

DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL ENTRE ALUNOS DO CURSO PROFISSIONALIZANTE EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO, A PARTIR DO ENFOQUE CTS.

Mauro Sérgio Teixeira Araújo*
Ricardo Formenton**

RESUMO

Este artigo analisa algumas contribuições de abordagens de ensino da Física alinhadas ao movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) para o desenvolvimento de elementos de Educação Ambiental entre alunos do curso profissionalizante em Automação Industrial do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), campus Guarulhos. Entre os objetivos, visamos despertar a conscientização sobre impactos sócio-ambientais advindos da Ciência e Tecnologia (C&T), empregando uma pluralidade de ações pedagógicas envolvendo 108 alunos na disciplina Máquinas Elétricas. Utilizamos a abordagem temática “Fontes de Energia Automotiva”, alavancando reflexões acerca dos impactos da C&T sobre o meio ambiente como aspectos da qualidade de vida e sua relação com sistemas de produção e consumo, efeitos dos processos de produção de energia, bem como impactos ambientais de nossas ações diárias na cidade onde moramos ou trabalhamos.

Palavras-Chave: Ensino Profissionalizante. CTS. Fontes de Energia Automotiva. Educação Ambiental.

ABSTRACT

Development Of Environmental Education Among Students Of The Technical Course In Industrial Automation At The *Instituto Federal De Educação, Ciência E Tecnologia De São Paulo, SP, Based On Sts*
This paper analyzes some contributions given by the teaching of Physics in

* Doutorado em Física pela Universidade de São Paulo - USP. É professor Titular da Universidade Cruzeiro do Sul, lecionando na Graduação e em cursos de Especialização. E-mail: mstaraujo@uol.com.br.

** Mestrado em Ensino de Ciências pela Universidade Cruzeiro do Sul - UNICSUL. É professor no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - IFSP - Campus Guarulhos. E-mail: ricardofor@uol.com.br.

the light of the Science-Technology-Society (STS) movement to the development of Environmental Education elements among students who attend the technical course in Industrial Automation at the *Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo* (IFSP), located on the Guarulhos campus, in São Paulo, SP, Brazil. This study aimed at raising students' awareness of environmental and social impacts resulting from Science and Technology (S&T) by proposing several pedagogical actions to 108 students in the discipline Electrical Machines. The theme "Automotive Energy Sources" led to reflections on the impact of S&T on the environment, such as aspects concerning quality of life and their relation to production and consumption systems, effects of energy production processes and impacts daily actions cause on the city where people live and work.

Key words: Teaching in Technical Schools. STS. Automotive Energy Sources. Environmental Education.

INTRODUÇÃO

Implementar uma proposta de Educação Ambiental (EA) no contexto da disciplina de Física no curso profissionalizante de nível médio em Automação Industrial do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), campus Guarulhos, é um desafio que buscamos enfrentar modernizando as práticas pedagógicas então vigentes para esta disciplina. Como ponto de partida, esta proposta se fundamenta, entre outros aspectos, na ideia de que o bem estar das pessoas não deve se limitar ao acúmulo de bens, exacerbando os processos de produção e consumo, ou mesmo concebendo visões salvacionistas da Ciência e Tecnologia (C&T). Neste sentido, concordamos com Carvalho (2008, p. 154), quando assevera que:

A EA é proposta educativa que nasce em um momento histórico de alta complexidade. Faz parte de uma tentativa de responder aos sinais de falência de todo um modo de vida, o qual já não sustenta as promessas de felicidade, afluência, progresso e desenvolvimento. A modernidade ocidental, da qual somos filhos, apostou todas as suas fichas em uma razão científica objetificadora e no otimismo tecnológico correspondente. Do mesmo modo, fez-nos crer que o bem viver residia no imperativo de acumulação material baseada nos circuitos de trabalho, produção e consumo, dos quais parcelas cada vez maiores da população do planeta estão sendo dramaticamente excluídas [...].

Neste sentido, precisamos buscar alternativas didáticas e metodológicas que possibilitem aos estudantes desenvolver-se de modo a enfrentarem os dilemas sociais, profissionais e ambientais que afetam seus contextos de vida e de profissão, modificando a realidade que os cerca. Atuando desta maneira e valorizando os elementos que permeiam o campo da EA assumiremos nossas responsabilidades enquanto educadores e formadores, agindo em linha com o que assevera Reigota (2008, p. 8) ao afirmar que:

Acredito que nós, que nos dedicamos a pesquisar sobre a educação ambiental, somos mais que pesquisadores/as acomodados e felizes com os eventuais resultados de nossas pesquisas. Se somos mesmos educadores (ambientais ou não), os resultados de nossas pesquisas e análises devem colaborar para o aprendizado coletivo e a intervenção social no cotidiano [...].

O desenvolvimento da EA envolve estimular nas pessoas reflexões internas acerca do entorno social e sobre o meio ambiente natural. Nessa perspectiva, Minguili, Daibem e Romano (2009, p. 92) sustentam um processo dialético de construção e reconstrução da realidade na direção da humanização do homem, pois:

O ser humano é um ser de relações consigo mesmo, com os outros e com a natureza. Nesse processo de relação dialética, o homem vai se construindo à medida que constrói a realidade; ambos estão em movimento de construção e autocriação. A esse processo de construção humana (humanização), damos o nome de educação. Ela pode ocorrer por intermédio de processos informais e ou processos formais que se constroem nas instituições educativas-escolas.

A construção de conhecimentos em torno da temática ambiental tem chamado a atenção para a necessidade de uma educação capaz de fomentar posições socialmente responsáveis, de modo a questionar ações que agridem o meio ambiente, dentre as quais se destaca a produção de energia para uso da sociedade. Decorre daí a importância das discussões desses temas também na Educação Profissional, onde reflexões críticas sobre o papel da técnica e da tecnologia necessitam comportar o desenvolvimento de uma visão de mundo para além dos conteúdos específicos necessários ao desempenho de uma profissão (SOUZA; GALIAZZI, 2012).

Assim, nosso entendimento converge ao de Nascimento Junior (2009) quando ressalta que a preocupação com a natureza envolvendo questões de conservação, biodiversidade, poluição e devastação de ecossistemas tem preocupado o cotidiano de muitos cidadãos.

FUNDAMENTOS, PRINCÍPIOS E OBJETIVOS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

No Brasil, os fundamentos, os princípios e os objetivos da Educação Ambiental estão regidos pela lei 9.795 da Presidência da República, de abril de 1999 (BRASIL, 1999). Os fundamentos da EA são ressaltados nesta lei em seu artigo 1º, que estabelece:

Entende-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

Por sua vez, os princípios básicos da EA estão presentes no artigo 4º da referida lei, onde é ressaltada a importância da promoção de um enfoque humanista e participativo, apoiado em um pluralismo de ideias e concepções pedagógicas como estratégia para EA, garantindo um encaminhamento educacional que relaciona o meio natural, o sócio-econômico e o cultural sob enfoque da sustentabilidade. Além destes aspectos, valorizamos na abordagem empreendida em nossas intervenções com os alunos “a vinculação entre a ética, a educação, o trabalho e as práticas sociais”, tendo em vista o caráter profissionalizante do curso em questão.

Os objetivos fundamentais da EA, delineados na lei 9.795, estabelecem claramente em seu artigo 5º a intenção de fortalecimento do exercício da cidadania por meio da defesa da qualidade ambiental e “o estímulo e o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social”. Neste sentido, buscamos estimular ações na direção de desenvolvimento de posições e atitudes solidárias, hoje e sempre, com justiça e responsabilidade social, valores que foram contemplados em nossa proposta formativa.

No que se refere ao Curso Técnico em Automação Industrial do IFSP, campus Guarulhos, a preocupação com a natureza fica

evidente no Projeto Político de Curso (PPC) quando aponta para o atendimento às Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho (NR), incluindo aqui a NR 9 que estabelece a obrigatoriedade de proteção do meio ambiente e dos recursos naturais. Assim, o desenvolvimento da percepção das consequências do conhecimento técnico-científico para a sociedade e para o meio ambiente faz parte da formação profissional pretendida no IFSP.

Portanto, pensando nessa perspectiva de formação, nesta pesquisa são realizadas ações pedagógicas relacionadas ao movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que vão ao encontro do próprio PPC do IFSP, campus Guarulhos, e em sintonia com a NR 9 (1990, p. 1), na medida em que essa estabelece:

A obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte de todos os empregados e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA, visando à preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e conseqüente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, tendo em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais.

Entendemos, assim, que a proposta de formação profissional do IFSP considera a relevância de se disseminar conhecimentos sobre questões que afetam o meio ambiente, podendo promover gradualmente, conforme indica Santos (2005), mudanças culturais, científicas, tecnológicas e sociais na direção do desenvolvimento da educação científica socialmente responsável, incorporando novas perspectivas de atuação profissional. Concomitantemente, uma formação para além dos conteúdos específicos de Física é respaldada por Auler (2003, p. 4) quando este argumenta que:

[...] entende-se que a educação em Ciências/Física deve, também, propiciar a compreensão do entorno da atividade científico-tecnológica, potencializando a participação de mais segmentos da sociedade civil, não apenas na avaliação dos impactos pós-produção, mas, principalmente, na definição de parâmetros em relação ao desenvolvimento científico-tecnológico. Participando, dessa forma, no direcionamento, ou seja, na definição da agenda de investigação.

O estudo das diversas fontes de energia automotiva, bem como as perspectivas de desenvolvimento de combustíveis alternativos, é um campo de vasta discussão e interesse geral, propiciando questionamentos que envolvem um amplo leque de relações entre Ciências, Tecnologia e Sociedade (CTS), intimamente ligadas a questões do meio ambiente natural. Reflexões nessa direção oferecem oportunidades de estudos relativos, por exemplo, ao aquecimento global por efeito estufa decorrente do uso de combustíveis fósseis, bem como outros aspectos relacionados aos impactos socioambientais e interesses político-econômicos relacionados com as diferentes fontes de energia.

Considerando a natureza técnica dos cursos oferecidos no IFSP, entendemos que é adequado abordar as relações CTS em uma perspectiva sócio-ambiental e de educação científica e tecnológica, ampliando a consciência dos estudantes ao atuarmos em sintonia com as ideias de Auler e Delizoicov (2001, p. 4):

O desenvolvimento científico-tecnológico não pode ser considerado um processo neutro que deixa intactas as estruturas sociais sobre as quais atua. Nem a Ciência e nem a Tecnologia são alavancas para a mudança que afetam sempre, no melhor sentido, aquilo que transformam. O processo científico e tecnológico não coincide necessariamente com o progresso social e moral. A ideia de que os problemas hoje existentes, e que vierem a surgir, serão automaticamente resolvidos com o desenvolvimento cada vez maior da CT, estando a solução em mais e mais CT, está secundarizando as relações sociais em que essa CT é concebida.

Encontramos nas reflexões da comissão NSTA (National Science Teachers Association) um referencial inspirador para os objetivos dessa proposta e, neste sentido, elegemos 5 características dos programas CTS, dentre as 11 possíveis (CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2006): 1) A identificação de problemas sociais relevantes para os estudantes e de interesse e impacto local ou mundial; 2) A extensão da aprendizagem para além do período de aula, da sala e da escola; 3) A visão de que o conteúdo científico vai além do conjunto de conceitos que os estudantes devem dominar para resolver provas ou exames; 4) A identificação da orientação vocacional para as carreiras científicas e técnicas; 5) A cessão de autonomia aos estudantes durante o processo de aprendizagem.

Sobre a presença da problemática ambiental na base do movimento CTS, ressaltamos as argumentações de Moraes e Araújo (2012, p. 56) quando afirmam que:

A crescente preocupação com os problemas sócio-ambientais decorre da percepção nítida do agravamento dos problemas relacionados aos processos de interação do homem com os ambientes urbanos e naturais. Por sua vez, podemos afirmar que a problemática ambiental esteve presente desde o início das atividades que resultaram no movimento CTS. No âmbito deste movimento relacionado com o ensino de Ciências essa preocupação se materializa e toma corpo [...].

Desta forma, destacamos que debates sobre questões que envolvem problemas relacionados ao meio ambiente tem vinculação íntima com o movimento CTS, tornando-se parte integrante das reflexões que o movimento promove, uma vez que a dimensão ambiental pertence à própria gênese do referido movimento.

OBJETIVOS E PROBLEMÁTICA DA PESQUISA

Essa pesquisa visa analisar alguns aspectos de desenvolvimento humano que pressupõem uma educação científica solidária, capaz de pensar a vida coletivamente com sabedoria, tendo entre seus objetivos: a) Desenvolver elementos de educação ambiental tendo por base a temática das fontes de energia automotiva, abordadas em uma perspectiva sócio-ambiental e de desenvolvimento sustentável; b) Desenvolver a percepção de que conteúdos específicos da Física ultrapassam os limites da escola, contribuindo para o desenvolvimento de uma visão ampliada acerca das influências da Ciência e da Tecnologia para o contexto de vida dos estudantes e para o conjunto das atividades da sociedade; c) Aprimorar os processos de ensino e de aprendizagem em Física realizados no IFSP, campus Guarulhos, por intermédio do enfoque CTS aproximando estes processos do que estabelece seu atual PPC.

Em linha com esses propósitos, Silva e Carvalho (2002, p. 342) apontam para a relevância de inserção destas abordagens nos currículos escolares, asseverando que:

Essa relação entre Ciência e Tecnologia, aliada à forte presença da tecnologia no cotidiano das pessoas, já não pode ser ignorada no

ensino de Ciências, e sua ausência aí é inadmissível. Considera-se, ainda, os efeitos da ciência/tecnologia sobre a natureza e o espaço organizado pelo homem, o que leva a necessidade de incluir no currículo escolar uma melhor compreensão do balanço benefício-malefício da relação ciência-tecnologia.

Portanto, visando atingir os objetivos delineados nesta proposta, norteamos nossas ações investigativas buscando obter respostas para a seguinte questão de pesquisa: **Quais contribuições o ensino de Física pode propiciar para o desenvolvimento de uma educação ambiental entre alunos de um curso profissionalizante, tendo em vista uma abordagem temática realizada em sintonia com as reflexões do movimento CTS?**

Neste percurso em que buscamos melhorar os processos de ensino e de aprendizagem de Física disponibilizados no curso profissionalizante, procuramos empregar o enfoque CTS a partir de uma discussão temática.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA PARA O DELINEAMENTO DAS METODOLOGIAS DE ENSINO

Nossas ações metodológicas estão alicerçadas fundamentalmente em Lev Semenovick Vygotsky pois, na perspectiva histórico-cultural, a educação é desenvolvida por todos envolvidos no processo de educação científica.

Inicialmente, é oportuno esclarecer a abrangência do significado da palavra “conceito” descrito por Vygotsky (2000, p. 246) que é o ponto de partida para um desenvolvimento abrangente:

Um conceito é mais do que uma soma de certos vínculos associativos formados pela memória, é mais do que um simples hábito mental; é um ato real e complexo de pensamento que não pode ser aprendido por meio de simples memorização.

Para Vygotsky (2000), a formação de conceitos pelas pessoas é parte fundamental do desenvolvimento humano, desenvolvimento esse que necessita do exercício do pensamento, das ideias e das reflexões. É essa formação de conceitos pelos indivíduos, apoiada

essencialmente no pensamento e na linguagem, que alicerça as ações que realizamos na direção da educação ambiental de alunos de um curso profissionalizante em Automação Industrial. Nessa perspectiva de formação de conceitos, coube-nos o desafio do deslocamento do conceito de tecnologia para além da técnica, conforme enfatizam Souza e Galiazzi (2012, p. 75):

Constitui-se como desafio ao docente da Educação Profissional questionar a lógica hegemônica, buscando fortalecer a racionalidade ética frente racionalidade tecnológica, ou seja, priorizar o ser humano sobre as relações de mercado e sobre o fortalecimento da economia. Cumpre também, deslocar o conceito de tecnologia como técnica, isto é, apenas como aplicação sistemática de conhecimentos científicos, para o conceito de tecnologia como construção social, produção, aplicação e apropriação das práticas, saberes e conhecimentos, visando a uma formação crítica, reflexiva e orientada pela responsabilidade social.

Com relação à formação de conceitos, Vygotsky (2000) procura compreender as pessoas considerando inicialmente o Estágio Inferior de desenvolvimento humano quando ocorre manifestação de Conceitos Espontâneos. Estes Conceitos Espontâneos decorrem do conhecimento proveniente da experiência pessoal de cada indivíduo e da observação do dia a dia, sendo importantes na medida em que posteriormente possibilitam ancorar os Conceitos Científicos que, por sua vez, estão mais ligados ao conhecimento que se adquire, preferencialmente, nos ambientes escolares, apresentando agora um caráter científico (VYGOSTSKY, 2000).

A proposta de encaminhamento para a formação de Conceitos Científicos por parte dos estudantes encontra ressonância com o Projeto de Desenvolvimento Institucional (PDI) do IFSP, quando este pretende que os alunos ampliem a sua capacidade de reflexão acerca dos possíveis impactos dos desenvolvimentos científico e tecnológico para as pessoas e para o meio ambiente.

Para dar a real dimensão dos equívocos causados por decisões pautadas em um Conceito Espontâneo, vejamos dois exemplos que entendemos serem oportunos:

a) O incentivo ao consumo ilimitado de aparelhos como celulares e computadores, que geram significativa quantidade de lixo em

seu descarte, ocasionando sérios problemas ambientais. Para Angotti e Auth (2001) é preciso combater a geração de lixo de toda espécie compreendendo como e por que é gerado, quem se beneficia dos comportamentos consumistas e quem se prejudica com o mesmo, visto que apenas reciclar não é suficiente. Complementarmente, Dagnino (2004) ressalta ainda o consumismo exacerbado e o obsoletismo planejado de bens como características da estrutura capitalista vigente, contrapondo, entre vários aspectos, a almejada justiça social e a sustentabilidade ambiental; b) O desenvolvimento de motores de combustão interna que utilizam combustíveis fosseis prioritariamente, gerando gases de efeito estufa e contribuindo para o aquecimento global.

Em sintonia com o exposto, Freire (2007) ressalta que nem todo progresso científico e tecnológico corresponde fundamentalmente aos interesses humanos. Desta forma, é nossa pretensão proporcionar aos estudantes reflexões que os levem a compreender que mais C&T não implica, necessariamente, melhoria nas condições ambientais e nem tão pouco para a vida da maioria das pessoas. Apesar do curso de Automação Industrial conter um encaminhamento para o desenvolvimento especializado da C&T, evitamos o ensino acadêmico baseado na proposta positivista que sugere que tudo deve ser explicado e resolvido pela ciência, inibindo, desta forma, as iniciativas dos indivíduos, isolando-os de seu meio e de si mesmo (NASCIMENTO JUNIOR, 2009).

Exemplificando esse pensamento, Auler e Delizoicov (2001) ressaltam que para reduzir/acabar com a fome é necessário produzir alimentos em qualidade e quantidade e neste aspecto a C&T podem contribuir significativamente. Contudo a C&T não possuem nenhum mecanismo que garanta a sua distribuição. Para isso ocorrer adequadamente, há outras dimensões a serem consideradas, de modo que apenas a ampliação da C&T não representa a efetiva superação dos problemas apontados.

AS AÇÕES METODOLÓGICAS REALIZADAS NO PROCESSO DE ENSINO

Inicialmente buscamos identificar as percepções dos alunos a respeito de algumas relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade vinculadas ao meio-ambiente, seguindo sugestão de Acevedo et al. (2002).

Neste sentido, quatro questões foram analisadas, sendo que para as três primeiras, foram oferecidas sete possíveis respostas: 1 - Concordo plenamente; 2 - Concordo em grande parte; 3 - Concordo um pouco ou tendo a concordar; 4 - Discordo um pouco ou tendo a discordar; 5 - Discordo em grande parte; 6 - Discordo plenamente; 7 - Não sei opinar. Na quarta questão foram apresentadas cinco possibilidades de resposta com livre escolha por uma única alternativa.

Cabe ressaltar que buscamos evitar memorizações vazias de significado sobre questões ambientais e, para isto, planejamos atividades que estimulassem os alunos a pensar com autonomia, pois o ensino direto de conceitos sempre se mostra impossível e pedagogicamente estéril (VYGOTSKY, 2000). Portanto, logo após a identificação dos pensamentos iniciais dos estudantes, aplicamos várias intervenções metodológicas: a) Aulas expositivas: Abordamos algumas reflexões entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio-Ambiente, mesclando com os conteúdos específicos da disciplina: Fundamentos de Motores e Geradores Elétricos. As aulas expositivas economizam tempo, suprem a falta de referências e ajudam na compreensão de assuntos complexos (LOPES, 2008); b) Pesquisa em Grupos: A abordagem temática sobre “Fontes de Energia Automotiva” foi definida e alicerçada metodologicamente na proposta que considera que a base da educação na escola é a pesquisa, não propriamente a aula, ou o ambiente de socialização, ou a ambiência física, ou ainda um mero contato entre professor e alunado (DEMO, 2007); c) Seminários: O seminário é uma técnica de ensino socializado em que alunos se reúnem em grupo com o objetivo de estudar, investigar e discutir um ou mais temas, sob a direção do professor. Nesta etapa, a participação do professor deixa de ser central, pois este apenas dirige e coordena o processo (VEIGA, 2008).

Para subsidiar a preparação dos seminários, os alunos foram divididos em grupos e orientados a escolher livremente um entre dez artigos propostos. A abordagem de cada tema foi oralmente explanada, focando a objetividade dos assuntos frente aos colegas de classe, apresentando ao final uma síntese escrita. O tempo das apresentações, previamente estabelecido, girou em torno de 20 minutos, constituindo argumentação e material fundamental para a realização do debate posterior. Os artigos propostos foram:

– Oito artigos¹ focados nas relações CTS, almejando o desenvolvimento de valores e atitudes adequados como, por exemplo, analisar um desenvolvimento científico-tecnológico na perspectiva de suas implicações sócio-ambientais;

– Dois artigos² tratando especificamente sobre questões do Meio Ambiente, envolvendo estudos, análises, discussões e dados numéricos científicos.

d) Debate: A sala foi organizada e assim dividida: de um lado, um grupo defendendo o uso de combustíveis fósseis e, do outro, um grupo defendendo o uso de combustíveis alternativos. Vale ressaltar que o papel do debate é promover a confrontação de diferentes pontos de vista (CASTANHO, 2008). Continua a autora enfatizando que, em síntese, o debate é uma competição intelectual decorrente de informações resultantes de estudos bibliográficos, de campo e de experiências das mais variadas.

Sobre a dinâmica do debate, as orientações gerais para uso de argumentos, réplica e tréplica, mediado pelo professor, pretendiam estimular os alunos a estabelecerem conexões com consumo, produção de alimentos, emprego, saúde pública, derretimento de geleiras, desmatamento de florestas, aquecimento global, contaminações e outras questões sócio-ambientais relevantes;

e) Experimentação: Estando atento ao potencial transformador de uma metodologia pautada no ensino da Física que envolve a fabricação de objetos tecnológicos (ANGOTTI et. al, 2001), propomos duas atividades práticas relativas ao tema abordado, que constituíram as fases desta etapa metodológica: 1- Construção de espira girante mergulhada em campo magnético uniforme para observação do fenômeno da força magnética, base da construção dos

¹ ((1) Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação (ANGOTTI e AUTH, 2001); 2) Educação em Física: Discutindo ciência, tecnologia e sociedade (ANGOTTI et al., 2001); 3) Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro (AULER e BAZZO, 2001); 4) Alfabetização Científico-Tecnológico: um novo “paradigma”? (AULER, 2003); 5) Educação tecnológica contextualizada, ferramenta essencial para o desenvolvimento social brasileiro (COLOMBO e BAZZO, 2006); 6) Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (SANTOS e MORTIMER, 2000); 7) Alfabetização Científico-Tecnológica para que? (AULER e DELIZOICOV, 2001); 8) Ciência, Tecnologia e Sociedade: A relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio (PINHEIRO et al., 2007).

² 9) Discussões Acerca do Aquecimento Global: Uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula (VIEIRA e BAZZO, 2007); 10) A análise do efeito estufa em textos para-didáticos e periódicos jornalísticos (XAVIER e KERR, 2004).

motores elétricos modernos; 2- Construção de um carrinho acionado a rádio frequência, movido a baterias recarregáveis por tomada elétrica ou placas fotovoltaicas (FV) de silício.

Entre as discussões geradas pelas possíveis escolhas tecnológicas entre uma fonte ou outra de energia automotiva, esbarramos em obstáculos não apenas técnicos quando, por exemplo, não conseguimos captar energia solar em quantidade suficiente para suprir as necessidades das pessoas, mas também em reflexões políticas que envolvem interesses de grupos privados e estatais, que dominam a extração e distribuição de petróleo e seus derivados no Brasil e no mundo. Deste modo, concordamos com Auler e Delizoicov (2001, p. 6) quando descrevem a real motivação presente no desenvolvimento tecnológico:

O avanço tecnológico não opera por si mesmo. As mudanças acontecem porque favorecem grupos, sendo que outros grupos oferecem resistências. Influem no desenvolvimento tecnológico, condições econômicas, políticas e sociais, assim como organizações estatais e privadas.

Por outro lado, estamos de pleno acordo com Dagnino (2007) quando ressalta que a Política Científica e Tecnológica (PCT) deveria internalizar variáveis ambientais minimizando impactos na saúde do trabalhador e dos cidadãos, colocando estes como beneficiários dos processos e produtos gerados pela atividade tecnológica e científica.

Assim, os impactos ambientais poderiam ser diminuídos com o uso da energia solar que é a principal fonte energética da Terra, uma vez que ela é responsável por mais de 99% do valor energético encontrado em nosso planeta, decorrendo da mesma os combustíveis fósseis e vegetais, a biomassa, as energias hidráulica e eólica, entre outras (RUIZ et al., 1995). Apesar da sociedade ainda não dispor da energia solar em larga escala, podemos observar que ocorreram avanços no desenvolvimento de materiais fotovoltaicos (FV) de baixo custo e eficiências de quase 30% foram alcançadas (HINRICHS; KLEINBACH, 2009).

Quanto ao emprego aqui realizado de um pluralismo metodológico na condução das atividades didático-pedagógicas

podemos afirmar que se trata de uma recomendação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), pois incentiva as interações humanas no processo de educação científica, abrindo espaço para que novos conhecimentos sejam adquiridos, privilegiando o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal - ZDP (VYGOTSKY, 2000).

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E SUAS ANÁLISES

Neste trabalho buscamos contemplar os cinco aspectos da NSTA que, prioritariamente, relacionam-se com a dimensão CTS que trata da influência da Ciência e Tecnologia na Sociedade – meio ambiente. As legendas presentes nas figuras (gráficos) indicam as ações pedagógicas “antes da metodologia” e “depois da metodologia” de ensino utilizada em sala de aula.

O primeiro questionamento trata sobre processos de produção de energia que ocasionam algum tipo de prejuízo ao meio ambiente. Observando o perfil de respostas dos alunos apresentado na figura 1 a seguir, consideramos duas análises possíveis:

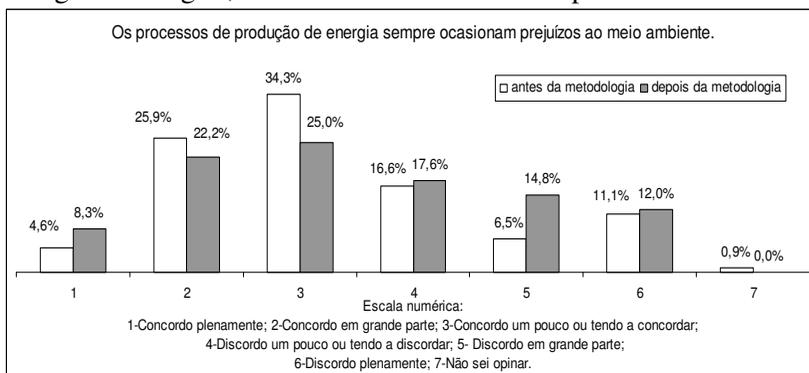


FIGURA 1 – Os processos de produção de energia sempre causam prejuízos ao meio ambiente

a) A primeira análise reflete que não avançamos satisfatoriamente na direção de uma melhor conscientização dos alunos. Essa posição é ratificada, quando consideramos as diversas fontes de geração de energia, mencionando que a energia obtida mediante recursos combustíveis tende a criar mais problemas que a que se obtém com recursos de outra natureza (RUIZ et al., 1995), ou seja, todo e qualquer processo de produção de energia resulta em

algun prejuízo ao meio ambiente; b) Uma segunda análise aponta que este comportamento deve-se ao fato de uma possível comparação feita entre a geração de energia automotiva proveniente de combustíveis fósseis relativamente à geração por fontes alternativas. Nesse aspecto comparativo (origem fóssil x origem alternativa), acreditamos que o padrão de respostas da figura 1 indica uma pequena melhora de parte dos alunos que fontes de energia de origem fóssil são mais prejudiciais à sociedade e ao meio ambiente que os originários de outras fontes.

A segunda questão (figura 2) remete-nos a reflexão sobre a percepção dos alunos sobre as ligações entre a qualidade de vida das pessoas e a quantidade de produção e de consumo de produtos em geral. Nosso propósito estava em refletir sobre os prós e contras que envolvem os dois lados da questão: *quantidade de produção e consumo x qualidade de vida das pessoas*.

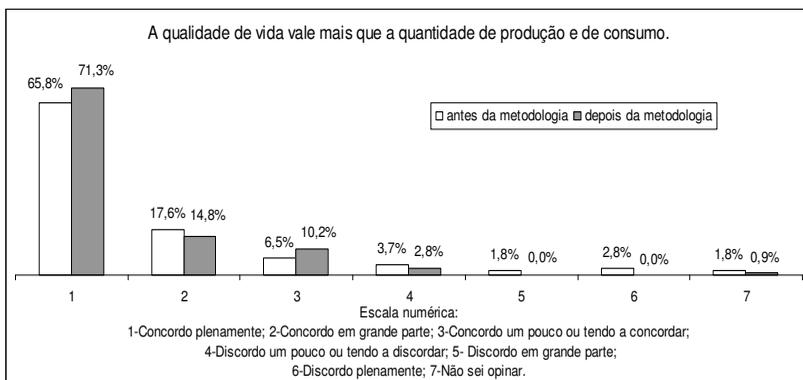


FIGURA 2 – A qualidade de vida vale mais que a quantidade de produção e de consumo.

É oportuno resgatar os argumentos de Santos (2005, Tomo I, p. 128) quando propõe um encaminhamento educativo atento aos acontecimentos do mundo, pertinentes a uma boa escola contemporânea, salientando que:

Numa escola atenta ao pulsar do mundo contemporâneo não podem ser ignorados temas como: educação para o desenvolvimento sustentável; educação para a paz; educação para a comunicação; educação cívica; educação para o consumidor;

educação para a informação; educação inter/multicultural; educação para os direitos humanos.

Assim, analisando os argumentos da autora quando ressaltam a importância da “educação para o desenvolvimento sustentável” e “educação para o consumidor” em uma escola contemporânea, percebemos que o perfil de respostas apresentado pelos alunos na figura 2 sinaliza ter sido possível estabelecer algum avanço nesse pensamento, ampliando uma tendência inicial que já era bastante clara de que a qualidade de vida vale mais que a quantidade de produção e de consumo.

O seguinte questionamento (figura 3) promove reflexões amplas sobre as ligações entre a vida diária dos alunos nas cidades onde moram, com possíveis problemas ambientais globais. Essa questão pretende despertar a percepção que nossas vidas diárias, nossas ações na cidade onde moramos ou trabalhamos, contribuem para os problemas ambientais globais, uma vez que nossas atitudes geram repercussões como, por exemplo, o lixo que geramos e que necessita ser descartado e direcionado adequadamente.

Concordamos com Santos (2005, p.109) que “a educação cidadã em termos ambientais deve ter em conta o conhecer e o agir dos sujeitos e de grupos sociais frente a questões ambientais em uma dada conjuntura sócio-política” auxiliando, portanto, o aluno no desenvolvimento de valores a partir de uma análise de suas próprias ações.

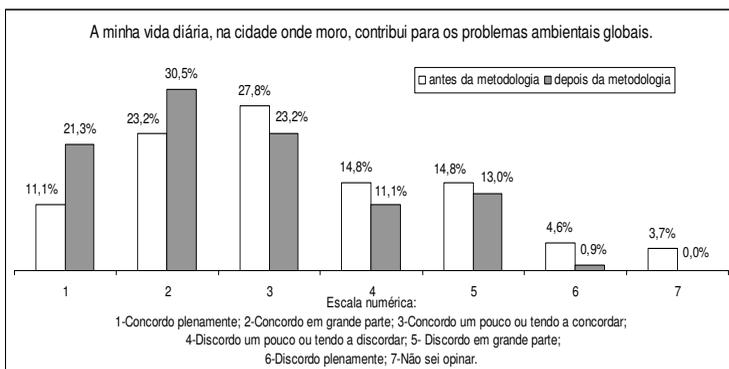


FIGURA 3 – A minha vida diária, na cidade onde moro, contribui para os problemas ambientais globais.

Analisando assim o perfil de respostas dos alunos da figura 3, consideramos que ampliamos a conscientização desta idéia na maioria dos alunos. Acreditamos que isto foi possível por meio de reflexões geradas, principalmente, a partir das apresentações dos seminários e do debate entre os grupos na sala de aula.

A próxima questão abordada pretendeu estimular reflexões sobre o fórum adequado para encaminhamentos de questões ambientais.

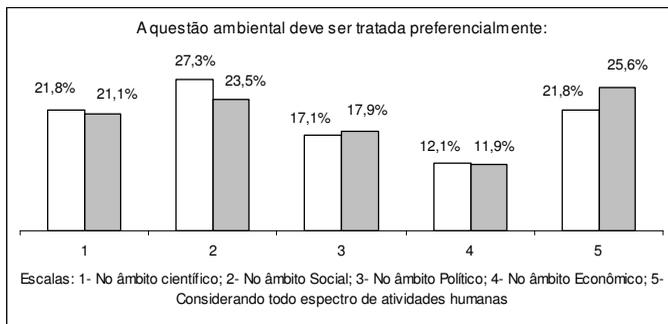


FIGURA 4 – A questão ambiental deve ser tratada preferencialmente.

Analisando o comportamento das respostas dos alunos ilustrado na figura anterior, entendemos ter avançado, ainda que modestamente, na maior conscientização sobre a questão proposta, pois apenas parte dos alunos percebeu mais nitidamente que a questão ambiental é responsabilidade de todas as pessoas, devendo ser tratada sob diferentes perspectivas e âmbitos, sendo essa a alternativa que apresentou maior crescimento.

Em termos gerais, considerando o conjunto de respostas observado e as modificações identificadas, acreditamos ter contribuído para a sedimentação da capacidade crítica dos alunos em perceber que assuntos relativos a questões ambientais necessitam de ampla discussão, envolvendo vários setores da sociedade (SILVA; CARVALHO, 2002).

CONCLUSÕES

Os resultados apresentados nesta pesquisa permitem afirmar que as abordagens e as metodologias de ensino empregadas, envolvendo relações CTS intimamente ligadas ao meio ambiente,

possibilitaram a superação de um ensino propedêutico, alavancando discussões e promovendo avanços em direção à almejada educação científica em uma perspectiva ambiental.

Tal encaminhamento de educação ambiental permitiu aos estudantes desenvolverem novos conhecimentos, compreendendo melhor alguns aspectos relevantes relacionadas ao desenvolvimento científico e tecnológico, com ênfase nas consequências do uso de uma ou outra fonte de energia automotiva para o ambiente e para a sociedade.

Por meio da abordagem temática contextualizada, propiciamos alguns avanços nos pensamentos dos alunos acerca de idéias que envolvem importantes relações CTS e meio ambiente, com destaque para os seguintes aspectos: a) Ampliou-se moderadamente a conscientização dos aprendizes para o fato de que a qualidade de vida vale mais que a quantidade de produção e de consumo (figura 2), pois ressaltamos a importância da “educação para o desenvolvimento sustentável” e “educação para o consumidor”. Vale ressaltar ainda que essa problematização da qualidade x quantidade passa pela noção de eficácia e de competitividade dos processos produtivos, cabendo algumas reflexões para aprimoramento futuro do processo de desenvolvimento dos alunos do curso profissionalizante, conforme Souza e Galiazzi (2012) destacam: “Quem produz “qualidade” trabalha/vive com “qualidade”? A que custo se obtêm a qualidade e a produtividade?”; b) O desenvolvimento da percepção que nossas vidas diárias e nossas ações na cidade onde moramos ou trabalhamos contribuem para os problemas sociais e ambientais globais (figura 3); c) Houve pequena ampliação da conscientização de que a questão ambiental deve ser tratada considerando todo o espectro de atividades humanas (figura 4), assim como também, foi menor que a desejada a modificação no padrão de respostas acerca dos processos de produção de energia sempre ocasionam prejuízos ao meio ambiente (figura 1), o que indica a necessidade de que essas questões sejam tratadas com maior amplitude e aprofundamento.

Portanto, no geral, a partir das intervenções realizadas entendemos ter contribuído para capacitar os estudantes a compreenderem e enfrentarem os problemas da sociedade e do meio ambiente, desenvolvendo atitudes e valores individuais ou coletivos

relacionados a C&T, uma vez que proporcionamos reflexões mostrando que é possível despertar os estudantes para o exercício da educação ambiental.

Acreditamos que, apesar de algumas eventuais falhas na abordagem oferecida, a formação profissional propiciada no IFSP poderá tornar os alunos mais aptos a atuarem de modo responsável e preocupados em oferecer benefícios para a sociedade em que vivem, principalmente no que diz respeito a assuntos que envolvem C&T e que naturalmente farão parte de seu ambiente de trabalho.

As reflexões da NSTA que caracterizam os programas CTS, citadas por Cruz e Zylbersztajn (2006), permearam todas as etapas deste trabalho acadêmico, na medida em que, por exemplo, podemos afirmar que como parte inerente à nossa proposta pedagógica procuramos identificar problemas sociais relevantes para os estudantes do curso técnico em Automação Industrial e que apresentam interesse e impacto tanto local quanto mundial.

Quanto à orientação vocacional para carreiras científicas e técnicas, ao abordarmos na disciplina Máquinas Elétricas o tema Fontes de Energia Automotiva sob o enfoque CTS, acreditamos ter facilitado aos alunos a percepção do quanto é desafiadora, diversa e complexa a carreira científica e tecnológica atualmente.

Concedemos uma significativa dose de autonomia aos estudantes durante o processo de aprendizagem, facilitando a consolidação de uma noção, ainda que parcial, da complexidade das questões abordadas.

Acreditamos, complementarmente, ter contribuído para uma educação capaz de possibilitar aos indivíduos assumirem posturas mais críticas e responsáveis na sociedade onde vivem e atuam, pois compreendemos a importância da Ciência e da Tecnologia na vida diária das pessoas, principalmente com relação a decisões e caminhos que a sociedade pode tomar (KRASILCHIK; MARANDINO, 2007).

Ao estimularmos a ampliação da visão dos estudantes para além dos conteúdos de Física programados para uma disciplina do curso técnico, acreditamos ter semeado uma concepção educacional que poderá alicerçar a formação profissional proporcionada na instituição, em uma perspectiva de independência e capacidade crítica de pensamento, pretendendo formar cidadãos capazes de efetuar uma leitura ampliada do mundo, com a pretensão de

transformá-lo para melhor (CHASSOT, 2006).

Deste modo, acreditamos ter respondido satisfatoriamente a questão de pesquisa que norteou este trabalho, tendo em vista que as ações metodológicas auxiliaram na formação profissionalizante dos alunos. De uma forma geral, houve ampliação do nível de consciência e posicionamento crítico frente a conhecimentos técnicos e científicos, em decorrência da abordagem temática, amparada no uso de pluralismo de ações pedagógicas que visaram enfatizar importantes relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade, envolvendo aspectos inerentes ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ACEVEDO, J. A. et al. Actitudes y creencias CTS de los alumnos: su evaluación com el cuestionario de opiniones sobre ciência, tecnologia y sociedad. *Organización de Estados Iberoamericanos*, n. 2, jan./abr. 2002. Disponível em: <<http://www.oei.es/revistactsi/numero2/varios1.htm>> Acesso em: 1 mar. 2013.

ANDALOUSSI, K. E. *Pesquisas-Ações: Ciências-Desenvolvimento-Democracia*. Tradução: Michel Thiollent. São Carlos: EdUFSCar, 2004.

ANGOTTI, J. A. P.; AUTH, M. A. Ciência e Tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. *Revista Ciência & Educação*, v.1, n.7, p. 15-27. 2001. Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/cienciaeducacao/viewissue.php?id=21>> Acesso em: 1 jan. 2013.

ANGOTTI, J. A. P.; BASTOS, F. P.; MION, R. A. Educação em Física: Discutindo Ciência, Tecnologia e Sociedade. *Revista Ciência & Educação*, v.7, n. 2, p. 183-197. 2001. Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/cienciaeducacao/viewissue.php?id=22>> Acesso em: 10 jan. 2013.

ARRUDA, S. M.; LABURÚ, C. E. Considerações sobre a função do experimento no ensino de ciências. In: NARDI, R. (Org.). *Questões atuais no ensino de ciências*. 2. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2009, p. 59-66.

AULER, D. Alfabetização Científica-Tecnológica: Um Novo “Paradigma”? *Revista Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, v.5, n. 1, p. 01-16, mar. 2003. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/issue/view/8/showToc>> Acesso em: 10 jan. 2013.

AULER, D. ; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científica-Tecnológica para que? *Revista Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, v.3, n.2, p. 01-13, jun. 2001. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/issue/view/5/showToc>> Acesso em: 10 jan. 2013.

BRASIL. Presidência da República-Casa Civil. *Política Nacional de Educação Ambiental*. Brasília 1999. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm> Acesso em 03 mar. 2014.

_____. Ministério do Trabalho. *Normas Regulamentadoras*. Brasília 2013. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/legislacao/normas-regulamentadoras-1.htm>> Acesso em 01 jun. 2013.

_____. Ministério da Educação - Diário Oficial da União: *Plano de Desenvolvimento Institucional do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo*, Brasília: Lei nº 11.892. 2008. Disponível em: <<http://www.ifsp.edu.br/index.php/documentos-institucionais/pdi.html>> Acesso em: 10 mar. 2013.

_____. Ministério da Educação. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, campus Guarulhos. *Projeto Político do Curso Técnico em Automação Industrial*. São Paulo: 2008. Disponível em: <<http://www.ifsp.edu.br/index.php/13-guarulhos.html>> Acesso em: 03 jan. 2013.

_____. Ministério da Educação. *LDB: Lei de diretrizes e bases da educação nacional*: Lei nº. 9.394/1996. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008.

CASTANHO, M. E. L. M. Da discussão e do debate nasce a rebeldia. In: VEIGA, I. P. A. (Org.). *Técnicas de Ensino*: Porque não?. 19. ed. Campinas: Papyrus, 2008, p. 89-101.

CARVALHO, I. C. M. *Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico*. 3.ed. São Paulo: Cortez, 2008.

CHASSOT, A. *Alfabetização Científica*. 4.ed. Ijuí - RS: Editora Unijuí, 2006.

CRUZ, S. M. S.; ZYLBERSZTAJN, A. O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos. In: PIETROCOILA, M. (Org.). *Ensino de Física*: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora. Florianópolis: UFSC, 2006, p. 171-195.

DAGNINO, R. Ciência e tecnologia para a cidadania ou Adequação Sócio-técnico com o Povo?. *Grupo de Análise de Políticas de Inovação (GAPI)*: vinculado ao Departamento de Política Científica e Tecnológica da Unicamp, p. 01-31. 2004. Disponível em: <<http://www.plataformademocratica.org/Publicacoes/206.pdf>> Acesso em 19 jan. 2013.

DAGNINO, R. Enfoques sobre a relação Ciência, Tecnologia e Sociedade: Neutralidade e Determinismo. *Organización de Estados Iberoamericanos*. 2007. Disponível em: <<http://www.oei.es/salactsi/rdagnino3.htm>> Acesso em: 15 jan. 2013.

DEMO, P. *Educar pela Pesquisa*. 8. ed. Campinas: Autores Associados, 2007.

FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia*: saberes necessários à prática educativa. 36. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2007.

HINRICHS, R.; KLEINBACH, M. *Energia e meio ambiente*. Tradução de Flávio Maron Vich e Leonardo Freire de Mello. 3. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. *Ensino de ciências e cidadania*. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2007.

LOPES, A. O. Aula Expositiva: Superando o Tradicional. In: VEIGA, I.P.A. (Org.). *Técnicas de Ensino: Porque não?* 19.ed. Campinas: Papirus, 2008, p. 35-48.

MORAES, J.U.P. ; ARAÚJO, M.S.T. *O Ensino de Física e o Enfoque CTSA: caminhos para uma educação cidadã*. São Paulo: Livraria da Física, 2012.

MINGUILLI, M.G.; DAIBEM, A. M. L.; ROMANO, A. P. Educação ambiental e trabalho coletivo na escola: uma experiência de pesquisa e ensino. In: NARDI, R. (Org.). *Questões atuais no ensino de ciências*. 2. ed. São Paulo: Escrituras, 2009, p. 91-98.

NASCIMENTO JUNIOR, A.F. A reconstrução do conceito de natureza a partir de excursões ao campo: uma reação ao reducionismo mecanicista. In: NARDI, R. (Org.). *Questões atuais no ensino de ciências*. 2. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2009, p. 99-110.

SANTOS, M. E. V. M. *Que Cidadania: Tomo II*. Lisboa: Santos-Edu, 2005.

SILVA, L. F.; CARVALHO, L. M. A temática Ambiental e o Ensino de Física na Escola Média: Algumas Possibilidades de Desenvolver o Tema Produções de Energia Elétrica em Larga Escala em uma Situação de Ensino. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 24, n. 3, p. 342-352, set. 2002. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v24_342.pdf> Acesso em: 12 jan. 2013.

SOUZA, M. A. S.; GALIAZZI, M.C. Formação para a educação profissional na perspectiva ambiental: uma crítica ao modelo societário hegemônico. *Revista Ambiente & Educação*, v. 17, n. 2, p. 65-78, 2012. Disponível em <<http://www.seer.furg.br/ambeduc/article/view/2689>>. Acesso em: 10 set. 2013.

REIGOTA, M. A educação ambiental para além dela mesma. *Revista Ambiente & Educação*, v.13, n. 1, p. 11-22, 2008. Disponível em <<http://www.seer.furg.br/ambeduc/article/view/972/403>>. Acesso em: 2 mar. 2014.

RUIZ, L.S. et al. Aplicações de diferentes fontes de energia. In: *Série Ciência & Educação*. Bauru: UNESP, 1995, p. 78-98.

THIOLLENT, M. *Metodologia da Pesquisa-Ação*. 16. ed. São Paulo: Cortez, 2008.

VEIGA, I. P. A. O seminário como técnica de ensino socializado. In: _____. *Técnicas de Ensino: Porque não?* 19. ed. Campinas: Papirus, 2008, p. 103-113.

VYGOTSKY, L.S. *A construção do Pensamento e da Linguagem*. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2000.