

A PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM LARGA ESCALA NO BRASIL: UMA ABORDAGEM CTS PARA O ENSINO MÉDIO

Fábio Ramos da Silva*

fabio.silva@ifpr.edu.br

Lilian Cristiane Almeida dos Santos**

lilicrissantos@gmail.com

RESUMO

Nesse trabalho apresentamos uma sequência de ensino orientada pelos pressupostos do Movimento CTS para o ensino de Ciências. A produção de energia elétrica em larga escala fora o tema dessa sequência, realizada em uma escola pública da cidade de São Paulo durante o ano de 2008, integrando a disciplina regular de Física. O conteúdo *produção de energia* foi explorado de forma ampla e contextualizado com a dinâmica social, através de leitura e discussão de textos jornalísticos, filmes e aulas teóricas, que incluíram, além dos conteúdos de física clássica ligados a compreensão da questão energética, também conteúdos de física moderna. Foi realizado um pré-teste e um pós-teste, com duas questões abertas sobre energia e suas implicações sociais. A análise de conteúdo das respostas aponta para uma melhoria qualitativa na apropriação dos termos e relações pertinentes ao tema. Esse resultado evidencia qualidades positivas do processo de ensino, no que se refere à reflexão das implicações sócio-ambientais da produção de energia em larga escala: a qualidade das respostas melhorou significativamente, tanto na apropriação dos termos quanto na abrangência das respostas. Destacamos que esse tipo de discussão na educação básica possui uma permanente importância, pois a questão energética encontra-se na base da sociedade contemporânea, sobretudo em tempos de desastres nucleares como o de Fukushima, no Japão, de abandono da energia nuclear, como na Alemanha e de construção de enormes centrais hidrelétricas como no nosso país. Assim, uma compreensão mais aprofundada do assunto certamente atende ao objetivo da educação brasileira: formar um cidadão.

Palavras-chave: CTS; produção de energia elétrica; ensino de Física.

1 INTRODUÇÃO

Por volta da década de setenta, intensificaram-se os questionamentos acerca da influência do desenvolvimento científico e tecnológico no desenvolvimento da sociedade. Essas críticas e os movimentos civis delas advindos foram conhecidos como movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Naquela época, a ideologia predominante era a do racionalismo técnico-científico, que entendia o desenvolvimento científico e tecnológico como um bem em si mesmo.

As discussões se inspiraram no relacionamento estreito entre o desenvolvimento científico-tecnológico e os conflitos armados, além do reconhecimento da existência de graves problemas ambientais. Esse Movimento representou uma análise crítica das relações entre a Ciência, a Tecnologia e Sociedade, das consequências do racionalismo científico e a

* Professor do Instituto Federal do Paraná, Campus Foz do Iguaçu, Mestre em Ensino de Ciências.

** Professora Assistente da Universidade Federal do Oeste do Pará, Doutoranda em Ensino de Ciências.

pertinência da emergência de um conceito de desenvolvimento mais real e socialmente responsável.

Devemos considerar (TEIXEIRA, 2003) que o movimento CTS possui uma influência considerável no ensino das disciplinas científicas, seja na explicitação, em situação de ensino, das relações entre a Ciência, a Tecnologia e Sociedade, ou, no debate acerca dos aspectos éticos e sociais do desenvolvimento da Ciência e, por fim, na aspiração de uma formação científica voltada para o exercício da cidadania. A abordagem CTS permite desenvolver diferentes habilidades e competências, como:

conhecer fontes de informações relevantes, sabendo interpretar notícias científicas; construir e investigar situações-problema, identificar a situação física, utilizar modelos físicos, generalizar de uma a outra situação, prever, avaliar, analisar previsões; reconhecer a Física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico; estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana; ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes (MEC, 1999, p. 237).

Assim, nas atividades na abordagem CTS o conteúdo científico é construído tendo como base a necessidade de conhecer, que também provê o aluno da capacidade de raciocínio para considerar outros aspectos importantes envolvidos na situação (CRUZ e ZYLBERSZTAJN, 2000). Estudos anteriores mostram que a terminologia que envolve as questões socioambientais é amplamente conhecida, assim como os danos e avarias causadas, mas as relações não estão claras, o que faz com que as representações que os alunos formam não estejam de acordo com o conhecimento científico existente.

... existe uma ampla difusão das informações, mas os alunos não estão formando suas representações com bases científicas. Nessas concepções se apresentam misuras entre diferentes fenômenos ambientais e as mesmas soluções para qualquer que seja a questão ambiental (SANTOS, 2003, p. 35).

Neste mesmo sentido, a intenção de ensinar e aprender conteúdos científicos de forma ampla e crítica é uma aspiração do movimento conhecido como “alfabetização científica” (CACHAPUZ et al., 2005). Esta concepção destaca a necessidade de se democratizar os conhecimentos científicos e enfatizar um ensino que propicie a tomada de decisão por parte dos cidadãos. Desta forma, percebem-se congruências desta perspectiva de ensino como a perspectiva CTS.

Silva e Carvalho (2002) discutem a possibilidade do ensino do tema “produção de energia elétrica em larga escala” para o ensino de Física no nível médio, a partir das preocupações sócio-ambientais. Entendemos essa proposta como interessante por se alinhar as

concepções de ensino mais próximas do movimento CTS. Os mesmos autores e colaboradores (SILVA e CARVALHO, 2004; SILVA et al., 2005) apresentam resultados de atividades de ensino orientadas pelo seu referencial teórico.

Assim, discutimos nesse trabalho, uma sequência de ensino inspirada nos pressupostos da abordagem CTS para o ensino de Ciências e no trabalho de Silva e Carvalho (2002), com alunos do ensino médio, sobre o tema produção de energia elétrica em larga escala. Apresentamos a análise de conteúdo das respostas, contribuindo para a reflexão sobre a viabilidade da mesma.

Ressaltamos que nossa pesquisa, abrange um conhecimento inicial das relações existentes entre a produção de energia e suas implicações socioambientais, sem preocupação, no momento, de analisar a aprendizagem dos conceitos físicos que servem de base para uma compreensão mais aprofundada da questão, embora eles tenham sido abordados na sequência de ensino.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Discutimos brevemente nessa seção alguns pressupostos da abordagem CTS em termos de metodologia de ensino (TEIXEIRA, 2003) e alguns apontamentos do movimento conhecido como “alfabetização científica”. Nessa abordagem, a **prática social** possui um papel central. Ela deve ser o ponto de partida e de chegada de qualquer sequência de ensino, pois, entende-se que os conhecimentos científicos e tecnológicos foram elaborados na prática da sociedade numa determinada época, com o envolvimento de muitos condicionantes. É essa a dimensão mais explícita entre a relação do conhecimento científico/tecnológico com o desenvolvimento social.

As abordagens de ensino CTS objetivam a formação dos alunos para o exercício da prática social responsável, ou seja, para o exercício da cidadania. Acredita-se que esse **objetivo educacional** pode ser alcançado pela ênfase nas discussões acerca das relações entre a dinâmica social e o progresso científico e tecnológico, da natureza da ciência e do ofício dos cientistas, das relações de consumo e das condições de sobrevivência no planeta.

As atividades de ensino estruturadas segundo essa abordagem devem pautar-se na **multiplicidade de metodologias de ensino**. Aulas expositivas, atividades práticas, vídeos, seminários e recursos multimídia, entre outras, devem coexistir nas seqüências de ensino. No mesmo sentido, os **conteúdos** devem abandonar o caráter internalista que lhes é comum nas aulas tradicionais de Ciências. Os conteúdos científicos, nesse sentido, pertencem a um

conjunto mais amplo de saberes, que incluem as relações sociais, o desenvolvimento tecnológico e as condições ambientais.

Dessa forma, fica clara a **importância dos professores** para o desenvolvimento desses pressupostos em situação de ensino. São eles que irão planejar e estruturar as atividades, envolver os alunos, orientar as discussões e avaliar o aprendizado. Vários autores como Fontes e Carvalho (2006) apontam a existência de resistências por parte dos docentes, na implantação de atividades de ensino inspiradas na abordagem CTS. Isso é compreensível, pois a maioria deles, não recebeu essa formação na Universidade, ou, mesmo durante a sua atuação profissional.

A perspectiva de ensino científico como um processo de alfabetização científica é correlato à concepção CTS. Assim, o ensino deve superar a visão elitista da ciência e dos especialistas, ou seja, buscar uma democratização dos saberes, objetivando a tomada de decisão em processos democráticos.

3 A ATIVIDADE DE ENSINO

A atividade foi elaborada segundo os pressupostos do ensino CTS e da alfabetização científica. Os assuntos discutidos, o eletromagnetismo e a produção de energia elétrica são centrais na sociedade contemporânea e na discussão de problemas sociais e ambientais. Assim, pensamos em iniciar a atividade com algum aspecto relacionado à produção de energia em nosso país que estivesse em discussão e que explicitasse o relacionamento entre a Ciência e Sociedade.

Espaço para aplicação: a sequência de ensino foi aplicada para uma turma de 3º. Ano de ensino médio regular, diurno, média de idade de 17 anos, num total de 22 alunos. Escolheu-se esse espaço pelo nível de abstração exigido, pois se pretendia que eles integrassem o conhecimento científico e os aspectos sociais, ambientais e tecnológicos.

Escolha do evento: como energia, circuito elétrico e indução eletromagnética são partes integrantes do conteúdo exigido pela escola para esse nível de ensino, escolheu-se abordar o tema “Produção de energia elétrica em larga escala”, pois assim seria possível trabalhá-los de maneira social e ambientalmente integrada.

Situação-problema e material de apoio: decidimos, então, pela discussão com os alunos de três textos relacionados com o acordo de cooperação firmado entre o Brasil e a Argentina, no ano de 2008, para a produção de energia elétrica por meio de centrais nucleares. Os textos selecionados foram:

*Brasil e Argentina vão criar empresa binacional nuclear*¹ – texto publicado pela Agência Estado em 24 de agosto de 2008;

*Brasil deverá construir 50 usinas nucleares nos próximos 50 anos, afirma Lobão*² – texto publicado pela Agência Brasil em 12 de setembro de 2008;

*Acordo nuclear entre Brasil e Argentina gera polêmica*³ – texto publicado na Agência Adital em 9 de setembro de 2008.

Na seqüência, apresentamos o filme: “O Desastre de Chernobyl” (JOHNSON, 2006), um documentário de 100 minutos, que revela alguns detalhes do acidente nuclear ocorrido em Chernobyl, em 26 de abril de 1986. Esse material foi considerado interessante, pois descreve o esforço humano que fora necessário para o equacionamento do problema, e a construção da estrutura de contenção, *o sarcófago*. Após a exibição do filme, discussões foram realizadas, com o objetivo de conhecer as observações e indagações dos alunos a respeito do ocorrido, e da produção de energia elétrica por meio de centrais nucleares.

Da discussão surgida do filme, os alunos foram questionados quanto ao processo físico de produção de energia elétrica, não somente nas usinas nucleares, mas nas usinas hidrelétricas e termelétricas. Foram, então, realizadas duas aulas teóricas, com o objetivo de discutir o princípio de indução eletromagnética, que fundamenta o funcionamento das turbinas. O efeito fotoelétrico e as células fotovoltaicas foram também o assunto de outra aula. Por fim, discutimos um texto adaptado de Silva e Carvalho (2002), no qual os aspectos sócio-ambientais envolvidos na produção de energia em larga escala são problematizados. Essas atividades de ensino foram estruturadas almejando uma aproximação com a abordagem CTS. Iniciou-se a seqüência de ensino com um problema social relevante, a possibilidade de um acordo entre nosso país e a Argentina para a intensificação da produção de energia elétrica por meio de usinas nucleares nesses países. Em seguida, a questão técnica da produção de energia elétrica através de centrais nucleares, foi discutida, com o auxílio do documentário “O desastre de Chernobyl” (JOHNSON, 2007), ilustrando os riscos sociais e ambientais advindos da energia nuclear.

Para o entendimento do processo de produção de energia elétrica pelas usinas nucleares foram realizadas duas aulas teóricas, nas quais, o princípio de indução

¹ Brasil e Argentina vão criar empresa binacional nuclear. Agência Estado: on-line. Disponível em: http://www.estadao.com.br/economia/not_eco230006,0.htm. Acesso em 10 de outubro de 2008.

² Brasil deverá construir 50 usinas nucleares nos próximos 50 anos, afirma Lobão. Agência Brasil: on-line. Disponível em: <http://www.agenciabrasil.gov.br/noticias/2008/09/12/materia.2008-09-12.2571506263/view>. Acesso em 17 de outubro de 2008.

³ Acordo nuclear entre Brasil e Argentina gera polêmica. Agência Adital: on-line. Disponível em: <http://www.adital.com.br/site/noticia.asp?lang=PT&cod=34921>. Acesso em 17 de outubro de 2008.

eletromagnética fora explorado, o que contribuiu também para estabelecer relações entre as usinas hidrelétricas, térmicas, nucleares, e eólicas, pois, todas utilizam o mesmo princípio físico para a produção de energia elétrica. Uma aula também foi necessária para a discussão da produção de energia elétrica através da luz solar, abordando o efeito fotoelétrico e as células fotovoltaicas.

Discutimos, no encerramento da sequência, um texto adaptado de Silva e Carvalho (2002), no qual os aspectos sócio-ambientais na produção de energia em larga escala são destacados. Segundo Aikenhead (1990 *apud* TEIXEIRA, 2003) as sequências de ensino CTS, devem preferencialmente, partir da prática social, para em seguida discutir as tecnologias envolvidas na problemática, abordar os conhecimentos científicos e voltar e rediscutir o problema social apresentado, assim como as tecnologias. Buscamos, assim, com essa sequência de ensino, guardar fidelidade a esse pressuposto das abordagens CTS.

Procuramos diversificar as metodologias de ensino, utilizando a leitura e discussão de textos jornalísticos, de filmes e de aulas teóricas. Evidentemente essa não foi a diversidade metodológica ideal, mas uma possibilidade dentro das condições existentes. O conteúdo *produção de energia* foi explorado de forma ampla e contextualizado com a dinâmica social. Abaixo segue um quadro com o resumo das atividades realizadas:

Quadro 1 – A sequência de ensino.

Atividade	Duração
Leitura e discussão das notícias	1 aula
Documentário “O desastre de Chernobyl” (JOHNSON, 2006)	3 aulas
Aulas teóricas: Indução eletromagnética	2 aulas
Aula teórica: Efeito fotoelétrico e células fotovoltaicas	1 aula
Leitura e discussão de um texto adaptado de Silva e Carvalho (2002)	1 aula

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

Objetivando a análise de alguns resultados dessa sequência de ensino, coletamos algumas informações, junto aos alunos em dois momentos, um anterior às atividades (pré-teste) e num posterior (pós-teste). Recorremos nesse trabalho, a procedimentos qualitativos de coleta e análise dos dados (BOGDAN e BIKLEN, 1994). O instrumento de coleta dos dados consistiu num questionário composto por duas questões abertas. Metodologia semelhante fora

empregada por Fontes e Cardoso (2006), analisando naquela oportunidade, um curso de abordagem CTS com professores da escola básica em Portugal. O processo analítico pautou-se na técnica de análise de conteúdo nas modalidades de análise de frequências e temática (BARDIN, 2010).

A pesquisa foi realizada com vinte e dois alunos do ensino médio de uma escola pública da cidade de São Paulo participaram de nossa pesquisa. A média de idade dos mesmos era de 17 anos. As atividades de ensino e a coleta de dados foram realizadas no mês de novembro de 2008. O instrumento de coleta de dados foi um questionário, que consistiu em duas perguntas abertas: *Quais as formas de produção de energia elétrica você conhece?* e *Quais os problemas que a produção de energia elétrica pode causar?*

5 ANÁLISE DAS RESPOSTAS

Realizamos a análise de conteúdo das respostas, segundo Bardin (2010), tendo como critério de classificação a abrangência das respostas. Para a primeira questão, “quais as formas de produção de energia elétrica que você conhece?”, optamos por não realizar uma análise mais profunda, pois não há uma grande diferenciação entre pré e pós-teste. Embora reconheçamos que a quantidade de exemplos aumentou, quantitativamente, a qualidade dos exemplos não se alterou. Por ser um tema bastante abordado pela escola, pela mídia, e outras formas de comunicação, inferimos que os conhecimentos prévios, somados às discussões em sala de aula foram suficientes para a compreensão desse ponto. A quantidade de exemplos citados encontra-se na tabela 1, abaixo:

Tabela 1 – Frequências de respostas para a primeira pergunta

Participantes	Pré-teste	Pós-teste
1	4 exemplos	4 exemplos
2	5 exemplos	5 exemplos
3	4 exemplos	4 exemplos
4	3 exemplos	5 exemplos
5	4 exemplos	4 exemplos
6	3 exemplos	3 exemplos
7	4 exemplos	4 exemplos
8	6 exemplos	6 exemplos
9	4 exemplos	4 exemplos
10	1 exemplo	3 exemplos
11	2 exemplos	6 exemplos
12	4 exemplos	3 exemplos
13	8 exemplos	8 exemplos
14	5 exemplos	5 exemplos
15	6 exemplos	6 exemplos
16	3 exemplos	5 exemplos

17	4 exemplos	5 exemplos
18	3 exemplos	4 exemplos
19	4 exemplos	5 exemplos
20	7 exemplos	5 exemplos
21	4 exemplos	4 exemplos
22	2 exemplos	6 exemplos

Fonte: os autores.

Para a segunda questão, “quais os problemas que a produção de energia elétrica pode causar?”, buscamos uma classificação por níveis de abrangência das respostas. As respostas encontram-se na tabela 2, abaixo:

Tabela 2 – Conteúdo das respostas apresentadas para a segunda questão

N	Pré-teste	Pós-teste
1	Acidentes nucleares.	Devastação de grandes áreas naturais; desvio no leito de rios; risco de acidente nuclear.
2	Acidentes nucleares; alterações no curso de rios; poluição do ar.	Desvio do leito de rios; resíduos radioativos; risco de acidentes nucleares; mudança na rota de aves migratórias; devastação de grandes áreas naturais; poluição sonora; poluição do ar.
3	Desperdício de água e queimadas.	Queimadas; Poluição do ar.
4	Falta de água; a morte de animais e vegetais.	Extração de silício; risco de acidentes nucleares.
5	Poluição e desmatamento.	Resíduos radioativos; devastação de grandes áreas naturais; alteração na rota de aves migratórias.
6	Poluição, incêndios e explosões.	<i>Sem resposta.</i>
7	Desmatamento	Extração de silício; resíduos radioativos.
8	Alterações no leito dos rios, desmatamento e morte de animais.	Devastação de grandes áreas naturais; morte de aves migratórias; risco de acidente nuclear; poluição do ar.
9	Diminuir o nível de água; poluir a terra e o ar.	Devastação de grandes áreas naturais; extração de silício; risco de acidente nuclear.
10	Falta de água; incêndios.	Resíduos radioativos.
11	<i>Sem resposta</i>	Consumo de água; resíduos radioativos; poluição do ar; poluição sonora; morte de aves migratórias.
12	Desmatamento; contaminação por radiação.	Desmatamento; poluição; resíduos radioativos; desvio no curso dos rios.
13	Liberação de CO ₂ que prejudica a atmosfera; resíduos radioativos.	Lixo radioativo; desmatamento.
14	Resíduos radioativos; poluição do ar; alterações nos ecossistemas.	Devastação de grandes áreas naturais; poluição do ar; poluição sonora; mudanças nas rotas de aves migratórias; poluição do ar; lixo radioativo; extração do silício.
15	Alterações hidrográficas; desmatamentos; alagamentos; risco de acidente nuclear; poluição do ar	Devastação de grandes áreas naturais; mudanças no ecossistema; poluição do ar; risco de acidente nuclear; poluição sonora.
16	Poluição e falta de alimentos;	Devastação de grandes áreas naturais; poluição do ar; resíduos radioativos.
17	Possibilidade de descargas elétricas em crianças que brincam com pipas.	Extração de silício; falta de água.
18	Mortes por choques; incêndios; explosões.	Risco de acidentes nucleares; devastação de grandes áreas naturais.
19	Liberação de radiação.	Devastação de grandes áreas naturais; poluição sonora; lixo radioativo; transformações no ecossistema.

20	Poluição; prejuízos à fauna e à flora; dispersão de material radioativo; lixo radioativo	Devastação de grandes áreas naturais; poluição do ar; poluição sonora; mortes de aves; risco de acidente nuclear;
21	Desmatamento; desapropriação de moradias.	Produção de CO ₂ pela decomposição de seres vivos;
22	Radiação; enchentes.	Mudanças no curso dos rios; uso do silício; lixo radioativo; poluição do ar.

Fonte: os autores.

Tomamos o cuidado de não mencionar que tipo de problemas seriam esses (sociais, ecológicos, econômicos etc.), no intuito de interferir o mínimo possível no processo de coleta de dados. A análise de conteúdo das respostas nos indicou dois grupos ou categorias. A primeira categoria compreende as respostas mais gerais, em que se colocam respostas como falta de água, incêndio, queimada, desmatamento, que são questões genéricas, sem que tenham uma relação direta com a produção de energia. A essa categoria 1 denominamos *produção de energia como questão socioambiental genérica*.

A segunda categoria compreende as respostas mais específicas, que tenham uma ligação mais estreita com o tema, como desapropriação, mudança no curso dos rios, contaminação, etc.. A essa categoria 2 denominamos *produção de energia como questão socioambiental específica*.

Apresentamos nossa análise na tabela 3, apresentada a seguir. Ressaltamos que tanto no pré-teste quanto no pós-teste, ocorreu que um aluno não respondeu na categoria 1, e outro aluno não respondeu na categoria 2. A porcentagem para o número de alunos foi feita dentro do total de 22 alunos.

Tabela 3: respostas do pré e pós-teste, em quantidade e em porcentagem

	Categoria 1 Quantidade/porcentagem	Categoria 2 Quantidade/porcentagem	Nas duas categorias Quantidade/porcentagem	Total
Pré-teste				
No. de alunos	4 / 18%	8 / 37%	9 / 41%	21
No. de exemplos	19 / 39,5%	29 / 60,5%	Não se aplica	48
Não respondeu	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	1
Pós-teste				
No. de alunos	1 / 4%	15 / 68%	5 / 23 %	21
No. de exemplos	6 / 8,5%	65 / 91,5%	Não se aplica	71

Não respondeu	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	1
---------------	---------------	---------------	---------------	---

Fonte: autores.

Conforme apresentado na tabela 3, temos no pré-teste 48 exemplos. Dentro da categoria 1, temos 39,5% (ou 19 exemplos) enquanto que na categoria 2, temos 60,5% (ou 29 exemplos). Em relação ao número de alunos, 4 alunos responderam todos os exemplos dentro da categoria 1, 9 alunos responderam dentro das duas categorias, e 8 responderam todos os exemplos na categoria 2.

Já no pós-teste, temos 71 exemplos. Dentro da categoria 1, temos 8,5% (ou 6 exemplos) enquanto que na categoria 2, temos 91,5% (ou 65 exemplos). Em relação ao número de alunos, 1 aluno respondeu somente dentro da categoria 1, 5 alunos responderam dentro das duas categorias, e 15 responderam todos os exemplos na categoria 2.

Os dados obtidos nos mostram uma melhoria na qualidade das respostas. Percebe-se essa melhoria observando os dados do número de exemplos, que sobem em quantidade e qualidade no pós-teste. Como se definiria essa melhoria? Através da expressão dos exemplos que realmente se relacionam com a causa, a produção de energia.

No pré-teste temos o aparecimento de algumas respostas ingênuas como “falta de água” ou “descargas elétricas”, que se referem, no primeiro caso, aos problemas de abastecimento e ocupação do espaço, e no segundo, na transmissão de energia até os consumidores. Esse é um indício do sucesso das atividades de ensino, no que se refere à reflexão quanto à problemática da produção de energia em larga escala.

Observamos uma maior elaboração das respostas no pós-teste, com o aparecimento de problemas que não foram citados no momento anterior, inferindo qualidades positivas à abordagem de ensino utilizada. Problemas como a extração de silício, os riscos de acidentes nucleares e poluição sonora são alguns exemplos.

6 CONCLUSÕES

Nesse trabalho discutimos uma seqüência de ensino orientada pelos pressupostos da abordagem CTS para o ensino de Ciências, sobre o tema produção de energia em larga escala. Apresentamos a análise de conteúdo dos dados, colhidos em dois momentos, um anterior às atividades de ensino e num posterior. Eles foram coletados mediante duas questões abertas, relacionadas à produção de energia em larga escala e seus eventuais problemas.

Fica aparente um enriquecimento das respostas à segunda questão, no pós-teste, o que evidencia qualidades positivas do processo de ensino, no que se refere à reflexão das implicações sócio-ambientais da produção de energia em larga escala. Claro, que se espera uma melhoria nas respostas, e, conseqüentemente, no aprendizado dos alunos, por meio de qualquer processo de ensino, porém, a abordagem CTS mostrou sua utilidade não somente no aprendizado de conteúdos científicos, mas, sobretudo, na discussão das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. A qualidade das respostas, mesmo a questões aparentemente simples, melhorou significativamente, tanto na apropriação dos termos quanto na abrangência das respostas, em quantidade, qualidade e amplitude, incluindo novos aspectos, expressados somente no pós-teste.

Esse resultado concorda com as reflexões de Aikenhead (1994), sugerindo as abordagens CTS como eficazes na melhoria da “literatura científica” dos alunos. E com diversos estudos recentes, como (REGO et al., 2007; STRIDER e KAWAMURA, 2008) que apontam a viabilidade dessas abordagens para o ensino de disciplinas científicas na educação básica.

Essa oportunidade, de refletir acerca dos conhecimentos científicos e tecnológicos e suas implicações sociais e ambientais, é destacada na metodologia CTS, como necessária para o aprendizado dos conteúdos e, num sentido correlato, no despertar para o interesse em aprender Ciências. Relembrando o filósofo Russell (2004), o ensino que nada discute se converte em propaganda.

Devido à distância temporal da aplicação dessas atividades e da realização dessa pesquisa, tomamos a liberdade de destacar a importância da existência e permanência desse tipo de discussão na educação básica, sobretudo em tempos de desastres nucleares como o de Fukushima, no Japão, de abandono da energia nuclear, como na Alemanha e de construção de enormes centrais hidrelétricas num cenário de crescimento econômico, como no nosso país. Também ressaltamos que a questão energética encontra-se na base da sociedade contemporânea, e uma compreensão mais aprofundada do assunto certamente atende ao objetivo da educação brasileira: formar um cidadão.

THE BRAZILIAN ELECTRIC ENERGY PRODUCTION CASE: A STS APPROACH IN HIGH SCHOOL EDUCATION

ABSTRACT

This paper presents a teaching approach guided by STS science education. The production in large scale of electric energy was the focus these activities which were realized in one public High School of São Paulo city. The results highlight the improvement of the knowledge of the students in relation of environmental and social aspects. We consider this type of learning activity as important because it is connected to contemporary issues such as the abandonment of nuclear power in Germany, the Fukushima nuclear accident and the construction of large hydroelectric plants in Brazil.

Keywords: STS; education; electric energy production; physics education.

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. Consequences to learning science through STS: A research perspective. In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. **STS Education: International Perspectives on Reform**. Nova Iorque: Teachers College Press, 1994.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2010.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Porto Editora, 1994.

CACHAPUZ, António; GIL-PEREZ, Daniel; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; PRAIA, João; VILCHES, Amparo. (Orgs.). **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CRUZ, Sonia Maria S. C.; ZYLBERSZTAJN, Arden. O evento acidente de Goiânia: experiência de CTS no ensino fundamental. In: VII ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA. 7., 2000, Florianópolis. **Anais...** São Paulo, SBF, 2000, Cd-Rom.

FONTES, A.; CARDOSO, A. Formação de professores de acordo com a abordagem Ciência/Tecnologia/Sociedade. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, n.1, 2006.

JONHSON, T. **O desastre de Chernobyl**. [Filme – DVD]. Produção de Discovery Channel, direção de Thomas Jonhson. EUA, 2006. DVD, 100 minutos.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO; SECRETARIA DA EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, 1999.

RÊGO, R. M.; RÊGO, R. G.; SOUSA, C. M.; ASSIS, C. L.; ALVES, J. P. O ensino de ciências a partir do cotidiano: uma abordagem CTS. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS. 6., 2007, Florianópolis. **Anais...** Belo Horizonte: ABRAPEC, FAE/UFMG, 2007. CD-Rom.

RUSSELL, B. **La educación y el orden social**. Barcelona: Editora Edhasa, 2004.

SANTOS, Lilian C. A. dos. **A Física na Educação Ambiental: a questão do efeito estufa**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, sob orientação da Profa. Dra. Maria Regina Dubeux Kawamura. São Paulo, 2003.

SILVA, L. F.; BOCANEGRA, C. H.; OLIVEIRA, J. K. . A compreensão dos alunos do ensino médio em relação aos aspectos da natureza da ciência. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA. 16., 2005, Rio de Janeiro. **Anais...** São Paulo: SBF, 2005. CD-Rom.

_____. CARVALHO, L. M. A temática ambiental e o ensino de física na escola média: algumas possibilidades de desenvolver o tema produção de energia elétrica em larga escala em uma situação de ensino. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol 24, n. 3, 2002.

_____. A temática ambiental e o ensino de Física na escola média: avaliação do posicionamento dos alunos em relação a aspectos controversos. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA. 9., 2004, Jaboticatubas. **Anais...** São Paulo: SBF, 2004. CD-Rom.

STRIEDER, R.; KAWAMURA, M. R. Abordagem CTS no contexto escolar: reflexões a partir de uma intervenção. XI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 11., 2008, Curitiba. **Anais...** São Paulo: SBF, 2008. CD-Rom.

TEIXEIRA, P., M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S. no ensino de Ciências. **Ciência e Educação**, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003.

Recebido em 18 de janeiro de 2014. Aprovado em 10 de fevereiro de 2014.