês poderiam explorar alguns outros? Identifiquem estes aspectos.

4 – De modo geral, o que você acha que poderia ser melhorado em seus planos de aula? Por que?

ANEXO I: Atividade escrita

PRÁTICA DE ENSINO E ESTÁGIO SUPERVISIONADO DE FÍSICA II

Obs.: Realize este exercício em no máximo 20 minutos.

O texto a seguir foi retirado dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). Faça uma leitura atenta deste trecho do documento e responda as questões propostas.

> O ensino de Física tem-se realizado freqüentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. Enfatiza a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática que essas fórmulas representam de seu significado físico efetivo. Insiste na solução de exercícios repetitivos, pretendendo que o aprendizado ocorra pela automatização ou memorização e não pela construção do conhecimento através das competências adquiridas. Apresenta o conhecimento como um produto acabado, fruto da genialidade de mentes como a de Galileu, Newton ou Einstein, contribuindo para que os alunos concluam que não resta mais nenhum problema significativo a resolver. Além disso, envolve uma lista de conteúdos demasiadamente extensa, que impede o aprofundamento necessário e a instauração de um diálogo construtivo. (BRASIL, 1999, p. 230).

Questões:

1 – Faça uma análise do texto. Você concorda com aquilo que esta sendo colocado? Explicite seu ponto de vista sobre o assunto.

2 – Quais são, em sua opinião, as possibilidades de melhorarmos a qualidade do ensino de Física em escolas do nível médio?

3 – Algumas propostas de mudanças no ensino de Física, apresentadas por pesquisadores da área ou documentos oficiais, não são colocadas em prática na rede oficial de ensino. Por que você acha que isto ocorre desta forma? Você encontra dificuldades em preparar e colocar em prática estas novas propostas em suas aulas? Quais são estas dificuldades?