

PRODUÇÃO E CONSUMO DA ENERGIA ELÉTRICA: A CONSTRUÇÃO DE UMA PROPOSTA BASEADA NO ENFOQUE CIÊNCIA-TECNOLOGIA- SOCIEDADE-AMBIENTE (CTSA)

José Roberto da Rocha Bernardo

Deise Miranda Vianna

Helena Amaral da Fontoura

Introdução

Alguns autores têm chamado a atenção para os riscos associados aos avanços da ciência na sociedade moderna. Segundo Giddens (1997), as relações entre o desenvolvimento do conhecimento humano e o auto-entendimento humano provaram ser mais complexas do que pensavam os filósofos do Iluminismo. Esses pensadores acreditavam que aumentar o conhecimento produzido com respeito aos mundos social e natural conduziria a uma maior certeza sobre as condições sob as quais conduzimos nossas vidas e, assim, sujeitaria à dominação humana o que outrora fora o domínio de outras influências. O autor afirma que, atualmente, a característica de nossas vidas é o que se poderia chamar de incerteza fabricada.

Dentre as incertezas sob as quais vivemos nos dias de hoje, aquelas relacionadas com as questões ambientais ocupam um importante lugar no cenário do homem moderno. O aquecimento global motivado pela produção de gases oriundos dos processos de produção de energia, ou mesmo os recentes acontecimentos envolvendo a invasão da usina hidrelétrica de Tucuruí pelos militantes do movimento das vítimas de

usinas¹ nos dão uma idéia da importância de uma ampla discussão em torno dos temas associados à produção e ao consumo da energia elétrica. Entretanto, fica a pergunta: como o cidadão comum poderia participar de tal debate, sem estar instrumentalizado com a linguagem adequada?

Acreditamos que a sala de aula poderia contribuir para a inserção crítica do cidadão no mundo em que vive e que o professor tem um importante papel a desempenhar nesse processo.

Este trabalho trata de uma pesquisa relacionada a um projeto de formação de professores de física do ensino médio, que se estruturou a partir do tema “produção e consumo da energia elétrica nas salas de aula do ensino médio”, levando-se em conta os pressupostos do enfoque ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA).

Foi organizado um curso de curta duração com um grupo de cinco professores da rede pública do Rio de Janeiro. Ao longo do curso, foi investigado o processo de construção de um projeto pedagógico cujas estratégias elaboradas pelo grupo deveriam estar voltadas para a abordagem do tema considerado. O curso

¹ Para maiores esclarecimentos, ver o caderno O País, do jornal *O Globo*, de 24 de maio de 2007, p. 13.

envolveu momentos de aulas expositivas sobre as relações entre energia, desenvolvimento e meio ambiente e sobre a abordagem baseada no enfoque CTSA, além de oficinas nas quais os sujeitos tiveram a oportunidade de discutir e elaborar as estratégias apontadas pelo grupo como as mais adequadas, considerando aspectos científico-tecnológicos, políticos, econômicos, sociais e ambientais, de acordo com o enfoque CTSA.

Embora seja reconhecida a complexidade do problema em função dos inúmeros fatores que contribuem para a formação do professor, buscamos responder a seguinte pergunta: como um grupo de professores de física do ensino médio vê a possibilidade de construir estratégias para abordagem do tema produção e consumo da energia elétrica a partir do enfoque CTSA?

1. Fundamentação teórica

A necessidade de uma alfabetização científica e tecnológica para formar cidadãos críticos, frente às questões que envolvem a ciência, a tecnologia e suas interações com a sociedade, naquilo que diz respeito aos aspectos políticos, econômicos, ambientais, éticos e morais (Acevedo *et al.*, 2005) é um dos pontos comuns dos diversos programas baseados no enfoque ciência-tecnologia-sociedade (CTS), propostos no mundo, embora estes apontem formas de abordagem bastante diferenciadas (Aikenhead, 1994).

A possibilidade de implementação dos pressupostos do enfoque CTS no contexto educacional brasileiro tem sido motivo de preocupação de pesquisadores

da área de ensino de ciências (Pinheiro et al., 2007), e tem produzido iniciativas que vão desde a elaboração de materiais didáticos até projetos curriculares que se apóiam no enfoque. Santos e Mortimer (2000) citam, inclusive, a influência desses pressupostos nos documentos oficiais da educação brasileira, como os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM (Brasil, 1999).

Recentemente, se tem observado uma evolução no sentido do chamado enfoque CTSA (Solbes e Vilches, 2004) para o ensino de ciências, considerado por muitos, como um desdobramento do enfoque CTS (Aikenhead, 2003) com ênfase localizada, principalmente, no aspecto ambiental. Segundo essa perspectiva, ao estudarem ciências, os estudantes devem desenvolver competências no sentido de realizarem avaliações sobre riscos e impactos ambientais causados pelo desenvolvimento científico e tecnológico em situações do dia-a-dia (Solbes e Vilches, 2005). Assim, os quadros de referência em CTS são potenciais colaboradores para o enfoque CTSA. Neste trabalho, utilizaremos o enfoque CTSA, porque, segundo os autores, a incorporação de conteúdos CTSA nos currículos para o ensino médio tem potencializado uma melhoria em relação ao ensino tradicional, com uma maior atenção dada aos aspectos que se referem às aplicações da ciência e suas relações com o meio ambiente.

Entretanto, pesquisas comparativas realizadas pelos mesmos autores (Solbes e Vilches, 2004), em épocas diferentes, sobre as visões de estudantes de ensino médio em relação a problemas associados

ao desenvolvimento científico e tecnológico e aspectos das relações CTSA mostram que essa evolução tem ocorrido de forma lenta, e que a maior parte dos estudantes não é capaz de avaliar as relações entre o desenvolvimento técnico-científico e suas implicações sociais, ambientais, culturais e econômicas.

Os autores atribuem os resultados encontrados à falta de atenção dada aos aspectos da formação para a cidadania e à preparação para a tomada de decisões frente às questões que se relacionam com a ciência-tecnologia e suas implicações ambientais, o que seria incompatível com a perspectiva CTSA.

Alguns autores vêm desenvolvendo propostas de trabalho em torno do tema *energia*, como conteúdo CTSA, em função do seu caráter multidisciplinar e da sua relevância frente ao interesse público (Doménech *et al.*, 2007). Nesse sentido, o tema “produção e consumo da energia elétrica” pode ser visto como um “aglomerado”² de sub-temas como, por exemplo, a emissão de CO₂ a partir da produção dessa energia.

No caso da nossa pesquisa, particularmente, acreditamos no potencial de sub-temas como a “crise energética brasileira de 2001/2002” ou a “invasão da usina hidrelétrica de Tucuruí por militantes do movimento das vítimas de usinas”, como caminhos facilitadores para a abordagem de conteúdos CTSA.

Uma das questões de grande importância para o sucesso de um programa CTSA é a formação do professor. Considerado um agente-chave (Shamos, 1995 ; Martins, 2002) no

processo ensino-aprendizagem, torna-se necessária uma formação abrangente para o educador CTSA, o que não é atendido pela maior parte dos centros de formação desses professores. Assim, acreditamos nos cursos de curta duração para formação de professores em serviço, como uma importante iniciativa no sentido de dar a esses profissionais a oportunidade de terem contato com os pressupostos do enfoque CTSA e com metodologias compatíveis com esses pressupostos.

2. Metodologia

Os participantes atuaram ativamente no processo de construção, como co-autores e co-responsáveis da pesquisa. Assim, a metodologia adotada possibilitou aos sujeitos uma intervenção direta, de tal maneira que a ação de cada participante pode ser observada em função da contrapartida de cada um para o grupo, na busca da construção das estratégias procuradas.

Para a obtenção do material empírico foram utilizados questionários semi estruturados, com perguntas abertas e fechadas, para identificação e levantamento do perfil sócio-econômico e cultural dos professores, pré-testes e pós-testes para levantamento dos saberes dos participantes no que diz respeito à familiarização dos mesmos com questões relacionadas ao tema energia e com o enfoque CTSA.

Todos os momentos de discussão coletiva ao longo das oficinas foram documentados através de registros fotográficos, gravações em fitas K7 e em vídeo, conforme orientações sugeridas por Carvalho (2005). Anotações a partir das

² Tradução nossa da palavra “cluster” (Aikenhead, 1994, p. 50)

observações realizadas no local e de reflexões *a posteriori* foram utilizadas para registros de ocorrências e análise. As avaliações do curso, da proposta construída e a auto-avaliação dos participantes foram realizadas através de entrevistas.

A pesquisa envolveu duas etapas. A primeira etapa ocorreu em um encontro, com três horas de duração. Essa etapa se caracterizou por ser uma fase de pesquisa exploratória. Ao longo do encontro, buscou-se esclarecer o grupo sobre os objetivos do curso e do trabalho de pesquisa envolvido, integrar os elementos do grupo, justificar o tema sugerido e identificar os participantes.

A pesquisa exploratória pode ser uma excelente aliada, uma vez que é ideal para auxiliar o pesquisador na fase de planejamento, contribuindo para a elaboração de um instrumento baseado nas experiências reais dos sujeitos, no seu vocabulário e no seu ambiente de vida (Piovesan e Temporini, 1995). Nesse sentido, a pesquisa exploratória contribuiu para a compreensão prévia das maneiras de agir, sentir e pensar da comunidade estudada e do contexto onde essa comunidade se insere.

Além da fase de identificação e esclarecimentos, a primeira etapa envolveu o preenchimento de questionários de pré-testes e um momento de aula expositiva sobre temas tais como: as relações entre energia – desenvolvimento – meio ambiente e sobre o histórico e pressupostos do enfoque CTSA.

Em um outro momento, foi apresentada ao grupo uma cartilha contendo informações sobre os principais

itens normalmente presentes em um projeto, e realizada uma discussão sobre itens como: justificativa, objetivos e metodologia. Em seguida, foi proposta uma discussão entre os participantes visando o início da construção das estratégias para abordagem do tema sugerido.

A segunda etapa ocorreu em três encontros, com três horas de duração cada um. Ao longo dos encontros houve momentos de aula expositiva, com apresentação de temas como: modernidade, epistemologia e história da ciência, apresentação de material didático para o grupo e oficinas para discussão e construção das estratégias pretendidas. Além disso, a segunda etapa envolveu um momento de avaliação do curso e de auto-avaliação dos participantes, além do preenchimento de questionários de pós-testes.

Dentre o material didático disponibilizado para os participantes estão: (1) texto sobre as relações entre energia, desenvolvimento e meio ambiente; (2) cartilha para confecção de projetos; (3) apresentação de equipamento para atividade experimental (*looping*) para desenvolvimento do princípio da conservação da energia; (4) texto sobre o desenvolvimento do eletromagnetismo no século XIX, acompanhado de equipamentos experimentais construídos com material de baixo custo, que reproduzem o caminho histórico daquele momento; (5) textos informativos de jornais da época da crise energética de 2001/2002³; (6) texto de música popular – Sobradinho, de autoria de Sá e

³ Reportagens retiradas do caderno de Economia do *Jornal do Brasil* nos dias: (28/11/2001; p. 14) e (10/01/2002; p. 11).

Guarabira – que versa sobre a problemática da instalação da usina de Sobradinho, seguido da audição da obra; (6) mapa mundi Terra à Noite do Atlas do IBGE (2007:85).

A metodologia de pesquisa adotada na segunda etapa para a interação com os professores foi a pesquisa-ação, por considerarmos a mais adequada para a construção de conhecimentos juntos aos participantes, e para promover a conscientização dos mesmos com relação à importância da utilização do referencial CTSA e da problemática que envolve o tema produção e consumo da energia elétrica. Segundo Thiollent (1986):

“a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social de base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo” (Thiollent, 1986, p. 14).

3. Resultados e discussão

Os cinco participantes da pesquisa serão indicados pelos seguintes sinais: GO, JU, MA, MR e NE nos momentos em que se faça necessária a identificação de depoimentos ou de fragmentos de textos produzidos pelos mesmos. O pesquisador será indicado pelo sinal PESQ.

Os dados obtidos dos questionários de pré-testes da pesquisa exploratória que ocorreu no primeiro encontro revelaram tratar-se de um grupo com práticas

pedagógicas tradicionais e limitadas pelos programas escolares estabelecidos. Além disso, em sua maioria, o grupo declarou utilizar recursos experimentais muito eventualmente, não havendo registro de nenhum participante que tivesse conhecimento sobre os pressupostos e diretrizes do enfoque CTSA.

Ao término da primeira etapa, foi solicitado ao grupo que cada participante, individualmente, elaborasse uma proposta por escrito, contendo a justificativa, os objetivos e a metodologia, sugeridos para o projeto em construção. Dados obtidos a partir da análise das propostas revelaram que após as aulas expositivas, o grupo iniciou um processo de amadurecimento no que diz respeito à compreensão das relações ciência-tecnologia-sociedade-ambiente, apesar da visão tradicional de ensino – concepção bancária (Freire, 1987) – se fazer presente, como podemos verificar no fragmento retirado do texto do participante GO em sua proposta.

GO: *“Transmitindo aos nossos alunos a noção do que seja energia elétrica, induzindo-os a pensar como a energia é produzida, quem a produz, de que maneira ela é transportada de um lugar para o outro, quais são as fontes que podem gerar essa energia, quais são as fontes primárias e as fontes secundárias que podem prejudicar o meio ambiente teremos: alunos, futuros cidadãos e consumidores conscientes de seus deveres com o meio ambiente e com o país”.*

Na segunda etapa, após os momentos de aula expositiva e de interação do grupo com o restante do material disponibilizado, as oficinas reiniciaram com a discussão sobre os

itens: justificativa, objetivos e metodologia. A relação entre a ciência e a tecnologia apareceu inicialmente como embrião de uma visão de CTSA. Esse primeiro entendimento se aproxima do tradicional ensino da física, no qual o conteúdo CTSA tem papel meramente motivador, se enquadrando na categoria (1) da classificação proposta por Aikenhead (1994). Em relação à visão de tecnologia, esta se manifestou como física aplicada (Acevedo, 1996), como podemos verificar no fragmento de depoimento do participante GO.

GO: *“Aí vem a necessidade de você, como professor, passar para os alunos, somente a física em si. Há uma necessidade da gente associar a nossa física com a tecnologia. Cada vez que for ensinar uma coisinha da física ao aluno, ter em mente uma série de exemplos práticos onde você usa aquilo. Eu, por exemplo, já faço isso. Tem matéria que é difícil você arranjar, mas Terminologia ... dilatação, essas coisas assim ...”*

O grupo enfatizou a crise energética como possibilidade de justificativa. A partir dos textos informativos referentes à crise de 2001/2002, os participantes introduziram a necessidade de conscientização em função da crise, como aspecto relevante para a justificativa. Esse elemento fundamental, considerada a perspectiva do enfoque CTSA, teve um papel importante dentro da dinâmica das oficinas, desencadeando uma participação intensa de todos; foi um momento em que o grupo passou a utilizar novos conceitos da área energética que não vinham sendo utilizados anteriormente, como o conceito

de fonte renovável.

JU: *“Acho que a justificativa seria conscientizar o aluno das situações de crise que estamos tendo. Que ele se conscientize, no caso, da necessidade de produção de energia e ... É mais um trabalho de conscientização.”*

GO: *“Evitar desperdício.”*

MR: *“As fontes não são renováveis. Então, você pra fazer consumo ...”*

O recurso do mapa mundi Terra à Noite (IBGE, 2007:85) favoreceu uma outra discussão, na qual o aspecto econômico passou a estar presente. Ao observar o mapa, os depoimentos dos participantes sugeriram um entendimento da relação existente entre desenvolvimento e consumo da energia elétrica.

NE: *“Os países que consomem mais são os mais desenvolvidos. O consumo da energia elétrica é como se fosse um nível de desenvolvimento.”*

MR: *“Agora você olha pra costa (referindo-se ao nordeste brasileiro). Ela é totalmente iluminada. Você vai olhando para o interior, é totalmente apagado.”*

Outro momento em que a participação do grupo se intensificou teve relação com a iniciativa do grupo de construir a articulação entre os recursos disponibilizados. O grupo pareceu mais amadurecido em suas reflexões sobre a possibilidade de construção de atividades multidisciplinares, que é um dos requisitos indispensáveis para o educador

CTSA. Essa tentativa pode ser observada no diálogo a seguir, no qual o pesquisador busca motivar o grupo para uma reflexão sobre a metodologia.

PESQ: *“A sugestão que eu dou é a seguinte: se você vai pensar na metodologia, como é que vai começar? Qual a melhor forma de começar? Como seria mais conveniente começar?”*

JU: *“Seria mais conveniente começar com o texto, né?”*

GO: *“Texto ou a música, por exemplo.”*

NE: *“É, eu começaria com a música e passando a questão pra ele.”*

GO: *“Daria o texto da música pra ele. Mandaria eles ouvirem a música com o texto na mão.”*

JU: *“Daria um tema para instigar uma discussão em sala de aula pra eles começarem a se situar.”*

GO: *“E depois, pedir pra eles associarem a letra da música. O que tem a ver a letra com o tópico que nós vamos lançar, que é estudar energia. Aí falamos dos alagamentos e das cidades ...”*

NE: *“A importância da construção dessa usina.”*

NE: *“Acho que esse mapa deveria ser usado no final, pra essa discussão política e econômica.”*

O grupo continuou a discussão em relação à dinâmica a ser utilizada junto aos alunos, para viabilizar a aplicação da proposta, visando à construção da metodologia. O participante JU sugeriu a

utilização de uma situação problema. Nesse momento, após ter manifestado a sua origem nordestina, o participante GO se mostra bastante entusiasmado com o tema tratado na música. A relação do participante com aquela cultura e com aquela problemática teve um papel muito importante na participação de todos ao longo do processo.

JU: *“Em todos os projetos que eu já trabalhei (sucesso escolar, acelera jovem) a gente utilizava, ou lia um texto, onde chama a atenção de todos. Colhe o pensamento de alguns alunos. Coisas assim, referentes ao cotidiano deles. Aí, geralmente, o que um vive, a maioria da turma vive a mesma situação. Em uma questão de dez minutos você faz isso. Só mesmo pra chamar a atenção de todos.”*

PESQ: *“Essa situação problema, você tem uma idéia de como você problematizaria isso?”*

JU: *“Dependeria do texto. Teria que selecionar o texto, ou poderia ser essa música. Desde que você está falando sobre água, sobre o rio. Coisas que o aluno já sabe. Cidades foram alagadas.”*

GO: *“A letra da própria música seria interessante, porque quando ele começasse a ouvir e ler a música, ele não está entendendo nada. Esse negócio é velho. Ele vai ouvir a música, ler o texto. O que quer dizer isso? Aí você vai começar. Quantas cidades foram alagadas nessa música? Pra ele começar a descobrir onde você vai chegar.”*

GO: *“Você joga pra ele: as hidrelétricas causam algum dano ao meio ambiente? À sociedade, e tal*

... ? Escreve aí pra mim o que é que você acha que construir uma hidrelétrica ocasiona. Quais são os problemas que gera pra sociedade? E aí, quando ele começar a se interar disso você vai começar a jogar energia cinética.”

GO: “Mas a gente vai botar. Botar o aspecto social, o aspecto econômico. O aspecto da devastação do meio ambiente.”

NE: “Meio ambiente, impacto social, impacto ambiental.”

O mapa mundi voltou a ganhar destaque na discussão sobre as estratégias a serem elaboradas. Dessa vez, o grupo sugeriu um trabalho interdisciplinar com a geografia, envolvendo a comparação com um mapa de divisões políticas, com um gráfico de setores que mostra os principais países poluentes e com o texto da música.

NE: “Eu acho que a gente tem que incluir aí é ... na hora da apresentação do mapa, e ... fazer essa correlação com o mapa geográfico é ... a gente tem que ter uma discussão econômica, geográfica. Fazer uma comparação ambiental, comparar com aquele gráfico dos países poluentes (referindo-se ao gráfico de setores).”

A análise dos questionários de pré-testes e pós-testes sugere uma evolução do grupo em relação à conscientização e à percepção do caráter multidisciplinar do enfoque CTSA. Respostas de dois dos participantes ao pré-teste e ao pós-teste foram transcritas abaixo, como mostram os fragmentos retirados dos questionários que continham (ambos) a seguinte pergunta: “Se você fosse o Ministro das Minas e Energia de um país, que aspectos levaria em consideração em um momento de escolha de um programa energético para a produção de energia elétrica para este país?” Os dados estão organizados de acordo com as respostas dos participantes nos momentos de aplicação do pré-teste e do pós-teste:

| Evolução da percepção de CTSA pelos participantes | |
|--|--|
| Pré-teste | Pós-teste |
| GO: “Escolheria um programa energético com bastante ênfase na termoeletrica e nuclear” | GO: “Primeiro faria uma ampla discussão com a sociedade sobre o projeto apresentado. Procuraria discutir sobre os impactos ambientais e sociais que poderia surgir com esse programa energético, e como produção de energia, optaria por um programa nuclear como gerador dessa energia” |
| JU: “Levaria em consideração a situação em que daqui a alguns anos teremos que ter um programa de racionamento de água. E também a questão do petróleo, em que estamos retirando já o mais caro, pois o barato já está no fim” | JU: “Levaria em consideração a situação das fontes não renováveis e que deveriam ser criados programas para racionamento (se possível). E o estudo das fontes renováveis para aprimoramento ou aperfeiçoamento para adquirir novos recursos” |

No momento da avaliação do curso e da auto-avaliação, foi solicitado que os

participantes procurassem enfatizar os fatores que mais facilitaram ou

dificultaram as suas ações dentro do processo ao longo do curso. Alguns fragmentos de depoimentos seguem abaixo contendo, basicamente, elementos que se relacionam com a formação do professor em geral. Não apareceram, em seus depoimentos, as dificuldades relacionadas ao enfoque CTSA, embora estas existam e tenham sido identificadas ao longo do processo.

GO: *“Eu achei interessante, né. Primeiro porque, pra mim, como eu tenho grande dificuldade de me expressar através da caneta, é ... é bom que, de vez em quando, eu faça essas oficinas, né ... participa desses debates com os colegas. Porque isso vai melhorando a minha concepção como professor, né, e perdendo aquele medo que a gente tem de se expressar, escrever, né ...”*

JU: *“Eu gostei muito também de trabalhar ... Em primeiro lugar eu gostei muito do tema. Que é um assunto, né, que a gente tá sempre ouvindo falar, sempre nas revistas, jornais, etc ... e tá sempre lendo sobre a crise ...”*

JU: *“As minhas dificuldades, no caso, como geral, a leitura, no caso, que a gente também não tem aquele hábito de tá lendo, lendo, lendo ... E, por causa disso também, a gente tem essa dificuldade de passar pro papel. Só que, a minha maior dificuldade, e no caso, o que eu mais busco também nessas oficinas, é a parte experimental, entendeu? Eu tenho dificuldade, assim, eu gosto de experimento, eu gosto de trabalhar assim, tenho procurado fazer até alguns experimentos simples nas aulas, mas são poucos, e eu não aprendi fazer assim experimentos, trabalhar com experimentos.”*

Considerações finais

No trabalho de pesquisa com os professores participantes foi identificado um grupo com concepções e práticas tradicionais, como aquelas externadas por GO: *“Transmitindo aos nossos alunos a noção do que seja energia elétrica ... induzindo-os a pensar como a energia ...”*, que demonstra, uma concepção bancária da educação (Freire, 1987). Foram também identificadas dificuldades, que vão desde queixas já conhecidas, tais como falta de tempo e necessidade de cumprimento dos programas estabelecidos, até as dificuldades com a escrita, como se pode apreciar na fala de GO: *“... eu tenho grande dificuldade de me expressar através da caneta ...”* e com o uso de experimentos, exemplificada na fala de JU: *“... a minha maior dificuldade ... é a parte experimental”*.

A primeira visão de CTSA apresentada por GO: *“Há uma necessidade da gente associar a nossa física com a tecnologia. Cada vez que for ensinar uma coisinha da física ao aluno, ter em mente uma série de exemplos práticos onde você usa aquilo. Eu, por exemplo, já faço isso.”*, exemplifica bem a posição inicial de um dos participantes, que pode ser de outros. No fragmento identificado, temos uma visão de CTSA que se aproxima da classificação proposta por Aikenhead (1994), do tipo 1 – conteúdo de CTSA como elemento motivador – na qual a concepção da tecnologia aparece como ciência aplicada.

A associação dos textos com o recurso da música popular possibilitou aos

participantes uma aproximação com aspectos relacionados à natureza humanística da ciência-tecnologia, na medida em que provocou reflexões no grupo sobre a importância das questões sócio-ambientais, a partir de uma obra de arte popular, que exemplifica uma possibilidade envolvendo ciência e literatura.

Além disso, o trabalho com o mapa mundi favoreceu a compreensão da relação entre desenvolvimento e consumo de energia, como verificado no fragmento de NE: *“Os países que consomem mais são os mais desenvolvidos. O consumo da energia elétrica é como se fosse um nível de desenvolvimento”*, após a observação das áreas iluminadas do mapa mundi Terra à Noite (IBGE, 2007).

A valorização do tema por parte do grupo e a importância do potencial do sub-tema “crise energética” e dos recursos utilizados – textos informativos, música popular e mapa mundi – qualificaram esses elementos como fundamentais para o trato com os conteúdos CTSA ao longo das atividades nas oficinas, principalmente no que diz respeito aos aspectos ambientais. Exemplos de mudanças de concepções podem ser vistas no quadro comparativo dos fragmentos apresentados pelos participantes em relação à percepção de CTSA. Nesse sentido, destacamos ainda, um fragmento de JU: *“Acho que a justificativa seria conscientizar o aluno das situações de crise que estamos tendo”*, revelando que essas questões favoreceram um posicionamento no sentido da conscientização dos alunos como forma de justificar o projeto, em conformidade com as considerações de Doménech *et al.*

(2007), ao destacarem a importância do tema energia como possibilidade de “despertar o interesse dos estudantes em aprendê-lo” (:44).

O trabalho de pesquisa ao longo das oficinas sugere uma evolução do grupo em relação à conscientização sobre a importância do tema “produção e consumo da energia elétrica” e sobre a relevância da sua abordagem baseada no enfoque CTSA. Entretanto, apesar dos avanços, a investigação apontou uma percepção ainda limitada do grupo em relação à articulação dos diferentes aspectos que caracterizam a multidisciplinaridade do enfoque CTSA. A elaboração de uma conclusão sobre os elementos que concorrem para limitar essa articulação, ao longo do processo de construção das estratégias, passa pela complexidade própria do campo da formação do professor, associada às questões específicas do grupo – prática tradicional, desconhecimento sobre o enfoque CTSA, dificuldades com conteúdos físicos, com experimentos e com a escrita.

O problema de identificar esses elementos e a forma como eles interferem nesses processos, deve ser objeto de muita discussão ao longo de outros cursos no futuro, de modo a propiciar uma reflexão que venha contribuir para elucidar seu papel dentro da rede complexa que é a formação do professor. Acreditamos que podemos transformar a atitude de professores, valorizando a voz desses sujeitos; possibilitando a eles momentos para dialogarem com seus pares, pensarem as suas práticas e exercitarem a construção dos seus próprios caminhos pedagógicos.

Assim, indica-se como sugestão, a formação de educadores CTSA capacitados para a mudança em suas práticas pedagógicas para o trabalho de alfabetizar científica e tecnologicamente os seus alunos. Consideramos adequado um enfoque amplo de CTSA, no qual o aspecto ambiental possa funcionar como um primeiro elemento de conexão com os professores, tomando-se o cuidado para que esta não seja uma estratégia reducionista, que outorgue papéis secundários a outros aspectos.

REFERÊNCIAS

- ACEVEDO DÍAZ, J. A.; MANASSERO MASS, M. A. ; VASQUEZ ALONSO, A. Orientación CTS de la Alfabetización Científica y Tecnológica: un desafío educativo para el siglo XXI. In: *Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad em los inicios del siglo XXI*. Eds. Membiella, P. e Padilla, Y., Educación editora, p.7-14, 2005.
- ACEVEDO DÍAZ, J. A. La Tecnología em las Relaciones CTS. Una Aproximación al Tema, *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (1), p. 35-44, 1996.
- AIKENHEAD, G. What is STS Science Teaching? In: *STS Education – International Perspectives on Reform*. Eds. Solomon, J. e Aikenhead, G. Ed. Teachers College Press, p. 47-59, 1994.
- AIKENHEAD, G. STS Educatin: a rose by any other name. In: *A Vision for Science Education: Responding to the Work of Peter Fensham*. Ed. Cross, R., Ed. Routledge Falmer, p. 59-75, 2003.
- CARVALHO, A. M. P. Metodología de Investigación em Enseñanza de Física: uma proposta para estudar los procesos de enseñanza y aprendizaje. *Revista Enseñanza de la Física*, v. 18, n. 1. , p. 29-37, APFA, 2005.
- DOMÉNECH, J. L.; GIL-PÉREZ, D.; GRAS-MARTÍ, A.; GUIASOLA, J.; MARTINEZ-TORREGROSA, J.; SALINAS, J.; TRUMPER, R.; VALDÉS, P.; VILCHES, A.. Teaching of Energy Issues: A Debate Proposal for a Global Reorientation. *Science & Education*, 16, p. 43-64, 2007.
- FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro: Ed. Paz e Terra, 36ª edição, p. 184, 1987.
- GIDDENS, A. Risco, Confiança, Reflexividade. In: *Modernização Reflexiva: política, tradição e estética na ordem social*, Orgs. Beck, U., Giddens, A. Lash, S., São Paulo, Ed. UNESP, p. 219-234, 1997.
- BRASIL – MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE; *Atlas Geográfico Escolar*, 4ª Edição, Ed. IBGE, 216p., 2007.
- MARTINS, I. P. Problemas e Perspectivas Sobre a Integração CTS no Sistema Educacional Português, *Revista Eletrônica de Enseñanza de Las Ciencias*, v.1(1), 2002, (último acesso: 08/02/2007).
- BRASIL - MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLOGIA. *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*, 1999.
- PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: A Relevância do enfoque CTS para o Contexto do Ensino Médio. *Ciência & Educação*, v.13, n.1, p.71-84,2007.
- PIOVESAN, A. e TEMPORINI, E. R. Pesquisa Exploratória: procedimento metodológico para o estudo de fatores humanos no campo da saúde pública. *Revista Saúde Pública*, 29 (4), p. 318-325, 1995.

SANTOS, W. L. P. e MORTIMER, E. F. Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. *Revista Ensaio-Pesquisa em educação em Ciências*, vol. 2(2), p. 133-162, 2000.

SOLBES, J.; VILCHES, A.; Papel de las Relaciones entre Ciência, Tecnología, Sociedad y Ambiente em la Formación Ciudadana. *Enseñanza de las Ciências*, 22(3), p. 337-348, 2004.

SOLBES, J. E VILCHES, A. Las Relaciones CTSA y la Formación Ciudadana. In: *Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnologia-Sociedad em los inicios del siglo XXI*. Eds. Membiella, P. e Padilla, Y., Educación editora, p.15-22, 2005.

SHAMOS, M. H. *The Myth of Scientific Literacy*. New Jersey, Ed. Rutgers University Press, p. 261, 1995.

THIOLLENT, M. *Metodologia da Pesquisa-Ação*. São Paulo, Ed. Cortez, 3ª edição, p. 107, 1986.

José Roberto da Rocha Bernardo é professor do Colégio de Aplicação-UFRJ e doutorando do Programa de Pós Graduação em Ensino em Biociências e Saude do Instituto Oswaldo Cruz-Fiocruz.

E-mail: bernardo.jrr@gmail.com

Deise Miranda Vianna é professora do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro e do Programa de Pós Graduação em Ensino em Biociências e Saúde do Instituto Oswaldo Cruz-Fiocruz.

E-mail: deisemv@if.ufrj.br

Helena Amaral da Fontoura é professora da Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro e do Programa de Pós Graduação em Ensino em Biociências e Saúde do Instituto Oswaldo Cruz-Fiocruz.

E-mail: helenaf@uerj.br