

Elementos para desenvolver abordagens temáticas na perspectiva socioambiental complexa e reflexiva

Giselle Watanabe-Caramello¹ e Roseline Beatriz Strieder²

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Brasil.

²Universidade Católica de Brasília, Brasil. Email: gizwat@if.usp.br, roseline@if.usp.br.

Resumo: Tendo por base alguns pressupostos da Educação Ambiental, da Abordagem Temática e da complexificação do conhecimento, foi elaborada e implementada, em aulas de Física, uma sequência didática centrada no tema Mudanças Climáticas. Essa proposta aponta para a importância de levar à escola uma abordagem ambiental permeada pelas relações sociais, políticas e econômicas, além dos conhecimentos científicos necessários para sua compreensão. A análise da intervenção permitiu ressaltar diferentes aspectos, contudo, nesse artigo, destacam-se três que se mostraram essenciais para o desenvolvimento de propostas dessa natureza: (i) necessidade de estabelecimento de vínculos com a realidade dos alunos, (ii) importância de estabelecer vínculos com os currículos instituídos nas escolas e (iii) necessidade de complexificar o conhecimento. A partir dessas reflexões, espera-se fornecer alguns elementos que contribuam para a promoção de práticas educacionais voltadas à formação de cidadãos reflexivos.

Palavras chave: educação ambiental, abordagem temática, mudanças climáticas, complexidade, ensino de Física.

Title: The theme climate change in physics lessons: some elements to promote education in perspective reflective environmental.

Abstract: Based on some assumptions of environmental education, thematic approach and complexity of knowledge, a teaching sequence focused on the theme climate change was developed and implemented in Physics classes. This proposal highlights the need to take to school an environmental approach permeated by social, political and economical relations, as well as the scientific knowledge necessary for its understanding. The analysis of the intervention allowed us to emphasize different aspects. However, in this article we underline three that proved essential to the development of such proposals: (i) the need to establish connections with the reality of students, (ii) importance of establishing links with the settled curricula in schools, and (iii) the need for making the knowledge more complex. We hope, with these reflections, to provide some subsidies for educational practices that lead to the formation of thoughtful citizens.

Keywords: environmental education, thematic approach, climate change, complexity, Physics teaching.

A problemática socioambiental na escola

As questões socioambientais vêm ganhando espaço no rol das preocupações dos cidadãos, resultado da influência de diversos setores como as esferas política e econômica e dos discursos de ambientalistas e cientistas que alertam para os riscos da manutenção da vida no planeta. Além disso, contribuem para essa notoriedade as notícias veiculadas na mídia com viés catastrófico e alarmista. Diante desse cenário, é visível o espaço conquistado pelas questões socioambientais nas discussões cotidianas; no entanto, na maioria das vezes, as preocupações não se revertem em ações efetivas voltadas ao uso sustentável dos recursos naturais.

Poderíamos encontrar diversos pressupostos que elucidam esse desprendimento entre a preocupação com a questão socioambiental e a ausência de ações, mas nosso interesse volta-se às incertezas e imprevisibilidades que permeiam tais questões complexas. A nosso ver, a problemática socioambiental, que é apenas parcialmente explicada pela ciência simplificadora, reducionista ou determinista (Prigogine, 1996; Morin, 2007; García, 1998), traz em seu cerne uma série de incertezas que podem inibir a mudança de postura efetiva dos indivíduos. Isso implica que as suas ações, diante da problemática socioambiental, passam a ser pouco influenciadas pela ciência, mas altamente dependente de outros parâmetros como os econômicos, políticos e interesses sociais restritos. Isso, por sua vez, pode levar ao descrédito e a repetição de discursos pouco fundamentados. Uma sociedade que convive com as incertezas, de certo modo, evidencia o que Beck (1997) denomina sociedade de risco.

Na sociedade de risco o reconhecimento da imprevisibilidade das ameaças provocadas pelo desenvolvimento técnico-industrial exige a auto-reflexão em relação às bases da coesão social e o exame das convenções e dos fundamentos predominantes da 'racionalidade'. No auto-conceito da sociedade de risco, a sociedade torna-se reflexiva (no sentido mais estrito da palavra), o que significa dizer que ela se torna um tema e um problema para ela própria (Beck, 1997, p.19).

Assim, as questões socioambientais inseridas na sociedade de risco requerem outro tipo de tratamento, capaz de incorporar e lidar com a complexidade dos sistemas e as suas incertezas (García, 1998; Morin, 2007). Por exemplo, a elevação dos mares e oceanos ou o aumento de temperatura da Terra são situações difíceis de serem analisadas, seja porque estão carregadas de incertezas ou porque os modelos, pautados exclusivamente na linguagem das determinações, não dão conta de chegar a resultados fechados. No entanto, mesmo que não existam convergências e certezas, é iminente a necessidade de um posicionamento da sociedade diante de uma situação de risco. Outro exemplo que mostra esse caráter incerto e dinâmico das questões socioambientais refere-se à implantação de usinas nucleares. Ainda que elas se mostrem um risco para a sociedade, visto a situação atual japonesa (Fukushima) e os desastres históricos (Three Mile Island, Chernobyl etc.), se fazem necessárias em muitos países.

Desse modo, ainda que as questões socioambientais carreguem diversas incertezas e sejam complexas, o que leva à imprevisibilidade dos sistemas,

elas precisam ser debatidas e incorporadas nos discursos dos cidadãos. A nosso ver, essa formação vai ao encontro de uma educação na perspectiva reflexiva (Jacobi, 2009; Beck, 2010, 1997). Tal educação deve incorporar tanto o entendimento das questões mais amplas (aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais e ambientais) quanto as explicações pautadas numa ciência que considere as situações complexas e longe do equilíbrio. Em outras palavras, o posicionamento dos cidadãos numa sociedade de risco requer incorporar uma visão coerente de diversos assuntos, o que remete a uma formação escolar mais atenta às necessidades sociais e ambientais. Nesse sentido, a escola nos parece a esfera responsável por fazer o elo entre a problemática socioambiental e as explicações científicas, o que inclui o olhar da complexidade.

A partir dessas concepções, a questão socioambiental levada à escola requer um tratamento mais amplo; que considere tanto ações individualizadas quanto globalizadas. Isso significa, segundo os pressupostos da Educação Ambiental Crítica (EAC) (Guimarães, 2004; Loureiro, 2006; Carvalho, 2004), promover ambientes educativos de mobilização dos processos de intervenção sobre a realidade e seus problemas socioambientais, visando propiciar um processo educativo pelo exercício de uma cidadania ativa. Ainda com essa preocupação, mas evidenciando aspectos que relacionam a educação ambiental com a modernização reflexiva (Beck, 2010; 1997) e a visão complexa dessa temática, Jacobi (2005) aponta para a necessidade de uma mudança na estrutura fragmentada do conhecimento por meio de uma abordagem crítica e política.

Para a vertente crítica, a educação ambiental precisa construir um instrumental que promova uma atitude crítica, uma compreensão complexa e a politização da problemática ambiental, a participação dos sujeitos, o que explicita uma ênfase em práticas sociais menos rígidas, centradas na cooperação entre os atores. (...) Na ótica da modernização reflexiva, a educação ambiental tem de enfrentar a fragmentação do conhecimento e desenvolver uma abordagem crítica e política, mas reflexiva (Jacobi, 2005, p.244).

Nesse sentido, uma educação na perspectiva socioambiental complexa e reflexiva deve promover a formação de cidadãos aptos a lidarem com a sociedade de risco (Beck, 2010; 1997). Essa formação requer que a escola tome para a si a responsabilidade de incorporar no currículo discussões que busquem o desenvolvimento de diferentes visões de mundo. Ela também inclui considerar tanto os aspectos mais gerais (sociais, políticos, econômicos, culturais e ambientais) quanto a complexidade dos temas socioambientais (sejam no âmbito das Ciências Humanas, Sociais e Filosofia quanto das Ciências Naturais).

Cabe destacar que a abordagem de temas socioambientais encontra respaldo nas orientações e diretrizes educacionais brasileiras, na medida em que parece haver uma sintonia entre essa abordagem e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN e PCN+) (Secretaria de Educação Média e Tecnológica de Brasil, 2000; 2002), principalmente no que diz respeito à contextualização dos conteúdos, à interação entre as diferentes disciplinas e à participação dos professores na elaboração do currículo e na definição de

metodologias e estratégias de ensino. Nesse sentido, vale ressaltar que vem sendo implementadas diversas propostas que buscam discutir, na educação básica e nos cursos de formação de professores, as questões socioambientais. Tais propostas incorporam desde reflexões até relatos e análises de seqüências didáticas. Dentre elas está a pesquisa de Bonotto (2008) que procura identificar as compreensões, reações e ações dos professores inseridos em discussões sobre a questão ambiental meio ao modelo capitalista e consumista. No que se refere às ações em salas de aulas, merece destaque a proposta de Campaner e Longhi (2006) que analisa mudanças na argumentação dos alunos quando tratam as questões ambientais, e também, o trabalho desenvolvido por Bianchi e Melo (2009) que relatam suas experiências ao propor aulas focadas em ações de intervenção a partir de uma situação-problema levantada pelos alunos.

Assim, considerando os pressupostos discutidos nessa introdução, procuramos investigar elementos de práticas de sala de aula que potencialmente possam vir a contribuir para uma postura reflexiva, em relação a questões socioambientais. Para isso, acompanhamos licenciandos em Física na elaboração, implementação e desenvolvimento de uma seqüência de aulas sobre Mudanças Climáticas. Nessa perspectiva, aprofundamos as reflexões sobre Abordagem Temática (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002) e complexificação do conhecimento (García, 1998), de forma a subsidiar a proposta, procurando, ao mesmo tempo, identificar as dificuldades de articulação entre essas perspectivas e o tema trabalhado para a elaboração das atividades em sala de aula.

Como forma de organização desse artigo, primeiramente discutimos os referenciais teóricos que tratam da Abordagem Temática (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002) e da complexificação do conhecimento (García, 1998). Em seguida, apresentamos o contexto da pesquisa, a elaboração e o desenvolvimento de uma proposta de intervenção em salas de aula, assim como os dados obtidos. Por fim, incorporando as ideias dos referenciais teóricos e analisando a intervenção na escola, ressaltamos três diferentes aspectos: (i) necessidade de estabelecimento de vínculos com a realidade dos alunos, (ii) importância de estabelecer vínculos com os currículos instituídos nas escolas e (iii) necessidade de complexificar o conhecimento.

A abordagem temática e a complexificação do conhecimento

A partir das reflexões anteriores e visando discutir os pressupostos teóricos da proposta de intervenção, apresentamos dois olhares complementares sobre o trabalho com temas em sala de aula. O primeiro deles refere-se aos pressupostos da Abordagem Temática, de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), e o segundo, à complexificação do conhecimento, de García (1998).

Tanto Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) quanto García (1998) propõem uma prática educativa baseada em temas, ou seja, o tema é o cerne do currículo. De acordo com Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) essa abordagem é entendida como contrária à abordagem conceitual, comumente utilizada no contexto educacional brasileiro, cuja lógica de organização dos currículos é estruturada pelos conceitos científicos.

Quanto à definição dos temas e a relação entre esses e os conhecimentos científicos, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) propõe a dinâmica da Investigação Temática, sistematizada a partir das idéias de Paulo Freire (1987). Essa dinâmica, constituída por cinco etapas, sinaliza a importância do estabelecimento de vínculos entre o conteúdo e a realidade dos educandos. Na primeira etapa é feito o levantamento preliminar das condições locais em que vivem os alunos e seus familiares; na segunda, em função da análise dos dados apreendidos, é feita a escolha, pelos educadores/pesquisadores, de situações que possam vir a ser os temas geradores; na terceira, denominada círculo de investigação temática, da qual participam também pais de alunos e outros representantes da comunidade, são definidos os temas; na quarta etapa se realiza a redução temática, que é a elaboração e planejamento do ensino e a quinta, é realizado o desenvolvimento do planejamento em sala de aula.

Assim, de acordo com esses autores, o conteúdo programático nasce dos próprios educandos, da sua relação com o mundo e vai se transformando à medida que esse mundo é desvelado. Nessa perspectiva, o conhecimento escolar exerce outra função: passa a ser, principalmente, instrumento de compreensão e ação sobre o mundo físico e social, que é o objeto de estudo (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002).

García (1998) também defende que o sistema educativo deve buscar uma visão de mundo capaz de promover a compreensão e atuação dos indivíduos na sua realidade; dotá-los de recursos para exercerem a autonomia, cooperação, criatividade e liberdade; e promover uma formação que facilite a investigação do seu entorno e a reflexão sobre a sua própria prática (no âmbito escolar e cotidiano). Ele alerta para a necessidade da escola preparar novas gerações capazes de avançar na construção de sociedades cada vez mais democráticas e solidárias.

Visando alcançar essa escola, o autor defende que a determinação do conhecimento escolar só é possível se houver a consideração da realidade dos alunos; de uma cosmovisão (refere-se a um conjunto de concepções, teorias, hábitos, normas e perspectivas que configuram uma determinada maneira de compreender e atuar no mundo, de entender e dar forma as suas próprias experiências e as dos outros); e a integração didática de diferentes formas do conhecimento (em especial, o cotidiano e o científico). Considerando esses pressupostos, para García (1998), são necessárias duas referências para a determinação do conhecimento escolar: o conhecimento científico-tecnológico e o conhecimento metadisciplinar. O conhecimento científico-tecnológico refere-se aqueles conhecimentos organizados nas disciplinas como a Física, Geografia, Biologia etc. e o conhecimento metadisciplinar compreende tanto um saber metacientífico (filosófico e epistemológico) como as cosmovisões ideológicas com certa coerência interna (por exemplo, o marxismo, ecologismo etc.).

De forma geral, o que o autor defende é que os conteúdos compartimentados levados para a sala de aula (selecionados tendo por base apenas o conhecimento científico-tecnológico) devem ser substituídos por aqueles capazes de trazer os problemas à realidade educativa, abrindo-a a exploração do nosso mundo. Compreender o mundo sob esses aspectos, de

acordo com García (1998), só é possível se houver a transição de uma forma simples a outra mais complexa do conhecimento.

Cabe destacar que a visão de complexidade proposta pelo autor refere-se a uma atitude e um método, ou seja, a uma busca de articulações e interdependências entre os conhecimentos, que em geral encontram-se divididos e compartimentalizados. Assim, para ele,

Este posicionamento incide na integração didática do conhecimento científico e cotidiano. Assim, entendemos que a complexificação do conhecimento cotidiano, seu enriquecimento e maturação de formas relativas de autonomia é a estratégia adequada para uma regeneração democrática da ciência e para sua aceitação dialética nos processos de reflexão crítica do pensamento humano. Evidentemente, o pensamento de sentido comum é o ponto de partida, mas não para substituí-lo ou ignorá-lo, mas para enriquecer-lo, para torná-lo mais complexo (García, 1998, p.21).

Nas propostas apresentadas pelos dois referenciais discutidos, fica explícita a necessidade de escolher um ponto de referência; um assunto que deve ser relevante para a sociedade e que, ao mesmo tempo, seja capaz de mobilizar os interesses e expectativas dos alunos. Esse assunto, provavelmente relacionado a um problema socioambiental, deve ser tratado pelo viés da complexidade, como proposto por García (1998).

Balizados por esses pressupostos, no próximo item, discutimos a elaboração e o desenvolvimento de uma proposta de intervenção em salas de aula do ensino médio.

A proposta e seu desenvolvimento em sala de aula

Essa proposta foi desenvolvida a partir de uma parceria entre um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia e uma escola da rede pública, ambos localizados no Estado de São Paulo, Brasil. Ela foi realizada no âmbito de um projeto pertencente ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) e contou com a participação de dois pesquisadores (coordenadores do projeto e autores do presente artigo), um professor supervisor e dois licenciandos em Física.

Esse projeto, intitulado "Abordagem Temática em sala de aula: planejamento, desenvolvimento e avaliação de propostas", foi desenvolvido no período de março de 2009 a janeiro de 2010 e contou com algumas etapas importantes de sistematização: orientação de pesquisa; escolha do tema pela comunidade e apoiados nos interesses dos licenciandos e orientadores; produção de uma proposta didática; reuniões e observações na escola; implementação da proposta e reflexão sobre o trabalho realizado com alunos.

Para o processo de elaboração e desenvolvimento da proposta em sala de aula, utilizamos como metodologia a pesquisa participante (PP). Para Demo (2004), a PP é aquela em que se busca, ao mesmo tempo, produzir conhecimento e participação. Nesse sentido, os pesquisadores, que, no nosso caso, atuam junto aos licenciandos e ao professor supervisor, buscam refletir sobre suas próprias práticas na medida em que desenvolvem e analisam os dados da pesquisa. Além disso, na PP, na medida em que

pesquisadores, professor supervisor e licenciandos pensam e intervêm juntos em busca da solução para um problema, todos são sujeitos da pesquisa. No nosso caso, os pesquisadores são atores sociais tanto do encaminhamento das ações como do processo de análise e isso lhe possibilita uma compreensão própria e diferenciada dos acontecimentos, o que é especialmente adequado quando estão envolvidas situações complexas. Vale ressaltar, no entanto, que a análise, embora orientada e realizada pelos pesquisadores, utilizou de coleta de dados de racionalidade limitada, na medida em que essa coleta envolveu outros agentes, tendo sido fruto da ação de licenciandos, professor supervisor e alunos da escola média. Dessa forma, apesar do envolvimento ativo dos pesquisadores, os dados foram obtidos em contextos dos quais não participaram diretamente. Esse distanciamento proporcionou a necessária garantia de confiabilidade na pesquisa realizada (Lessard-Hébert, Goyette e Boutin, 2008).

Os instrumentos utilizados para obtenção de dados foram: registros escritos sob a forma de diários, produzidos pelos licenciandos, e questionários e redações, produzidos pelos alunos da rede pública. Cada conjunto desses dados foi analisado de acordo com a metodologia da Análise Textual Discursiva (ATD) (Moraes e Galiazzi, 2007). Seguindo essa dinâmica foram realizados os seguintes procedimentos: unitarização — ocorreu a fragmentação dos textos elaborados originando unidades de significado; categorias temáticas — as unidades de significado foram agrupadas segundo suas semelhanças semânticas e sob um olhar teórico, envolvendo especialmente os pressupostos da Abordagem Temática (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002; Freire, 1987) e da complexidade (García, 2004, 1998; Prigogine, 1996; Watanabe-Caramello, 2008); comunicação — elaboração de textos descritivos e interpretativos (metatextos) acerca das categorias temáticas.

No que diz respeito à estratégia de organização da intervenção, nos inspiramos nas etapas propostas por Strieder (2008), quais sejam: (1) Definição do tema: a partir de um levantamento inicial e amplo sobre a realidade dos alunos é definido, pelos pesquisadores/professores, o tema a ser trabalhado; (2) Delimitação dos objetivos: investiga-se o que alunos sabem sobre o tema e, a partir disso, são definidos os objetivos da intervenção; (3) Articulação temática: ocorre a articulação do tema com os conhecimentos científicos necessários para compreendê-lo e, a partir disso, a definição das estratégias de ensino-aprendizagem; (4) Desenvolvimento em sala de aula: ocorre o desenvolvimento da proposta com os alunos, propriamente dito; e (5) Socialização dos resultados: momento em que os conhecimentos e ações construídos pelos alunos são compartilhados com a comunidade. Cabe destacar que essas etapas foram adaptadas à nossa realidade, dessa forma é possível reconhecer quatro momentos distintos: (1) definição do tema; (2) delimitação dos objetivos, (3) articulação com os conteúdos de física, (4) desenvolvimento em sala de aula.

Com base nesses momentos, a seguir apresentamos o desenvolvimento da proposta juntamente com a análise dos dados. Vale ressaltar que os excertos apresentados, referentes a falas dos licenciandos e dos alunos da escola média, são representativos do conjunto de dados analisados sob a metodologia da ATD (Moraes e Galiazzi, 2007) e não fruto de um viés do pesquisador – participante.

Definição do tema

Num primeiro momento, o trabalho voltou-se à escolha do tema socioambiental a ser tratado em sala de aula. Por decisão dos pesquisadores e licenciandos, optamos por procurar conhecer as idéias da comunidade, seus interesses e sugestões sobre o assunto. Desse modo, os licenciandos realizaram entrevistas e aplicaram um questionário para aproximadamente 15 famílias que viviam no entorno da escola na qual seria desenvolvido o projeto.

As questões que nortearam esse momento da pesquisa foram: O que falta em sua comunidade? e, Quais assuntos você acha importante ser tratados nas escolas da região? Para a questão sobre o que falta na comunidade, cerca de 60% da amostra respondeu a deficiência no sistema de saneamento básico e infra-estrutura. Para a questão sobre o que poderia ser abordado na escola, foram encontrados assuntos como o reaproveitamento de material, reciclagem e cuidados com o meio ambiente. Resumidamente, os principais temas socioambientais que apareceram foram: questão das águas (30%), problema do desmatamento (15%) e mudanças climáticas (45%).

A partir desse levantamento notamos que o tema Mudanças Climáticas surge como algo preocupante para a comunidade em questão. A presença desse assunto na mídia possivelmente foi um dos fatores que influenciou os moradores a citá-lo. Além disso, é importante lembrar que eles são moradores de uma grande metrópole, São Paulo, onde as questões relacionadas à poluição do ar parecem estar mais próximas da sua realidade, seja devido à presença de grandes indústrias ou da frota elevada de automóveis e caminhões.

Além disso, esse tema se mostrou interessante tanto como assunto social (especialmente pela crescente preocupação que se instalou no país e no mundo devido ao aumento da frota veicular, desmatamento e mudanças nos ciclos das chuvas) quanto conceitual (pela abertura para abordar conteúdos de Termodinâmica – por exemplo, dinâmica dos gases de efeito estufa - a partir do viés da complexidade).

Delimitação dos objetivos

Num segundo momento, com a intenção de levantar o que alunos sabiam sobre o tema Mudanças Climáticas e melhor definir os objetivos da intervenção, o professor supervisor desenvolveu com uma turma de ensino médio regular uma redação sobre o tema proposto. Por opção do professor supervisor, participaram cerca de 50 alunos, distribuídos em duas turmas: 2º ano do ensino médio regular e 3º termo da educação para jovens e adultos - EJA.

Vale ressaltar que essas redações e os questionários, que serão discutidos adiante, foram analisados por meio da ATD, de modo que os enxertos citados são os mais representativos desse grupo de alunos. A identificação dos alunos deu-se pelo sistema alfanumérico A1, A2,..., An.

Dentre as explicações dadas pelos alunos, destacam-se dois trechos, apresentados a seguir:

O aquecimento global acontece por que existe um buraco na camada de ozônio. Isso ocorre por que os gases como o metano e entre outros sobem para a atmosfera. (A1)

Cada um fazendo a sua parte para contribuir com o meio ambiente seria a melhor atitude a ser tomada, com a implantação de novas leis, punindo severamente a quem causa danos a natureza. (A3)

Nesses trechos representativos é possível notar algumas falas equivocadas que aparecem insistentemente nos discursos dos alunos, como a relação entre o buraco na camada de ozônio e o aquecimento global. Além disso, é dado destaque às ações antropogênicas enquanto a fonte dos problemas socioambientais. Em ambos os casos, percebe-se a existência de um discurso formatado, em que a reflexão está baseada nos discursos pouco articulados (Será que as ações antropogênicas são realmente a causa do aquecimento global? Há relação entre o buraco na camada de ozônio e as mudanças climáticas?).

A nosso ver, as respostas dos alunos, ao evidenciarem algumas confusões, mostram a necessidade de articular o conhecimento escolar com aspectos mais gerais/ cotidianos que envolvem as questões socioambientais. Isso reitera a importância de discutir esse tema de forma mais detida em sala de aula dando, por exemplo, espaço para a análise da real contribuição humana nas mudanças climáticas o que implicaria, por sua vez, na mudança necessária de postura frente às situações do dia a dia.

Articulação com os conteúdos de Física

A tarefa seguinte dos licenciandos voltou-se à produção do material para a sala de aula, envolvendo além de um estudo detalhado sobre o assunto, diversas discussões com os coordenadores do projeto (pesquisadores). Nesse momento, também foi importante a presença do professor supervisor, que é o professor de Física da rede pública. Uma de suas tarefas foi buscar uma articulação entre a nossa proposta e o seu planejamento didático (currículo de Física adotado pela escola), apontando as reais possibilidades de trabalho em sala de aula. Cabe destacar que essa necessidade de estabelecer vínculos entre o tema e o planejamento foi imposta pelo professor supervisor, que só permitiria o desenvolvimento se isso estivesse contemplado.

A respeito da articulação entre conceito e tema, nos pautamos na proposta de Watanabe-Caramello e Kawamura (2008). Segundo as autoras, para a inserção de propostas temáticas na escola é importante buscar delimitar alguns aspectos do tema a serem privilegiados (organização temática) e o subconjunto dos conceitos físicos a serem trabalhados e articulados (organização conceitual). Nesse sentido, numa proposta temática, tanto a organização temática como a conceitual são essenciais, na medida em que permitem situar, delimitar e dar sentido aos aspectos abordados. Além disso, essas organizações facilitam o trabalho docente, pois possibilitam um olhar mais abrangente para o tema em questão.

A partir desses encontros e reflexões, os licenciandos propuseram cinco aulas que foram cedidas pelo professor supervisor. Tais aulas seguiram a estrutura apresentada no Quadro 1:

Aula	Conteúdo abordado
1ª aula	Discussão sobre o documentário 'Uma verdade inconveniente: um aviso global' (An inconvenient truth), do político americano Al Gore.
2ª aula	Aula dialógico-expositiva sobre balanço radioativo Terra/ Sol e dinâmica da camada da atmosfera.
3ª aula	Aula dialógico-expositiva sobre os principais poluentes e métodos de medição da poluição atmosférica.
4ª e 5ª aulas	Discussão das visões cética e ortodoxa (alarmista) sobre as mudanças climáticas.

Quadro 1.- Sequência das aulas.

Desenvolvimento em sala de aula

Na primeira aula, como atividade de aproximação ao tema, os alunos da escola média foram questionados sobre a polêmica socioambiental: 'Você acredita na existência de um aquecimento global? Se sim, quais fatores o promovem?'

A seguir estão dispostos alguns trechos representativos das respostas dos alunos.

Eu acredito no aquecimento global. Caminhão, ônibus etc. são os que o provoca (A4).

Sim. O que promove o aquecimento global é a ação do homem contra a natureza, que está com sua 'defesa' cada vez menor (A5).

Sim, por causa da poluição de construções em áreas mananciais, veículos irregulares no trânsito e poluição de rios (A6).

Sim, através principalmente dos gases poluentes que aquecem o planeta e acabam derretendo as geleiras (A7).

Esses excertos, que representam os grupos de respostas recorrentes de um universo de 50 alunos, sugerem que, de certa forma, o tema escolhido tem significado para eles, já que conseguem argumentar sobre o assunto, ainda que essa argumentação esteja pouco fundamentada. Cabe reiterar que as opiniões desses alunos geralmente caminham para a causa antropogênica do aquecimento global, tal como já evidenciado. Nenhum aluno, nos momentos iniciais da implementação, comentou sobre a participação da própria natureza nas alterações climáticas, nem questionou a veracidade dos dados que vem sendo apresentados pelos meios de comunicação.

Em seguida, os licenciandos apresentaram uma versão reduzida do documentário 'Uma verdade inconveniente', de Al Gore. Esse documentário, ainda que tenha um viés alarmista e político muito marcante, é interessante para aproximar os alunos da problemática socioambiental. É evidente que ao utilizá-lo, os licenciandos alertaram os alunos sobre as falas catastróficas veiculadas ao longo do documentário, acreditando que isso poderia contribuir para uma postura mais reflexiva.

Para a discussão, os alunos trabalharam três questões, apresentadas a seguir, acompanhadas das respostas. Essas respostas, como mencionado anteriormente, são apresentadas com a intenção de exemplificar as compreensões dos alunos e melhor situar as discussões.

Questão 1: Segundo o documentário, quais as contribuições dos seres humanos que podem agravar as mudanças climáticas?

O filme nos conscientiza de que não devemos praticar desmatamento e queimadas e outras ações que venham contribuir para o aquecimento global (A8).

Poluição do ar, derretimento do gelo nas montanhas, vulcão e terremotos que podem acabar com os seres vivos (A9).

Questão 2: Que outros problemas ambientais estão associados à poluição do ar?

Utilização de petróleo e aumento de indústrias (A10).

O desmatamento das florestas, fazendo com que o ar não circule entre as árvores. Aumento de carros na rua (A11).

Questão 3: Em sua opinião, quais atitudes serão necessárias para melhorar o ar que respiramos?

Evitar a devastação florestal e indústrias (A12).

Não usar tanto a eletricidade, evitar utilizar os carros, cuidar da natureza (A13).

Nos registros realizados pelos licenciandos, essa etapa do processo promoveu a aproximação deles com a classe; instigou uma discussão sobre as idéias de cada aluno a respeito das questões socioambientais; e produziu algum impacto na sala, contribuindo para que os alunos não se sentissem 'elementos passivos' durante as aulas.

Na segunda aula, os licenciandos fizeram uma apresentação sobre o balanço radioativo Terra-Sol. Essa apresentação procurou mostrar como a radiação solar incidente interage na atmosfera, evidenciando processos de reflexão, espalhamento etc.; discutir a radiação infravermelha emitida pela superfície terrestre; apresentar o balanço energético (radiação incidente = radiação emitida); e discutir elementos presentes na dinâmica terrestre (planeta enquanto um sistema em equilíbrio dinâmico). Com isso, foi possível evidenciar brevemente a complexidade presente em situações dessa natureza.

Nessa aula, os licenciandos registraram, em seus diários, que a classe participou de forma ativa, com perguntas, indagações e comparações com situações cotidianas. Vale ressaltar que os licenciandos, em suas anotações, deixaram clara a necessidade de, nas aulas teóricas, mudar a forma de tratar o conteúdo devido ao ritmo das turmas e os seus distintos interesses. Salientam que em uma turma, essa discussão foi menos aprofundada.

Na terceira aula, seguindo o roteiro estabelecido, os licenciandos trabalharam o assunto 'O que é poluição, poluentes e como mensurá-los', tratando novamente das incertezas nas medidas. Nos registros dessa aula,

foi destacada a participação de grande parte dos alunos, o que pode estar relacionado à aproximação entre o assunto e aspectos da realidade.

Nas quarta e quinta aulas, os licenciandos promoveram a leitura e discussão de textos pautados em uma visão cética e outra ortodoxa (ou alarmista) (Ralph, 2010). Na visão cética, os textos tratavam de evidenciar que as causas do aumento da temperatura da Terra são diversas, resultando num discurso ponderado sobre a real participação do ser humano nas mudanças climáticas. Na visão ortodoxa, ou alarmista, o discurso pautou-se nos modelos baseados nas certezas, o que levava à afirmação de que o aumento da temperatura do planeta é causa exclusiva da ação humana. Esses textos foram selecionados com ajuda do professor supervisor e tinham a intenção de retratar olhares extremistas sobre o assunto. A questão que se colocava era o quão exclusiva é a contribuição humana nas mudanças climáticas.

Nessa aula, os licenciandos relatam em seus diários que haviam planejado fazer a leitura dos textos para que, em seguida, os alunos, dispostos em dois grandes grupos, debatessem os argumentos céticos e ortodoxos (alarmistas). No entanto, essa proposta não pode ser realizada, optando-se por discutir aspectos mais gerais: 'Após nossas discussões, o que você pode dizer sobre a contribuição do ser humano para as mudanças climáticas? Em quanto tempo e com que severidade os efeitos do aquecimento começarão a serem sentidos?' Nos registros dessa aula, os licenciandos destacaram que a discussão contribuiu para que os alunos se sentissem incomodados, de modo que opinaram e questionaram bastante. É importante destacar que essas questões foram propostas pelos licenciandos e professor supervisor, evidenciando uma parceria sem a interferência dos pesquisadores/ coordenadores do projeto. A partir desse momento, as decisões passaram a ser autônomas, o que nos parece importante se o interesse é a formação de docentes que tomem para si a responsabilidade de discutir questões mais amplas e polêmicas em sala de aula.

Por fim, como forma de avaliar o trabalho desenvolvido em sala de aula e com o intuito de retomar as discussões realizadas, os alunos trabalharam três questões, apresentadas a seguir, acompanhadas das respostas.

Questão 1: Ambientalistas e cientistas ortodoxos (alarmistas) e céticos divergem quanto as questões como a responsabilidade pelas mudanças climáticas, as possíveis maneiras de amenizar o fenômeno, o tempo que se levará para sentir os seus efeitos e como as suas conseqüências serão sentidas pela humanidade. Qual é a sua posição quanto às mudanças climáticas? Apresente argumentos em sua justificativa.

O documentário nos conscientiza de que não devemos praticar desmatamento e queimadas e outras ações que venham contribuir para o aquecimento global (A14).

Eu acredito na opinião dos ortodoxos. Somos responsáveis e temos como amenizar o fenômeno, reduzindo as emissões de CO₂ e outros poluentes (A15).

(...) A causa principal do aquecimento global não é responsabilidade só da humanidade. A natureza também tem parte nisso, como o gás

que sai dos vulcões, incluindo o enxofre. O homem tem parte nisso também, com queimadas, poluição e mau uso da natureza (A16).

Questão 2: Considerando os aspectos discutidos até aqui, você indicaria uma posição/ação mais adequada frente às mudanças climáticas e também frente às informações que recebemos sobre este problema?

Tem que ser uma ação de todos. Temos que reagir contra isso, diminuindo os gases poluentes que soltamos com os carros, queimadas, caminhões, indústrias etc. (A17).

(...) as autoridades deviam ter uma posição mais firme com a sociedade, deviam impor leis onde o que se preserva é a natureza e quem desrespeitar teria que sofrer algum tipo de consequência (...) as fábricas, só se importam em fazer dinheiro e o meio ambiente fica cada vez mais destruído (...) (A18).

Questão 3: Em sua opinião, quais atitudes serão necessárias para melhorar o ar que respiramos?

Evitar a devastação florestal e indústrias (A19).

Não usar tanto a eletricidade, evitar utilizar os carros, cuidar da natureza (A20).

Nessas respostas, que são representativas do grupo analisado, é possível perceber que houve uma mudança muito singela, por parte dos alunos, em relação às causas das mudanças climáticas. Um grupo pequeno, aqui representado pelo A16, passou incorporar em seus discursos um posicionamento mais cauteloso, ainda que as suas respostas não tragam argumentos pautados nas incertezas do sistema. No entanto, há de se notar que os alunos reconheceram o discurso escolar/ científico na problemática socioambiental quando, por exemplo, deixaram de citar o aquecimento global por si só e incorporaram elementos como gases poluentes e CO₂. Além disso, reconheceram as diferentes visões sobre o tema, ainda que nenhum aluno se sentisse seguro para mudar seus posicionamentos.

É evidente que num período de tão curto, de cinco aulas, a mudança de postura desejada não pôde ser alcançada; no entanto, acreditamos que ações ao longo da vida escolar ou aquelas promovidas no âmbito social (ONGs, ações governamentais etc.) podem contribuir para a formação efetiva de cidadãos reflexivos.

Na sequência desse artigo, apresentamos algumas considerações sobre essas aulas num contexto mais amplo. Mais especificamente, considerando a experiência em sala de aula e, fundamentalmente, os referenciais teóricos adotados, discutimos elementos que podem subsidiar os professores na proposição de aulas na perspectiva socioambiental complexa e reflexiva.

Articulação teoria-prática

Ao longo da intervenção em sala de aula e das reflexões pautadas nos referenciais teóricos foi notória a importância de se estabelecer alguns parâmetros que possam balizar as escolhas dos professores no que se refere à inserção de temas socioambientais na escola. Ainda que esses parâmetros possam ser repensados e outros possam ser evidenciados, nos parece essencial considerar pelos menos três aspectos: (i) necessidade de

estabelecimento de vínculos com a realidade dos alunos, (ii) importância de estabelecer vínculos com os currículos instituídos na escola e (iii) necessidade de complexificar o conhecimento.

É importante destacar que em grande parte das implementações esses elementos nem sempre se fazem presentes, ou não são descritos, indicando pouca atenção atribuída a eles por parte dos pesquisadores e professores. A nosso ver, e pelos motivos apresentados a seguir, considerar esses elementos ou momentos é algo imprescindível quando se busca a formação de cidadãos reflexivos.

Estabelecimento de vínculos com a realidade dos alunos

A importância do estabelecimento de vínculos com a realidade dos alunos refere-se à necessidade de trazer para a escola problemas socioambientais que tenham significado para a comunidade local e que, por sua vez, interferem nas questões globais. Dessa forma, por exemplo, discutir a transposição do Rio São Francisco, se configurará como algo mais significativo para os alunos diretamente atingidos, assim como falar das enchentes pode ser importante para a população que vive nas regiões ameaçadas. Para discutir esses problemas em outro local, torna-se necessário uma dinâmica diferente. Nesse sentido, muitas vezes tem sido utilizadas casos simulados, a exemplo de Flor (2007). De acordo com Koepsel (2003, p. 83) esses casos podem ser definidos como "controvérsias fictícias sobre decisões tecnocientíficas perfeitamente verossímeis, ainda que não reais". Os mesmos se mostram interessantes, pois levam os alunos a questionar seu cotidiano e ampliar os conhecimentos sobre o mesmo e sobre os temas.

De acordo com Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), é necessário que os problemas façam parte da vida dos estudantes, pois uma real apropriação do conhecimento só é possível se esse tiver algum sentido para o aluno, principalmente porque os conhecimentos são apropriados por eles de forma descontínua, por meio de rupturas, de modo que o conhecimento que já possuem é confrontado com o conhecimento necessário para compreender o problema em questão.

Dessa forma, num primeiro momento torna-se necessário conhecer os alunos e a realidade na qual se encontram, buscando a partir disso, situações que se configuram como significativas para eles e sua comunidade. Essas situações, além de contraditórias, precisam desafiar os alunos a conhecer mais e, ao mesmo tempo, a atuar para transformar a realidade em discussão.

Particularmente na proposta desenvolvida, introduzir a questão socioambiental partindo-se dos problemas locais levantados nas entrevistas realizadas com os moradores do entorno da escola, levou os alunos a se envolverem significativamente nas discussões. Isso pode ser identificado nos relatos descritos nos diários do licenciandos que, insistentemente, comentam a participação da classe a cada debate promovido. Em especial para o grupo de alunos da EJA, as questões foram motivadoras para chegar num problema mais amplo (que era um dos nossos objetivos) como é o caso das Mudanças Climáticas. Em outras palavras, a estratégia de partir da problemática local, identificado pelos moradores e apoiado pelos alunos e

professor supervisor, ampliou a possibilidade de discussões e entendimentos sobre a complexidade que envolve o problema.

Como destacado por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), os temas e situações propostas precisam permitir algum nível de diálogo entre os alunos e entre esses e o professor. Isso só o possível se os mesmos fizerem parte do cotidiano dos alunos.

Assim, por exemplo, se os alunos têm algo para dizer sobre racionamento de energia elétrica, poluição do ar e aids, é pouco provável que possam se pronunciar com igual desempenho, respectivamente, sobre: radiação solar, mudanças de estado da matéria, indução eletromagnética; mistura de substâncias, reações químicas; células e processos imunológicos – que constituem, por pressuposto, conhecimentos do domínio dos professores de Ciências (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002, p.193).

Assim, compartilhamos com a proposta de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) e García (1998) de que para saber qual a situação ou se uma dada situação é significativa, é preciso, de alguma forma, ouvir os alunos, professores e a comunidade na qual se encontram inseridos, ou seja, conhecer sua visão de mundo ou cosmovisão, para então modificá-la ou fortalecê-la. Em nosso caso, optamos por realizar uma série de questionários, redações e conversas informais, tanto para definir o tema quanto para elaborar a proposta propriamente dita. Vale lembrar que as conversas com os moradores do entorno da escola contribuíram para a definição do tema; e os questionários e redações evidenciaram elementos contraditórios na compreensão dos alunos (por exemplo, a confusão entre aquecimento global e buraco na camada de ozônio, o fato de se colocarem à parte do problema, como não sendo responsáveis e, a compreensão de que as causas do aquecimento são um consenso) contribuindo para a delimitação dos objetivos do trabalho.

Por fim, é importante destacar que o estabelecimento de vínculos entre os conteúdos e a realidade dos alunos não é necessário somente quando se pretende abordar temas socioambientais. Sua ausência vem sendo apontada como um dos maiores problemas no contexto educacional, juntamente com a má qualidade dos livros didáticos, a falta de materiais para as aulas práticas, a sobrecarga de trabalho dos professores e a falta de interação com outras disciplinas (Menezes, 2009).

Para Forgiarini (2007), essa separação entre o "mundo da vida" e o "mundo da escola" (a realidade dos alunos e os conteúdos escolares) desencadeia outros problemas, como, por exemplo: a falta de significado atribuído ao que se faz na escola, a desmotivação, o ensino propedêutico, a excessiva disciplinarização, a evasão e o reforço à "cultura do silêncio".

Complementando esse raciocínio, Sacristán (1998) também destaca que as reações de recusa, confronto, desmotivação, fuga etc., corriqueiras por parte dos alunos, estão diretamente relacionadas à distância entre os interesses dos alunos e a cultura escolar.

Nesse sentido, destacamos que, independente de se tratar de questões socioambientais, é urgente que os educadores passem articular cada vez mais a realidade dos alunos aos conteúdos escolares.

Estabelecimento de vínculos com os currículos instituídos nas escolas

O segundo aspecto refere-se à inserção do tema socioambiental na sala de aula, considerando os currículos já estabelecidos nas escolas. É importante destacar que não defendemos a manutenção do currículo tradicional (organizado exclusivamente pelos conceitos científicos), visto que os nossos referenciais, a proposta da Abordagem Temática e da complexificação do conhecimento, vem justamente romper com essa lógica. Propomos considerar a organização curricular tradicional até que o professor se familiarize com o trabalho temático. A justificativa por essa opção está na viabilidade imediata da inserção do tema socioambiental nas escolas, pois, a nosso ver, a necessidade de refletir e se posicionar diante das questões socioambientais não podem ficar a mercê de uma futura e desejada reforma na educação.

Dessa forma, considerando o vínculo estreito dos professores e da escola com o cumprimento dos currículos tradicionais, a inserção gradual da questão socioambiental pode viabilizar, em um primeiro momento, a participação dos professores nessa proposta. Esse aspecto ficou evidenciado no momento em que o professor supervisor aponta a necessidade de considerar os conteúdos programáticos presentes no currículo escolar para permitir o desenvolvimento da proposta. Essa necessidade também é evidenciada em outras investigações voltadas à inserção de abordagens temáticas na educação básica (Watanabe-Caramello, Strieder e Gehlen, 2011; Strieder, Watanabe-Caramello e Gehlen, 2010).

Assim, apostamos na inserção pontual de temas socioambientais no currículo de Física, ou seja, na discussão de temas/assuntos que não fazem parte do currículo usual, mas que estão associados a ele e que podem ser compreendidos como complementares ou paralelos. Essa modalidade de intervenção vem sendo denominada por "enxerto" e amplamente utilizada em propostas vinculadas ao enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) (Garcia *et al.*, 1996). Ao propor essa dinâmica, estamos pensando na escola e no professor que vive a realidade atual da educação brasileira, que muitas vezes não tem condições (disponibilidade de tempo nem espaços necessários) para mudar a organização na qual se encontram. Trabalhar com enxertos, considerando o currículo já estabelecido, facilita a inserção dos temas socioambientais na escola, pois não muda completamente o planejamento que o professor vem seguindo, muitas vezes, a longa data. Além disso, é necessário lembrar que os professores, em sua grande maioria, foram formados numa estrutura rígida, em que havia um currículo mínimo e pré estabelecido a ser cumprido, o que dificulta, muitas vezes, um olhar consonante com a proposta da Abordagem Temática. Nessa linha, vale ressaltar a proposta de Watanabe-Caramello e Kawamura (2008; 2010) que incorpora o que as autoras evidenciam como organizações temática e conceitual. Essas organizações, apresentadas anteriormente, tratam de separar e identificar aspectos gerais e conceitos relacionados ao tema a serem tratados nas salas de aula, de modo que as escolhas ficam nas mãos dos professores. Essa proposta dá liberdade para que a escola possa tratar questões mais próximas de sua realidade, já que inclui uma estrutura ampla com os assuntos socioambientais gerais e outra dos conteúdos vinculados ao tema, possibilitando a manutenção de parte dos currículos estabelecidos na escola, como defendido no presente trabalho.

Como destacado por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), pensar os currículos das diferentes disciplinas na perspectiva da Abordagem Temática constitui-se um desafio, pois representa uma ruptura com uma lógica já estabelecida a longa data. Uma ruptura semelhante é proposta nos PCNs (Brasil, 2000), que estruturam as disciplinas em torno de eixos temáticos. Para a disciplina de Física, no ensino médio, são privilegiados seis temas: Movimentos: variações e conservações; Calor, ambiente e usos de energia; Som, imagem e informação; Equipamentos elétricos e telecomunicações; Matéria e radiação; Universo, Terra e vida. De acordo com essa proposta,

Esses temas apresentam uma das possíveis formas para a organização das atividades escolares, explicitando para os jovens os elementos de seu mundo vivencial que se deseja considerar. Não se trata, certamente, da única releitura e organização dos conteúdos da Física em termos dos objetivos desejados. (...) Exemplificam também como reorganizar as áreas tradicionalmente trabalhadas, como Mecânica, Termologia, Eletromagnetismo e Física Moderna, de forma a atribuir-lhes novos sentidos. (Brasil, 2000, p.71).

Além disso, é importante ressaltar que o tratamento das questões socioambientais pautado exclusivamente nos conceitos presentes no currículo tradicional é inviável, já que há um problema de natureza epistemológica que permeia o assunto. Ou seja, identifica-se uma dificuldade de tratar as questões socioambientais pelo viés da complexidade considerando apenas os conceitos presentes no currículo tradicional do ensino básico, já que ele, por sua vez, está organizado exclusivamente pelos pressupostos da linguagem das determinações. Assim, defendemos ser necessário estabelecer vínculos com o currículo tradicional, mas, ao mesmo tempo, acrescentar conteúdos que não estão presentes no mesmo.

Por fim, vale ressaltar que vislumbramos professores autônomos em suas propostas, o que nos leva a pensar essa reflexão apenas como um exemplo para inserir propostas socioambientais na sala de aula. Por outro lado, entendemos essa proposta como uma iniciativa que pode resultar em mudanças mais profundas no âmbito escolar vigente.

Complexificar o conhecimento

Ao longo desse artigo, em especial sob a perspectiva de García (1998), evidenciamos a importância de tratar os temas socioambientais pelo viés da complexidade, de modo que as explicações sobre os sistemas dinâmicos possam ser menos simplificadoras. O tratamento de questões dessa natureza, pautados exclusivamente pela linguagem das determinações, tal como anunciou Prigogine (1996) e Morin (2007), não dá margem para que os indivíduos reflitam sobre os problemas reais. A simplificação, nesse caso, volta-se à redução que, por sua vez, se distancia da realidade vivenciada. Nesse sentido,

As leis da natureza enunciadas pela Física são da esfera, portanto, de um conhecimento ideal que alcança a certeza. Uma vez que as condições iniciais são dadas, tudo é determinado. A natureza é um autômato que podemos controlar, pelo menos em princípio. A novidade, a escolha, a atividade espontânea são apenas aparências, relativas apenas ao ponto de vista humano (Prigogine, 1996, p.20).

Isso nos leva a pensar na necessidade de uma outra abordagem em sala de aula para tratar as questões socioambientais. Uma abordagem pautada na linguagem da complexidade e que se distancie da formalização excessiva e das discussões científicas abstratas para os alunos. Segundo Morin (2007), ao priorizar um discurso pautado nos princípios ocultos da ciência afastamos ainda mais os indivíduos dos problemas científicos. Nesse sentido, as falas dos alunos baseadas em discursos pouco fundamentados, tal como encontramos na intervenção em sala de aula, revelam a ausência de um entendimento efetivo da problemática em questão, o que pode estar condicionado com a forma como a escola vem tratando as questões de natureza complexa.

Vale lembrar que a crítica não está sendo feita ao modelo simplificador, tão necessário ao desenvolvimento científico e tecnológico, mas a limitação que ele pode proporcionar quando o assunto é um sistema dinâmico e complexo como a Terra.

Diante disso, parece-nos emergente pensar na dinâmica planetária considerando, no âmbito escolar, a questão temporal e espacial, dentre outros aspectos (Watanabe-Caramello e Kawamura, 2010). Isso significou, na intervenção em sala de aula, tratar as questões relacionadas à problemática da poluição do ar e mudanças climáticas numa perspectiva que considera as características regionais (questão espacial), assim como discutir a disponibilidade e as reações (entre os gases de efeito estufa advindos das reações naturais e aqueles provenientes de ações antropogênicas) num ciclo dinâmico (questão temporal).

A discussão dessas questões realizadas pelos licenciandos parece ter contribuído para que uma pequena parte dos alunos justificasse melhor seus posicionamentos. Mas cabe lembrar que a maioria das respostas não sugere uma mudança efetiva de postura, o que possivelmente está relacionado ao fato da intervenção desenvolvida ser muito pontual e curta. Por isso, compartilhando a proposta de García (1998), acreditamos que esse trabalho no âmbito escolar requer sucessivas complexificações, ou seja, que o assunto advindo do cotidiano dos alunos possa ser enriquecido pelo conhecimento científico em diversos momentos, tornando-se a cada 'etapa' um conhecimento escolar mais rico e complexo.

Ainda considerando aspectos da complexidade, em especial ressaltando o trabalho dos licenciandos sobre o papel das incertezas e as visões de mundo (céticos e ortodoxos ou alarmistas), notamos que a abordagem em sala de aula deu a oportunidade para que os alunos refletissem sobre essa problemática por distintos vieses. Em outras palavras, a forma de se discutir o tema, considerando as diferentes vertentes do problema, mostrou aos alunos que as tomadas de decisão perante situações que envolvem a questão socioambiental requerem reflexão e discussão amplas, incluindo parâmetros que vão desde os científicos até os sociais, políticos e econômicos.

De forma geral, esse trabalho nos deu indícios de que o entendimento da complexidade dos sistemas naturais e sociais pode contribuir para que os indivíduos tomem a problemática socioambiental para si, sendo mais reflexivos e críticos em suas tomadas de decisão. Assim, as discussões que envolvem a questão socioambiental, ao estarem preocupadas em elucidar

as relações envolvidas e não os resultados negativos herdados da geração passada (poluições, degradação etc.), podem contribuir para que os indivíduos compreendam que ações locais influenciam o ciclo natural do planeta (global) e, com isso, repensem suas posturas frente ao meio ambiente.

Acreditamos que o indivíduo que compreenda as explicações dos fenômenos socioambientais também pelo viés da complexidade possa ter clareza sobre, pelo menos, dois aspectos fundamentais que permeiam a questão ambiental: a dificuldade de estabelecer explicações fechadas e a necessidade de contar com as contribuições de outras esferas (política, econômica etc.) que compõem a sociedade.

Considerações finais

Para além das discussões referentes à seleção dos temas e conteúdos a serem trabalhados em sala de aula, o processo desenvolvido evidenciou outros elementos, que dizem respeito às relações estabelecidas, tanto entre os licenciandos e o professor supervisor quanto entre a escola e a instituição de ensino superior. Dessa relação constatamos que há espaços, nas escolas, para desenvolver trabalhos na perspectiva assumida, mesmo considerando o contexto tradicional de ensino.

Por outro lado, a escola parece não estar preparada para, sozinha, desenvolver trabalhos dessa natureza. A nosso ver, a presença de agentes externos, representados pelos pesquisadores/ coordenadores do projeto e licenciandos, mostrou-se como elemento motivador para a implementação de propostas temáticas em salas de aula. Ainda que haja outros elementos limitadores (a exemplo dos baixos salários, tempo disponível, infraestrutura das escolas etc.), isso nos leva a refletir sobre a necessidade de uma formação docente em sintonia com propostas dessa natureza. A nosso entender, uma formação desse tipo pode contribuir para diminuir substancialmente a necessidade das intervenções de um agente externo, ainda que as ações desses agentes possam continuar sendo elementos essenciais para driblar a insuficiência e, ao mesmo tempo, contribuir para superá-la.

Quanto à elaboração da proposta, dentre as etapas do processo desenvolvido, destacamos o momento de articulação entre os temas e os conteúdos de Física e, dentro disso, a necessidade de estabelecer vínculo com os currículos instituídos nas escolas. É importante destacar que não defendemos a manutenção de um currículo linear, tomado como referência somente os conceitos científicos; pelo contrário, a proposta da Abordagem Temática e da complexificação do conhecimento defendidas por nós vem justamente romper com essa lógica. A necessidade de estabelecer vínculos, como dito, está na viabilidade da inserção do tema socioambiental nas escolas, pois, a nosso ver, a necessidade de refletir e se posicionar diante tais questões ambientais se fazem necessárias de imediato.

Ainda que a proposta aqui apresentada traga alguns pontos a serem repensados, é urgente que passemos a considerar como assunto da escola as questões socioambientais. Tais questões devem ser vistas considerando-se a realidade vivenciada pelos alunos, de modo a tornarem explícitas as discussões sobre aspectos que envolvem as incertezas presentes na

sociedade de risco e na própria ciência. Além disso, é preciso considerar os conteúdos de Física, tanto aqueles já presentes no currículo escolar quanto os que tratam da complexidade e de sistemas longe do equilíbrio. Esperamos, a partir dessas reflexões, contribuir com as práticas educacionais que buscam a formação de cidadãos reflexivos frente às questões complexas.

Referências bibliográficas

Beck, U.A. (1997). *A reinvenção da política: rumo a uma teoria da modernização reflexiva*. In: Beck, U; Giddens, A. e Lash, S. (Orgs). *Modernização reflexiva* (pp. 11-72). São Paulo: Editora da Unesp.

Beck, U.A. (2010). *Sociedade de Risco*. São Paulo : Editora 34.

Bianchi, C.S. e W.V. Melo (2009). Desenvolvimento de um projeto de ação pedagógica para conscientização ambiental com alunos de 9º ano do Ensino Fundamental. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciências*, 8, 3: 976-1003. Em: <http://www.saum.uvigo.es/reec>.

Bonotto, D.M.B. (2008). Educação Ambiental e Educação em Valores em um programa de formação docente. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciências*, 7, 2:313-336. Em: <http://www.saum.uvigo.es/reec>.

Campaner, C. e A.L. Longhi (2006) La argumentación en Educación Ambiental. Uma estratégia didáctica para la escuela media. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciências*, 6, 2:442-456. Em <http://www.saum.uvigo.es/reec>.

Carvalho, I.C.M. (2004) Educação Ambiental Crítica: nomes e endereçamentos da educação. Em: Philippe Pomier Layrargues (Org.), *Identities da educação ambiental brasileira* (pp. 13-24). Brasília: Ministério do Meio Ambiente.

Delizoicov, D.; Angotti, J.A. e M.M. Pernambuco (2002). *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez.

Demo, P. (2004). *Pesquisa Participante – saber pensar e intervir juntos*. Vol. 8. Brasília: Plano Ed. Série Pesquisa em Educação.

Flôr, C.C. (2007). Possibilidades de um caso simulado CTS na discussão da poluição ambiental. *Ciência & Ensino*, 1, número especial. São Paulo: UNICAMP.

Forgiarini, M. (2007). *A Abordagem de temas polêmicos no currículo da EJA: O caso do "florestamento" no RS*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria: Centro de Educação.

Freire, P. (1987) *Pedagogia do Oprimido*. 17 Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

García, J.E. (1998) *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. 1 Ed. Espanha: Díada Editora S. L.

García, M.I.G.; et al. (1996). *Ciência, tecnologia y sociedad*. Uma introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madrid: Tecnos.

Guimarães, M. (2004). Educação Ambiental Crítica. Em: *Identidades da educação ambiental brasileira* (pp. 25-34). Ministério do Meio Ambiente. Diretoria de Educação Ambiental; Philippe Pomier Layrargues (Coord.). Brasília: Ministério do Meio Ambiente.

Jacobi, P. (2005). Educação Ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. *Revista Educação e Pesquisa*. v. 31, n. 2, pp. 233-250. São Paulo: Educação e Pesquisa.

Jacobi, P. (2009). Educação e sustentabilidade: caminhos e práticas para uma educação transformadora. São Paulo: Evoluir Cultural.

Koespel, R. (2003). *CTS no ensino médio: Aproximando a escola da sociedade*. Dissertação de mestrado. Centro de Ciências da Educação: Universidade Federal de Santa Catarina.

Krasilchik, M. (1987). *O professor e o currículo das ciências*. São Paulo: EPU.

Lessard-Hébert, M.; Goyette, G. e G. Boutin (2008). *Investigação Qualitativa: fundamentos e práticas*. Lisboa: Instituto Piaget.

Loureiro C.F.B. (2006). *Trajectoria e fundamentos da educação ambiental*. São Paulo: Cortez.

Menezes, L.C. (2009). Ensino de Física: Reforma ou revolução? Em: Martins, A.F. (Org.), *Física ainda é cultura?* (pp. 26-45). São Paulo: Editora Livraria da Física.

Moraes, R. e M.C. Galizazzi (2004). *Análise Textual Discursiva*. Ijuí, Editora Unijuí, 2007.

Morin, E. (2007). *Introdução ao pensamento complexo*. 3ª ed. Porto Alegre: Sulina.

Prigogine, I. (1996). *O fim das certezas: tempo, caos e as leis a natureza*. São Paulo: Editora da UNESP.

Ralph, A.B. (2010). *Aquecimento Global: Alarme Falso*. Rio de Janeiro: Editora Gryphus.

Sacristán, J.G. (1998). *O currículo: uma reflexão sobre a prática*. Porto Alegre: Artes médicas.

Secretaria de Educação Média e Tecnológica de Brasil (2000). Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC.

Secretaria de Educação Média e Tecnológica de Brasil (2002). PCN+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC.

Strieder, R.B. (2008). *Abordagem CTS e Ensino Médio: Espaços de Articulação*. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – Universidade de São Paulo. São Paulo: IFUSP.

Strieder, R.B.; Watanabe-Caramello, G. e S.T. Gehlen (2010). Abordagem de temas no ensino médio: compreensões de professores de Física. *XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. Águas de Lindóia.

Watanabe-Caramello, G. (2008) *Elementos para uma abordagem temática: a questão das águas e sua complexidade*. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências - Universidade de São Paulo. São Paulo: IFUSP.

Watanabe-Caramello, G. e M.R. Kawamura (2010) Uma abordagem termodinâmica para discutir a física do meio ambiente. In: *XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. São Paulo: Águas de Lindóia.

Watanabe-Caramello, G.; Strieder, R.B. e S.T. Gehlen (2011) Abordagem Temática na formação de professores. Em: *XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física-SNEF*. Amazonas: Manaus.