

A TEMÁTICA AMBIENTAL E O PROCESSO EDUCATIVO: O ENSINO DE FÍSICA A PARTIR DE TEMAS CONTROVERSOS

Luciano Fernandes Silva

Luiz Marcelo de Carvalho

1. Alguns aspectos do discurso ambientalista

As manifestações discursivas a favor de níveis desejáveis de qualidade de vida a toda a população e de manutenção e recuperação de ambientes que mantenham a dinâmica de processos vitais ganham força de movimentos articulados a partir da segunda metade do século XX. Essas manifestações se expressam a partir de propostas de desenvolvimento de atitudes conservacionistas de caráter mais individual até a organização de partidos políticos de expressão, em diferentes regiões do mundo. Participam da construção desse discurso diferentes setores sociais incluindo políticos, intelectuais, cientistas e os chamados ambientalistas.

O reconhecimento, a construção e a caracterização por parte dos ambientalistas do que denominamos problemática ambiental são acompanhados de tentativas diversificadas de compreensão desse processo. Essas tentativas se constituem desde tarefas simples como, por exemplo, a identificação e mapeamento das diferentes situações de degradação ambiental, até o desenvolvimento de exercícios mais ousados de busca de modelos explicativos que nos permitam compreender as origens dos atuais padrões da relação sociedade -

natureza.

Destacamos o fato de que, embora a idéia de “crise” e de “problema” ambiental seja parte constituinte do núcleo do discurso construído por vários desses grupos, esse discurso é marcado por dissensos, controvérsias, posicionamentos e perspectivas diferentes. De fato, há uma grande diversidade de falas e textos sobre a problemática ambiental, pois cada grupo social que aborda as questões dessa problemática procura enfatizar aqueles elementos que são condizentes com suas visões de ser humano e de natureza e da relação entre eles. Nesse sentido, o discurso sobre a temática ambiental proclamado pelos empresários não é, necessariamente, o mesmo produzido pelo Estado ou pela comunidade científica. Mesmo dentro de uma determinada comunidade científica são produzidos diferentes discursos sobre essa problemática, tanto em termos de conteúdo, quanto em termos da organização dos argumentos e dos instrumentos persuasivos utilizados.

Uma vez que o discurso ambientalista tem como uma de suas questões centrais a relação da sociedade com a natureza, as suas proposições revestem-se de grande significado para as nossas práticas sociais, incluindo as pedagógicas. É nesse sentido que se tem

valorizado enfaticamente a incorporação da temática ambiental em espaços educacionais formais ou não formais, ocupando lugar de destaque em diferentes propostas curriculares no Brasil e em outros países dos diferentes continentes.

Considerando a diversidade do chamado discurso ambientalista, parece-nos significativo indagarmos: quais os possíveis reflexos e conseqüências desse discurso para nossas práticas pedagógicas realizadas no ensino superior e no ensino básico?

Embora esse tipo de discurso tenha oferecido elementos significativos tanto do ponto de vista teórico quanto do ponto de vista metodológico para as nossas práticas pedagógicas, é importante considerarmos, por exemplo, os riscos e as conseqüências teóricas e práticas por 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 alguns setores do movimento ambientalista. Na verdade essas idéias acabam atendendo a 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 ambientalista, 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.

De acordo com 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 política e socialmente progressistas (Lima, 2002). No entanto, tal proposta resultou mais tarde em arranjos com ênfase em uma 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, projetando a preservação dentro de uma perspectiva produtivista, na qual o que se quer preservar, de fato, é um modelo de acumulação de riquezas em que o patrimônio natural passa a ser um bem.

Ainda segundo Barbanti Jr. (2002), a idéia de desenvolvimento sustentável implica 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 também aponta que

Trabalhos acadêmicos dessa 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. (Barbanti Jr., 2002, p.4)

Tendo em conta as observações críticas sobre a construção do discurso ambientalista por diferentes setores da sociedade, parece-nos pertinente explorar as seguintes questões relacionadas com a incorporação da temática ambiental em nossas propostas educacionais: que aspectos dos discursos ambientalistas mais críticos se constituem em conteúdos relevantes para nossas práticas de ensino das Ciências Naturais? Que contribuições o discurso ambientalista pode nos oferecer quando nos referimos especificamente ao ensino de Física? Que subsídios podemos

buscar no discurso ambientalista para a construção de princípios metodológicos que possam orientar nossos planejamentos e práticas educativas relacionadas com o ensino de Física?

2. A Temática Ambiental e o Processo Educativo: algumas considerações em relação ao ensino de Ciências Naturais

Parte das idéias apresentadas neste trabalho foi desenvolvida a partir de uma linha de investigação iniciada em 1998, ano em que um dos autores do artigo entrou em contato com o Grupo de Pesquisa “A Temática Ambiental e o Processo Educativo” da Unesp de Rio Claro. Dentre as discussões e reflexões realizadas no grupo de pesquisa, destacamos aquelas diretamente relacionadas com as implicações teóricas e metodológicas do discurso ambientalista para o ensino de Ciências Naturais e, de modo particular, para o ensino de Física.

Tendo em vista a proposta de analisar as implicações do ideário ambientalista para essa área de ensino, 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 (Silva e Carvalho, 2002; 2006).

Não foi nenhuma novidade observar que as propostas de ensino de Ciências Naturais 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, na sua grande maioria, 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 factuais desvinculados de um contexto mais amplo e de situações concretas vivenciadas pelos estudantes (Braga, 2000; Pietrocola, 2001).

A partir dessas observações críticas, alguns autores (Braga, 2000; Pietrocola, 2001; Carvalho, 2005) procuram apontar outros caminhos para o ensino de Ciências Naturais. De modo geral, as proposições elaboradas por esses pesquisadores contemplam alguns importantes elementos presentes no discurso ambientalista, tais como as diferentes críticas voltadas para o modo como o ser humano 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 relacionados com ensino de Ciências Naturais, destacamos uma que, de modo especial, relaciona-se, direta ou indiretamente, com a avaliação dos riscos e benefícios locais e globais da aplicação da Ciência e da Tecnologia e com a crítica sistematizada aos padrões de produção social. Trata-se dos trabalhos desenvolvidos a partir da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

A proposta denominada CTS é conhecida, sobretudo, a partir da importância que obteve na Europa e nos

Estados Unidos durante os anos 80 (Holman, 1988; Nascimento, 2003; Reis, 2004; Santos e Mortimer, 2002). No Brasil a abordagem CTS aparece durante a década de oitenta no contexto da renovação curricular do ensino de Ciências, cujo um dos objetivos era o de analisar as implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico (Krasilchik, 1987).

Segundo Santos e Mortimer (2002), vários materiais didáticos e projetos curriculares que incorporam elementos da abordagem CTS foram elaborados no Brasil a partir da década de oitenta.

Essa 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). Segundo Santos e Mortimer (2002) a principal proposição dos currículos com ênfase na abordagem CTS está na tentativa de disponibilizar aos estudantes as representações que lhes possibilitem agir, tomar decisões e compreender o que está em jogo no discurso dos especialistas.

Na perspectiva dessa linha, um dos principais objetivos da abordagem CTS está na necessidade de formar cidadãos mais bem informados e capacitados para lidar com as implicações sociais da Ciência e da Tecnologia. Segundo Reis (2004), esse enfoque pretende desencadear a substituição do currículo convencional de

Ciências Naturais – 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. Esse enfoque possibilita compreender a atividade científica como construção social (Nascimento, 2003). 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. (Nascimento, 2003, p.23).

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. Segundo Santos e Mortimer (2002) os currículos CTS se articulam em torno de temas científicos ou tecnológicos que são potencialmente problemáticos e controversos do ponto de vista social. Ainda segundo os autores, no currículo elaborado a partir do enfoque CTS há um destaque especial para aqueles temas

diretamente relacionados com a Ciência e com a Tecnologia que apresentam diferentes opiniões, sendo que muitas vezes essas estão em campos diametralmente opostos.

A possibilidade de desenvolver trabalhos educativos que considerem a discussão de questões sociocientíficas controversas em sala de aula oferece excelentes oportunidades para nos aproximarmos das reais condições de produção da Ciência e das suas relações com a Tecnologia, com a sociedade e com o meio ambiente. Essas relações só podem ser compreendidas a partir das suas dimensões éticas e políticas, o que nos leva, necessariamente, ao encontro de controvérsias de diferentes naturezas.

No que diz respeito mais especificamente ao ensino de Física, 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; Wellington, 1986; Levison, 2002; Gayford et al., 2002; Reis, 2004).

Gayford et al. (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 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 as raras circunstâncias nas quais os professores desenvolvem atividades educativas com temas controversos.

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 significativos as possibilidades e os limites para o desenvolvimento de atividades de ensino que considerem temas controversos em aulas de Física.

3. A temática ambiental e o ensino de Física: os temas controversos como princípio metodológico de ensino.

Muitas das questões levantadas por parte do movimento ambientalista, em especial aquelas relacionadas com as controvérsias que podem ser identificadas no discurso ambiental, apresentam-se de forma muito significativa para nossas práticas de ensino de Física.

Os temas controversos, associados a aspectos da problemática ambiental, nos possibilitam, enquanto professores de Física, construir caminhos criativos para que o ensino dessa disciplina não seja tratado apenas do ponto de vista

conceitual com ênfase na linguagem matemática. Entendemos que esse ensino possa possibilitar aos estudantes a obtenção de ferramentas para a compreensão de um mundo complexamente imbricado por subjetividades, incertezas, conflitos, valores, questionamentos metafísicos e políticos nas nossas reflexões sobre o conhecimento e suas diferentes formas de aplicação.

Além disso, os temas controversos pressupõem uma análise em que os aspectos Físicos estão diretamente relacionados aos determinantes econômicos, políticos, históricos e sociais. Enfim, a abordagem dos temas controversos em nossas atividades de ensino de Física traduz-se em uma tentativa de evitar abordagens ingênuas da problemática ambiental.

É comum em algumas abordagens científicas em torno desse tema a ênfase num discurso politicamente pragmático, no qual se explicita a dimensão econômica e tecnológica da realidade. Nesses discursos enfatiza-se que a tecnologia e a economia de mercado são capazes de liderar o processo de reversão da degradação ambiental, por meio da introdução de tecnologias limpas – exemplo: sistemas fotovoltaicos e eólicos de produção de energia elétrica - 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 problemática ambiental, consideramos pertinente afastar-nos daquelas tendências que assumem algumas proposições com raízes teóricas e práticas de cunho eminentemente liberal. Nesse 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.

Diante desses aspectos, é pertinente apresentar os temas controversos como um princípio metodológico para algumas de nossas práticas educativas relacionadas com os conteúdos da Física. Os temas controversos diretamente vinculados com a problemática ambiental possibilitam a emergência de outros saberes em nossas práticas e abrem caminhos para a inclusão das subjetividades em nossos sistemas explicativos.

Os temas controversos possibilitam afastarmos-nos dos conceitos de harmonia, verdade absoluta, totalidade, determinismo, universo mecânico e neutralidade, normalmente presentes no discurso científico. Eles induzem ao pensamento crítico ao retomar os questionamentos direcionados para a visão de mundo moderna e suscitam 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 diferentes atores sociais

envolvidos, posicionamentos políticos, sensibilidades éticas e estéticas diversificadas ou diferentes maneiras de interpretar uma dada realidade.

Um exemplo interessante de controvérsias relacionadas com aspectos da problemática ambiental é aquele que trata da compreensão do tema aquecimento global (Gayford et al., 2002). Um grupo importante de cientistas considera que ainda existem muitas dificuldades para compreendermos adequadamente a complexidade dos fenômenos interligados com o aquecimento global; daí derivam algumas considerações de que ainda é prematuro enfatizar que esse fenômeno seja única e exclusivamente de origem antrópica.

Diferente daquilo colocado pela grande mídia, quando se trata de aquecimento global é importante termos em mente que muitas questões complexas ainda estão abertas, distanciando-nos muito de um consenso mínimo na comunidade científica. Não podemos esquecer que o clima é um exemplo típico de sistema dinâmico caótico. Isso significa que a dificuldade em fazer previsões é bem maior e inerente às propriedades matemáticas das equações que descrevem sua dinâmica. Como nenhuma grandeza pode ser medida com precisão infinita, qualquer pequeno erro amplifica-se com o tempo e torna a previsão equivocada.

Daí que os desvios de temperatura verificados nas últimas décadas também podem ser explicados a partir de perspectivas relacionadas com fatores exclusivamente naturais como, por exemplo, a diminuição do albedo¹

¹ O albedo controla a quantidade de energia solar absorvida pelo sistema Terra-atmosfera.

(refletividade média) planetário provocado por uma menor atividade vulcânica, as variações das circulações atmosféricas e oceânicas, as mudanças dos parâmetros orbitais da Terra ou, ainda, a influência de acontecimentos provenientes do sistema solar como a variação de produção de energia solar.

Além disso, os dados concretos que nos ajudam a simular as diferentes variações de temperatura que a Terra sofreu ao longo dos últimos milênios não nos permitem fazer afirmações categóricas e definitivas. Quando se trata de clima, o melhor mesmo é considerarmos um largo espectro de potenciais possibilidades de estarmos equivocados.

O fato de levantarmos essas questões não significa, em absoluto, estarmos indiferentes às grandes modificações provocadas na natureza pela sociedade. Essas modificações estão, na maior parte das vezes, amparadas na crença de um crescimento ilimitado e na negação do limite da natureza. Em nome de um progresso ilimitado observamos o surgimento de complexos e profundos problemas sociais e ambientais. Essa situação é um forte indicador do colapso do estilo de desenvolvimento moderno, não só do fator econômico e ambiental, mas também daquele referente à justiça social.

Porém, quando se trata de problemas ambientais, tal como o exemplo do aquecimento global, é fundamental que não se feche a questão, como se houvesse um consenso sobre o assunto. Mesmo do ponto de vista estritamente científico há importantes controvérsias sobre as causas do aquecimento global.

Além dos aspectos controversos

produzidos no âmbito interno da comunidade científica, há também outros externos como, por exemplo, as mudanças econômicas que uma drástica diminuição da emissão de CO₂ exige. Simplesmente situar de um lado as atividades econômicas baseadas nos combustíveis fósseis como algo que representa a intenção explícita de determinados segmentos sociais de destruir a natureza ou, no outro caso, o esforço altruísta daqueles que lutam pela conservação da natureza, e entregar-se ao quixotismo de querer simplesmente anular a história, leva-nos apenas a encobrir as questões realmente importantes para serem pensadas e discutidas.

Enfim, compreendemos que, enquanto professores de Física, podemos estar preparados não só para explicar os mecanismos que levam as moléculas de CO₂ a absorver radiação na faixa de comprimento de onda do infravermelho, ou para utilizar a Lei de Beer da transferência radiativa em problemas atmosféricos que envolvam valores de radiação solar direta, mas a contextualizar o significado das emissões de CO₂ para a sustentação da sociedade industrial que inventamos, tendo em vista os combustíveis fósseis formadores da base energética de nossas sociedades e os imensos desafios colocados por uma necessidade vital de preservação e conservação ambiental.

O exemplo que demos do tratamento do tema Aquecimento Global como um tema controverso em aulas de Física pode ser estendido para outros temas como, por exemplo, aqueles diretamente relacionados à produção de energia elétrica em larga escala (Silva e Carvalho,

2002 e 2006).

A utilização de processos controlados de fissão nuclear para a produção de energia elétrica é outro tema controverso que pode ser amplamente trabalhado por professores de Física. Uma primeira questão controversa associada ao tema é o de que a fissão nuclear de alguns elementos radioativos para a produção de energia elétrica não gera resíduos diretos. Todavia, ainda há importantes desafios diretamente relacionados com o descarte seguro do chamado “lixo radioativo”. Anualmente milhares de toneladas de resíduos são dispostos em grandes depósitos, devido ao alto índice de radiação residual.

Enquanto professores, podemos também explorar o fato de que, em geral, nenhuma outra forma de produção de energia elétrica possui níveis tão significativos de segurança. A ocorrência de acidentes em usinas nucleares é extremamente pequena, cerca de 10^{-4} por reator/ano. Todavia, as consequências de um acidente dessa natureza são extremamente graves para o meio ambiente e para a sociedade, pois envolve a emissão de radiação. Além disso, há importantes questões econômicas e geoestratégicas diretamente relacionadas com a aquisição e o domínio do ciclo de enriquecimento dos elementos radioativos.

Os exemplos acima apenas ilustram algumas possibilidades de um professor de Física abordar temas controversos em suas atividades de ensino. Esses temas possibilitam ao professor apresentar uma atividade científica distante da neutralidade, das verdades absolutas ou das lógicas unitárias. Além disso,

atividades educativas que exploram temas controversos envolvem necessariamente aspectos éticos, ideológicos, sociais e ambientais (Wellington, 1986, Bridges, 1986). Nesse 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, o que nos leva a enfatizar a importância do trabalho com a dimensão dos valores.

Outros autores (Bridges, 1986, Wellington, 1986, Gayford et al., 2002, Levison, 2001, Reis, 2004) destacam que o 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 privilegiada para explorar as controvérsias, percebemos que esses temas não são necessariamente incorporados nos currículos de Física e nos nossos planos de ensino. 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 em considerar 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 a partir de sua face menos polêmica e ambígua, ou seja, oferecer aos estudantes apenas o produto final da atividade científica é mostrar essa

Ciência exatamente pela face da precisão, da certeza, da inexistência de conflitos. Essa forma de apresentar a Física, por exemplo, foi, e continua sendo, extremamente conveniente para o projeto de “inculcação” da Ciência como processo de legitimação de uma certa forma de poder.

Enfim, 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. Tendo em vista esses pressupostos, consideramos que pesquisas exploradoras de possíveis caminhos para o tratamento de temas controversos em aulas de Física podem representar avanços significativos e indicar possibilidades que nos incentivem a considerar em nossas práticas pedagógicas essa perspectiva.

4. Considerações Finais

A discussão sobre a possibilidade dos professores de Física tratarem de aspectos da problemática ambiental em suas atividades pedagógicas do nível médio suscita reflexões a respeito do significado de ensinar Física. Assim, não temos dúvida em afirmar que a relevância social, cultural e política do ensino de um determinado conteúdo de Física ou de outra Ciência no nível básico, também se apresenta pela possibilidade de propiciar aos estudantes a condição de liberdade, autonomia e senso de responsabilidade, atributos do exercício pleno da cidadania. Para Rodrigues (2001) o exercício da

cidadania pressupõe a participação lúcida dos indivíduos em todos os aspectos da organização e da condução da vida privada e coletiva, além da capacidade deles operarem escolhas com autonomia, liberdade e responsabilidade.

Nesse sentido, deve-se ressaltar que a Física esteve e está presente em decisões socialmente significativas, legitimando discursos e oferecendo conhecimentos que, no mínimo, servem como ferramentas importantes para a compreensão da realidade. É exatamente por isso que os conhecimentos desenvolvidos por essa disciplina científica são relevantes para a compreensão de fenômenos ambientais complexos.

Porém, estamos convictos de que os complexos problemas ambientais contemporâneos não devem ser apresentados como um simples apêndice do trabalho pedagógico do professor de Física ou ficarem restritos a um tratamento exclusivamente conceitual. A nossa proposta é a de que ultrapassemos os aspectos meramente técnicos do discurso ambientalista e que nos coloquemos perante os aspectos político-ideológicos do mesmo, de forma que possamos alimentar as discussões que têm sido travadas e identificar suas contradições.

A partir dessas reflexões, apresentamos os temas controversos enquanto princípio metodológico para as práticas de ensino de Física, com a intenção de construir espaços em salas de aula para que o professor possa trabalhar aspectos normalmente distantes das aulas de Física, tais como incertezas, complexidades e a análise de riscos sociais e ambientais associados com as aplicações

da Ciência.

Ao observar essas possibilidades e subjetividades, valores e posicionamentos políticos e econômicos, surge a necessidade do diálogo de saberes. E, nesse caso, o nosso grande desafio, como professores que trabalham principalmente no Ensino Básico, está justamente na possibilidade de abordarmos questões subjetivas, valorativas e políticas em nossas atividades de ensino. Nosso desafio é, portanto, construir esse tipo de diálogo.

Entretanto, ao finalizar este trabalho, consideramos que esse exercício de reflexão pode levantar outros questionamentos em relação às possibilidades e aos limites de tratarmos temas controversos em aulas de Física. Sendo assim, consideramos pertinente questionarmo-nos enquanto nós, professores de Física, estamos preparados para lidar com aspectos da problemática ambiental a partir dos temas controversos. Que desafios e dificuldades enfrentamos, enquanto professores, ao buscar implementar propostas de trabalho com temas controversos?

Bibliografia

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.

BRAGA, M. *A Nova Paidéia: ciência e educação na construção da modernidade*. Rio de Janeiro : E-papers, 2000.

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, L.M. 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.

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.

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.

HOLMAN, J. Editor's introduction: Science-technology-society education. *International Journal of Science Education*. London, v.10, n.4, p.343-345, 1988.

KRASILCHIK, M. *O professor e o currículo das ciências*. São Paulo: EDUSP, 1987.

LEFF, H. *Epistemologia Ambiental*. São Paulo: Cortez, 2002.

LEVINSON, R. Science or humanities: who should teach controversial issues in science? *Pro-posições*, Campinas, v.12, 2001.

LEVINSON, R. Teaching ethical issues in science In: X IOESTE SYMPOSIUM, 2002, Foz do Iguaçu-PR. *Atas ...Foz do Iguaçu-PR: 2002*

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.

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.

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.

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.

SANTOS, W.L.P.; MORTIMER, E.F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciências – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, n.2, p.1-23, dez.2002.

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. 2002.

SILVA, L.F.; CARVALHO, L.M. O ensino de Física a partir de temas controversos: a produção de energia elétrica em larga escala. *Rev. Interações*. Santarém-Portugal, n. 4, p.42-63, dez. 2006.
<<http://www.eses.pt/interaccoes/>> Acesso em: 20.01.2007.

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.

Luciano Fernandes Silva é professor do Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas da UESC - Campus Soane Nazaré de Andrade, Ilhéus, BA. E-mail: lufesilva@uol.com.br

Luiz Marcelo de Carvalho é professor do Departamento de Educação do Instituto de Biociências da UNESP, Rio Claro, SP. E-mail: lmarcelo@rc.unesp.br