

Fontes Alternativas de Energia Automotiva no Ensino Médio Profissionalizante: análise de uma proposta contextualizada de ensino de física em um curso técnico*

MAURO SÉRGIO TEIXEIRA DE ARAÚJO¹ E RICARDO FORMENTON²

¹Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo-SP, mstaraujo@uol.com.br

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnológica de São Paulo e Universidade Cruzeiro do Sul, ricardofor@uol.com.br

Resumo. Nesta pesquisa são analisadas as contribuições decorrentes de uma proposta de Ensino de Física baseada na pluralidade de ações pedagógicas como pesquisas, seminários e debate, envolvendo 108 alunos do curso técnico de Automação Industrial no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) - campus de Guarulhos. As atividades foram realizadas na disciplina de Máquinas Elétricas buscando atender as orientações do novo Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) do IFSP, que defende uma educação profissionalizante ampliada capaz de proporcionar uma formação cidadã e estimular a autonomia de pensamento e de ação dos estudantes. Para isto, procurou-se realizar uma abordagem temática alinhada ao movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), enfocando discussões sobre Fontes de Energia Automotiva, visando preparar os alunos para importantes desafios da profissão, estimulando a construção de capacidade de análise crítica acerca da atividade científica e tecnológica.

Abstract. This research aims at analyzing the contributions of an educational proposal of Physics, based on the pluralism of pedagogical actions such as research, seminars and debate, involving 108 students of the technical Industrial Automation course at the Federal Institute of Education, Science and Technology of São Paulo (IFSP) – Guarulhos campus. To achieve this objective, teaching activities of the Electrical Machines discipline were used in accordance to the new document called Institutional Development Plan (PDI) of IFSP. It is concerned with promoting professional teaching in order to achieve students' citizenship and autonomy of thoughts and actions. Following the Science-Technology-Society (STS) focus, we discussed the theme "Sources of Automotive Energy" aiming to prepare students to face the challenges of their future profession, to discern about questions of S&T that impact on society and environment.

Palavras chave: Ensino profissionalizante, CTS, Fontes de energia automotiva.

Keywords: Professional Teaching, STS, Sources of Automotive Energy

Introdução

O currículo do ensino técnico profissionalizante em Automação Industrial do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), *campus* Guarulhos, contempla um conjunto de disciplinas voltadas ao ensino específico, ou seja, para a área em que o aluno pretende trabalhar. O novo Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) do IFSP, com validade de 2009 a 2013 pretende oferecer aos alunos uma formação profissional mais adequada que lhes permitirá exercer a cidadania e enfrentar desafios ainda não contemplados, como a percepção das consequências do desenvolvimento técnico-

* Versão ampliada de trabalho apresentado no XIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, realizado entre 5 e 10 de junho de 2011 na cidade de Foz do Iguaçu, Paraná.

científico para a sociedade, além de obter formação ampla para se pronunciar sobre temas técnico-científicos tendo em vista contribuir para um mundo mais solidário com as pessoas de hoje e do futuro, aspectos atuais e necessários para uma formação profissional cidadã.

Esta formação profissional cidadã pretendida visa ancorar conhecimentos sobre ciência em perspectivas CTS eticamente orientadas (SANTOS, 2005). Isto significa que, ao refletirmos, por exemplo, sobre questões que afetam o meio ambiente, poderemos promover gradualmente mudanças culturais, científicas e sociais na direção de uma cidadania com novas perspectivas de atuação individual e coletiva. Esse exercício da cidadania, que ocorre no campo social e político, deve ser sustentado em valores que permitam compreender os embates entre diferentes setores e forças sociais, rompendo com a visão de mundo amparada no capitalismo globalizante que aponta para um consumismo desenfreado e que acarreta sérios problemas de natureza socioambiental. Neste sentido, Santos (2005) assevera que:

Ao introduzir valores inovadores na esfera da cultura política, a cidadania ambiental pode vir a protagonizar a instauração de uma “nova” cidadania a nível global. Através de uma revolução do cotidiano, vai modelando, silenciosamente, mudanças culturais, científicas e sociais em ruptura com uma larga tradição de indiferença cidadã. No seu lento e progressivo caminhar para uma sociedade mais sustentável e menos opressiva, aspira a uma dialéctica entre a razão dos que governam e a razão dos que são governados. (SANTOS, 2005, p.74).

A apropriação desse conjunto de valores tende a favorecer a construção de uma ética socialmente responsável, uma “ética que não olha o meio físico como um espaço exterior ao homem e que tem vindo a complementar a defesa de direitos humanos com a defesa de imperativos morais” (SANTOS, 2005, p. 75), conferindo à cidadania novos significados. Essa nova cidadania pressupõe “enfrentar controvérsias, mudanças e negociações”, demandando novas relações de força, vigilância, controle e julgamento sobre as pessoas que nos governam, apresentando, assim, um caráter político na forma de atuação cidadã (SANTOS, 2005). Pensando nessa perspectiva de formação voltada à cidadania, esta pesquisa vai ao encontro da proposta pedagógica do IFSP em conformidade com o que estabelece o atual PDI (2008):

Cria-se, assim, uma proposta pedagógica para desenvolver no aluno a cidadania, a sua capacidade de ser como pessoa e a capacidade para o trabalho. Isso implica numa escola inserida em contexto social e que procure atender às exigências, não só do aluno, mas de toda a sociedade (BRASIL, 2008, p. 74).

Somado a isso, as reflexões da comissão NSTA (National Science Teachers Association), constituíram referencial inspirador dos objetivos dessa proposta, sendo eleitos 5 características dos programas CTS, dentre as 11 citadas por Cruz e Zylbersztajn (2005):

- 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 certa autonomia aos estudantes durante o processo de aprendizagem.

A perspectiva mais ampla para a formação profissional pretendida no IFSP encontra respaldo nas afirmações de Auler (2003) quando este assevera, entre vários argumentos, que:

A Postulação de uma participação mais substancial, de mais atores sociais, justifica-se por vários motivos:

- Direito que a sociedade, como um todo, possui de participar em definições que envolvem seu destino;
- O atual direcionamento dá-se, cada vez mais, de tal forma que sejam ativados, seletivamente, aqueles campos de investigação, encaixáveis na lógica da maximização do lucro privado, relegando aqueles não imediatamente rentáveis (AULER, 2003, p. 4).

Neste contexto de transformações sociais desejadas, as atividades educacionais necessitam dar respostas apropriadas às novas demandas formativas, de modo que a investigação realizada com base no enfoque CTS se justifica, pois o estudo das atuais 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 relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade. Esses debates propiciam a inserção, entre outras, de questões relacionadas ao aquecimento global por efeito estufa decorrente do uso de combustíveis fósseis, bem como outros aspectos e impactos sociais e ambientais.

Destacamos ainda que a necessidade de uma adequada formação no IFSP de técnicos capacitados a refletir sobre influências da Ciência e Tecnologia (C&T) tende a colaborar para que os estudantes se tornem cidadãos e profissionais responsáveis, posicionando-se adequadamente diante de problemas sociais, como o uso racional de energia, além daqueles presentes em seus ambientes de trabalho.

Objetivos e Questão de Pesquisa

Essa pesquisa visa analisar as contribuições de uma proposta de Ensino de Física baseada na pluralidade de ações pedagógicas e que se destina a promover uma formação contextualizada, envolvendo uma turma de aprendizes do ensino técnico profissionalizante em Automação Industrial do IFSP – *campus* Guarulhos, tendo entre seus objetivos:

- 1) Promover mudanças nas concepções dos alunos acerca de questões que envolvam o tema da energia automotiva em uma perspectiva sócio-ambiental tratada sob o enfoque CTS;
- 2) Ampliar a percepção da importância de uso dos conteúdos específicos da disciplina para situações que extrapolam os ambientes escolares, contribuindo para o exercício da cidadania;
- 3) Embasados em análises do campo dos estudos CTS, reforçar mudanças no processo de formação profissionalizante que é oferecido aos alunos do IFSP, *campus* de Guarulhos, consolidando aspectos previstos em seu PDI.

Com relação aos aspectos didático-metodológicos, para que os objetivos fossem alcançados, os tópicos foram abordados utilizando um pluralismo metodológico contextualizado e estimulante, visando desenvolver as capacidades de reflexão, decisão e atuação como cidadãos conscientes e inseridos em uma sociedade complexa.

Em linha com esses propósitos, Delizoicov et al. (2002) asseveram 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 (DELIZOICOV et al. , 2002, p. 69).

Assim, buscamos avaliar se o ensino de conteúdos específicos da Física, organizado na perspectiva CTS, é capaz de promover um melhor entendimento conceitual, maior conscientização acerca de valores e responsabilidades do aluno, articulando diferentes recursos pedagógicos em um ambiente de liberdade de expressão, onde a participação dos estudantes é incentivada, tendo apoio em um pluralismo de ações metodológicas, conforme defendido por Laburú e Carvalho (2005). Visando atingir os objetivos traçados, sintetizamos então a seguinte questão de pesquisa, que norteou os procedimentos investigativos adotados:

Quais contribuições uma abordagem temática enfocando as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade, amparada no pluralismo metodológico, podem propiciar para uma formação profissional cidadã no IFSP, *campus* Guarulhos?

A metodologia de pesquisa centrada na Pesquisa-Ação

A definição de pesquisa-ação fornecida por Thiollent (2008) reflete nossa proposta investigativa e dá respaldo para as ações pedagógicas realizadas na direção de transformar uma situação ou sugerir uma solução para um problema coletivo, na medida em que:

A pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com 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 os participantes representativos da situação estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLLENT, 2008, p. 16).

Assim, com o propósito de analisar e buscar encaminhamentos e possíveis soluções para uma situação prática, estimulando a participação dos envolvidos por meio da pesquisa e a compreensão de importantes inter-relações CTS, realizamos um processo reflexivo, o que demanda a identificação de uma situação, o planejamento e execução das ações pedagógicas visando à sua transformação, analisando ao final os resultados obtidos. Portanto, colocamos nos no lugar do pesquisador típico desta metodologia, atuando como um agente das mudanças e assumindo uma postura que ratifica o que assevera Andaloussi (2004):

Doravante o pesquisador não está mais fora dos acontecimentos. Ele não pode se contentar em produzir conhecimentos e deixar aos atores e aos tomadores de decisão a liberdade de utilizá-los ou de negligenciá-los. O fato de ele estar engajado em um projeto de mudança de uma realidade o põe em uma relação que deixa de conferir a seu *status* o poder de explicação (ANDALOUSSI, 2004, p. 116).

Nessa perspectiva de pesquisa procuramos aprimorar os processos de ensino e de aprendizagem em Física realizados no IFSP, campus Guarulhos, aproximando estes processos do que estabelece seu atual PDI.

Fundamentação teórica para o delineamento das ações pedagógicas

Fundamentamos nossas ações pedagógicas em dois autores base: Lev Semenovick Vygotsky e Edgar Morin. O primeiro autor fornece a espinha dorsal das nossas ações e o segundo complementou a pavimentação das reflexões sobre o caminho metodológico que adotamos.

Inicialmente, julgamos oportuno transcrever o significado da palavra “conceito”, segundo Vygotsky (2000), como um ponto de partida para o desenvolvimento de um pensamento abrangente nos alunos sobre um determinado assunto:

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 (VYGOTSKY, 2000, p. 246).

É importante enfatizar que na visão de Vygotsky o desenvolvimento humano está associado à formação de conceitos e para isto ocorrer é preciso o exercício do pensamento. Esta formação de conceitos apoiada no pensamento está na base das ações que realizamos, onde analisamos as contribuições da abordagem temática para a formação de concepções vinculadas às relações CTS pelos alunos de um curso profissionalizante. Não se busca, portanto, a simples memorização de relações CTS, mas sim a efetivação de ações educativas capazes de proporcionar nos alunos a adoção de atitude cidadã, reflexiva e abrangente para assuntos envolvendo C&T, permitindo analisar suas influências na vida das pessoas.

Vygotsky compreende o comportamento das pessoas, com relação à aquisição de conhecimentos, considerando que os indivíduos possuem dois diferentes estágios de desenvolvimento, onde se manifestam conceitos de diferentes níveis:

1º) Estágio Inferior – manifestação de Conceitos Espontâneos.

Neste estágio observamos a descrição simples da realidade empírica. É aquele que já existe no sistema de aprendizagem do aluno antes, portanto, do ingresso na escola. É decorrente da experiência, da observação do dia a dia e que vão ancorar posteriormente os conceitos científicos (VYGOTSKY, 2000).

2º) Estágio Superior – manifestação de Conceitos Científicos.

São os conhecimentos que se juntam ao anterior, interagindo e modificando-os. Está mais ligado ao conhecimento que se adquire preferencialmente nos ambientes escolares, tendo agora caráter científico (VYGOTSKY, 2000).

Nesta pesquisa, identificamos inicialmente alguns elementos presentes nas concepções iniciais dos estudantes e que caracterizariam o primeiro estágio, explorando a utilidade do automóvel e considerando as fontes de energia necessárias para sua locomoção. Avançando em direção ao segundo estágio, planejamos e realizamos ações pedagógicas visando estimular a formação de conceitos mais abrangentes sobre as relações CTS por meio do ensino da Física apoiado no tema “Fontes de Energia Automotiva”, permitindo com isto um estudo amplo das influências de cada fonte energética no cotidiano das pessoas, analisando as implicações sociais e ambientais do uso de uma ou outra fonte de energia.

Vale ressaltar que Vygotsky considera que Conceitos Espontâneos e Conceitos Científicos estão interligados por complexas ligações e vínculos internos que são diferentes em cada indivíduo, de modo que o desenvolvimento de Conceitos Científicos não se estabelece em cada indivíduo da mesma forma.

Visando complementar o pensamento Vygotskyano, recorreremos a Edgar Morin, que observa a necessidade do desenvolvimento de um pensamento complexo nas pessoas, em detrimento de outro simplista, sendo mais adequado para que se compreenda no caso desta pesquisa toda dinâmica e profundidade que as relações CTS oferecem. Desta forma, Morin divide o pensamento das pessoas em duas linhas. A primeira linha estuda o pensamento considerando o paradigma da simplicidade, ou pensamento simplificante sobre um assunto. Por sua vez, a segunda linha de pensamento considera o paradigma da complexidade, ou pensamento complexo. Sobre diferenças entre estas duas linhas, Morin (2008) assevera que:

Acontece que o problema da complexidade não é o da completude, mas o da incompletude do conhecimento. Num sentido, o pensamento complexo tenta dar conta daquilo que os tipos de pensamento mutilante desfaz, excluindo o que eu chamo de simplificadores e por isso ele luta, não contra a incompletude, mas contra a mutilação. Por exemplo, se tentarmos pensar no fato que somos seres ao mesmo tempo físicos, biológicos, sociais, culturais, psíquicos e espirituais, é evidente que a complexidade é aquilo que tenta conceber a articulação, a identidade e a diferença de todos esses aspectos, enquanto o pensamento simplificante separa esses diferentes aspectos, ou unifica-os por uma determinada redução mutilante (MORIN, 2008, p. 176).

Nesta pesquisa, o desenvolvimento de um pensamento complexo pelos alunos pretende dar conta de um conjunto de relações CTS que devem ser adequadamente articuladas, evitando a formação de idéias fragmentadas e que impeçam o entendimento das múltiplas interligações intrínsecas à abordagem CTS. Nesta mesma direção, Mariotti defende as ideias de Morin como uma boa alternativa para aprimorar o atual modelo educacional. Este autor expõe uma conseqüência do pensamento simplificante ou linear, afirmando que este aumenta a produtividade industrial por meio da automação, mas não consegue resolver os problemas do desemprego e da exclusão social por ela gerados, pois se trata de questões não lineares, complexas portanto (MARIOTTI, 2000). Continua Mariotti ressaltando que a complexidade só pode ser adequadamente compreendida por um sistema de pensamento aberto, abrangente e flexível (MARIOTTI, 2000).

Dada a natureza profissionalizante do ensino oferecido nos cursos técnicos do IFSP, campus Guarulhos, entendemos ser pertinente apoiar nossas ações pedagógicas na busca de desenvolver um pensamento complexo nos estudantes, fundamentado em conceitos científicos, oferecendo o amparo que necessitam tanto para a consecução de suas atividades profissionais quanto para o exercício de sua cidadania no contexto de sua vida diária.

Torna-se claro, então, que soluções carregadas de pensamento simplificante ou linear, aplicadas para resolver problemas complexos, podem resultar em sérios problemas, como podemos destacar por meio de dois exemplos bastante ilustrativos:

- a) O incentivo ao consumo sem limites de aparelhos tecnológicos (celulares, computadores, etc) e outros produtos que incorporamos ao rol de necessidades diárias, que geram grande demanda de matérias primas em sua produção e significativa quantidade de lixo em seu descarte, ocasionando sérios problemas sociais e ambientais;
- b) O desenvolvimento de produtos que empregam fontes prioritariamente não renováveis, como é o caso da exploração de combustíveis fósseis como fonte de energia automotiva, gerando gases de efeito estufa e contribuindo para o aquecimento global.

Portanto, tendo em vista os objetivos traçados para esta pesquisa e buscando desenvolver uma educação CTS, entendemos que pensar de forma complexa em assuntos que envolvem C&T é admitir um pensamento amplo, configurando uma visão educacional e de mundo inovadora em busca de reflexões que sinalizem atitudes e valores solidários para com a sociedade do presente, mas também preocupada com as gerações futuras.

Esta preocupação com o desenvolvimento de atitudes e valores solidários para com a sociedade encontra respaldo na afirmação de Auler (2003), que enfatiza que muitos dos graves problemas sociais atuais não são solucionáveis apenas por encaminhamentos baseados em C&T, considerando que estes estão configurados dentro de determinadas relações sociais.

Apresentando um pensamento convergente ao de Auler (2003), encontramos as considerações de Colombo e Bazzo (2001) que ressaltam o descaso do progresso tecnológico com a vida das pessoas ao afirmarem que:

A tecnologia é hoje parte inerente da vida do ser humano de modo que não conseguimos nos ver separados dela. Muitas vezes concebemos a nós mesmos como complexas máquinas físico-químicas com um cérebro, comparado a um potente e complicado computador. Porém devemos estar alertas quanto a reduzir-nos a um simples objeto da técnica, ou vincular a realização de nossos sonhos e a resposta a nossas angústias aos avanços tecnológicos. Na nossa ânsia para alcançar o progresso tecnológico, não levamos em conta suas implicações sociais relacionadas aos hábitos, percepções, conceitos, limites morais, políticos e individuais. Passamos por cima de algumas questões de suma importância tais como a fome mundial, a degradação do meio ambiente, as armas nucleares que ameaçam destruir toda a vida do planeta e, mais forte que nunca, a manipulação genética. (COLOMBO e BAZZO, 2001, p. 9).

Em ressonância com as preocupações de Auler (2003) e Colombo e Bazzo (1998), Freire (1997) enfatiza sua opinião com relação ao rechaço a essa percepção linear de quanto mais avanços científico e tecnológico melhor será a vida de todas as pessoas:

O progresso científico e tecnológico que não responde fundamentalmente aos interesses humanos, às necessidades de nossa existência, perdem, para mim, sua significação. A todo avanço tecnológico haveria de corresponder o empenho real de resposta imediata a qualquer desafio que pusesse em risco a alegria de viver dos homens e das mulheres. (FREIRE, 1997, p. 130).

Essa percepção de uma relação linear entre Ciência-Tecnologia-Sociedade é um dos alvos principais da crítica do movimento CTS, de modo que é nossa pretensão proporcionar aos estudantes o desenvolvimento do entendimento de que mais Ciência e Tecnologia não implicam, necessariamente, melhora das condições de vida para a Sociedade.

O desenvolvimento das diferentes ações pedagógicas

O tema que embasa as reflexões deste trabalho, Fontes de Energia Automotiva, segue o que estabelecem os PCN+ (BRASIL, 2002) ao tratar de: Calor, ambiente e usos de energia (unidades temáticas: fontes e troca de calor, tecnologias que usam calor, motores e refrigeradores, o calor na vida e no ambiente, energia: produção para uso social).

Seguindo procedimentos sugeridos por Acevedo et al. (2002), foram identificadas as concepções iniciais dos alunos sobre algumas relações CTS relacionadas com a influência da sociedade sobre a C&T e vice-versa, a influência da educação científica e tecnológica nos alunos, a natureza da produção do conhecimento científico e tecnológico e a influência da pesquisa e desenvolvimento científico-tecnológico na sociedade. Buscamos com isso obter elementos para analisar o primeiro estágio de desenvolvimento em que se encontravam os estudantes (VYGOTSKY, 2000). Para as questões 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.

Após a identificação inicial das concepções dos estudantes, procuramos desenvolver as ações pedagógicas buscando contemplar a seguinte seqüência didática:

1ª- Aulas expositivas: Foram introduzidas algumas inter-relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e abordados os fundamentos de Motores e Geradores Elétricos, conteúdo específico da disciplina. Segundo Lopes (1991), as aulas expositivas: a) Economizam tempo; b) Suprem a falta de bibliografia e c) Ajudam a compreensão de assuntos complexos.

Considerando a natureza técnica dos cursos oferecidos no IFSP, entendemos que é adequado abordar as relações CTS em uma perspectiva social e de alfabetização científico-tecnológica, pois seguindo as ideias de Auler e Delizoicov (2001):

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 (Sachs, 1996). A idéia 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 (AULER e DELIZOICOV, 2001, p. 4).

2ª - Pesquisa em Grupos: Foi definido o tema “Fontes de Energia Automotiva” tendo como alicerce metodológico as propostas de Demo (1996), que sugere 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 o alunado (DEMO, 1996).

3ª - Seminário: Baseado no estudo de artigos que abordam relações CTS e a problemática ambiental. Segundo Veiga (1991) o seminário é uma técnica de ensino socializado, na qual os alunos se reúnem em grupo com o objetivo de estudar, investigar e discutir um ou mais temas, sob a direção do professor (VEIGA, 1991). Nesta etapa, a participação do professor deixa de ser central, pois o mesmo passa apenas a dirigir e coordenar o processo, tendo em vista as observações de Veiga (1991) quando enfatiza os objetivos desta técnica:

Investigar um problema, um ou mais temas sob diferentes perspectivas, tendo em vista alcançar profundidade de compreensão; Analisar criticamente fenômenos observados, ou as idéias do(s) autor(es) estudados(s); propor alternativas para resolver as questões levantadas; trabalhar em sala de aula de forma cooperativa; instaurar o diálogo crítico sobre um ou mais temas, tentando desvendá-los, ver as razões pelas quais eles são como são, o contexto político em que se inserem. (VEIGA, 1991, p. 110).

Assim, cada grupo de alunos escolheu livremente um dos dez artigos propostos e preparou a exposição oral do tema preocupando-se com a objetividade frente aos colegas de classe, apresentando ainda uma síntese por escrito. Em média o tempo de apresentação de cada grupo ficou em torno de 20 minutos e constituiu material fundamental para a realização do debate posterior. Os 10 artigos apresentados aos alunos se dividem em dois grupos:

A) Oito artigos[†] que tratam de relações CTS, almejando desenvolver valores e atitudes específicas, como analisar um desenvolvimento científico-tecnológico na perspectiva de suas implicações e consequências para a sociedade de uma forma geral.

B) Dois artigos[‡] que tratam da Alfabetização Científica voltada ao Meio Ambiente envolvendo estudos, análises, discussões e dados científicos sobre questões ambientais.

[†] 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).

4ª - Debate: Foi organizado dividindo-se a sala em dois grupos. De um lado o grupo que defende o uso de combustíveis fósseis e, de outro, o grupo que defende o uso de combustíveis alternativos. Segundo Castanho (1991), o papel do debate é promover a confrontação de diferentes pontos de vista. É uma competição intelectual. Antecipadamente munidos de informações resultantes de estudos bibliográficos e de campo e de experiências as mais variadas, devem defender posições e pontos de vista distintos (CASTANHO, 1991).

As orientações gerais para uso de argumentos, réplica e tréplica no debate, 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.

Seguindo as orientações gerais de Ludke e André (1986), as considerações sobre o debate acompanharam o “Método de Coleta de Dados por Observação” e foram registradas por uma banca avaliadora, utilizando um formulário elaborado para a análise das colocações dos alunos. A banca foi composta por docentes, mestres ou doutores, e pedagogos que ficaram bastante atentos ao envolvimento e participação de todos os componentes dos grupos e, principalmente, na qualidade dos argumentos apresentados.

5ª - Experimentação: Esta etapa foi organizada por meio de duas atividades envolvendo a montagem de dois objetos técnicos correlacionados aos conceitos e relações em estudo:

- a) Construção de espira girante mergulhada em campo magnético uniforme para observação do fenômeno da força magnética, base de construção dos motores elétricos modernos;
- b) Construção de um carrinho movido a baterias recarregáveis por tomada elétrica ou placas fotovoltaicas de silício.

Ao abordarmos esses aparatos experimentais e seus elementos constitutivos devemos estar atentos à maneira como os mesmos são empregados no ambiente educacional, considerando qual o seu papel no processo formativo. Esta preocupação se justifica e nos aponta para o questionamento formulado por Angotti et al. (2001):

A questão que se coloca é: qual o potencial transformador de uma proposta educacional pautada pelo estudo reflexivo-ativo de aparatos tecnológicos? É possível construir e exercitar cidadania ensinando Física, estudando leis, teorias e princípios físicos envolvidos no funcionamento e/ou fabricação de objetos tecnológicos? (ANGOTTI et al., 2001, p. 184).

‡ 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).

Nossa proposta buscou valorizar e desenvolver um processo reflexivo com os alunos além do investigativo (o como funciona), a partir da construção de objetos tecnológicos e do uso de diferentes elementos constitutivos, os quais pertencem a uma extensa rede de conexões socioambientais, envolvendo processos de produção, relações de poder vinculadas à escolha de uma ou outra fonte de energia para fins automotivos, problemas ambientais decorrentes, dentre outros. Esses aspectos foram abordados junto aos aspectos conceituais por possuírem alta relevância, evitando-se transmitir uma imagem de neutralidade desses objetos frente à problemática social e ambiental mais ampla e geral que procuramos destacar.

Neste sentido, entre as discussões geradas pelas possíveis mudanças tecnológicas de uma fonte de energia automotiva para outra, 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 de interesses de grupos específicos e estatais que dominam o fornecimento e distribuição de petróleo e seus derivados no Brasil e no mundo. Assim, concordamos com Auler e Delizoicov (2001) quando asseveram que:

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 (AULER e DELIZOICOV, 2001, p. 6).

Vale ressaltar ainda que destacamos a importância da energia solar como 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, etc (RUIZ et al., 1995). Apesar da sociedade ainda não dispor em larga escala da energia solar, podemos notar que nos últimos anos ocorreram avanços no desenvolvimento de materiais fotovoltaicos (FV) de baixo custo e eficiências de quase 30% foram alcançadas (HINRICHS e KLEINBACH, 2003).

Complementarmente, estes autores argumentam acerca das vantagens de se utilizar a energia solar, não só para fins automotivos, mas de uma forma geral, afirmando que se trata de uma energia que não provoca emissões de gases de qualquer origem e que o componente básico de construção das placas FV, o silício, existe em abundância na Terra.

Sobre a experimentação, procuramos seguir os três pressupostos de Veiga (1991): professor e aluno como seres humanos, individuais e sociais ao mesmo tempo; a prática sem ser mera aplicação da teoria, mas vista como a própria ação guiada e mediada pela teoria e; a dimensão técnica e política do processo de ensino, dirigindo intencionalmente a relação entre aspectos técnicos e políticos da atividade em virtude dos objetivos do trabalho.

Enfatizamos que os diversos recursos utilizados tendem a proporcionar uma extensa gama de interações entre os estudantes e entre estes e o professor que coordena as atividades, favorecendo o desenvolvimento cognitivo e de diferentes competências. Estas interações abrem espaço para que os indivíduos realizem as atividades previstas em uma Zona de Desenvolvimento Proximal onde buscam o seu aprimoramento (VYGOTSKY, 2000), de modo que as situações de aprendizagem possibilitem a internalização de processos de desenvolvimento, que se realizam com o auxílio do outro social, neste caso representado pelo professor, colega de turma ou do mesmo grupo de estudantes que realizam as pesquisas e experimentos, preparam seminários e participam dos debates (VASCONCELLOS, 1998).

É igualmente importante salientar o papel da linguagem neste contexto de desenvolvimento dos estudantes, uma vez que a mesma ocupa posição de destaque na teoria de Vygotsky. Pela natureza das atividades realizadas em sala de aula, notadamente nos seminários e debates, o uso da linguagem permitiu a reflexão, a expressão e a compreensão individual e coletiva dos alunos, constituindo um processo individual e social, sendo um aspecto bastante estimulado na proposta aqui apresentada.

Por fim, destacamos que a pluralidade de ações pedagógicas empreendidas é recomendada pela LDB ao estabelecer que o ensino pode ser aprimorado ao ser ministrado pelo “Pluralismo de idéias e concepções pedagógicas”. Em direção convergente, Laború e Carvalho (2005) sugerem para a educação científica um encaminhamento didático apoiado em um estratagema pluralista para a educação científica (LABURÚ e CARVALHO, 2005).

Ao desenvolver as ações pedagógicas junto aos alunos procuramos motivá-los a refletirem e compreenderem melhor alguns aspectos envolvidos nas políticas de incentivo ao desenvolvimento da C&T e a possibilidade do uso de uma fonte alternativa de energia, no caso preferencialmente a eletricidade. Buscamos assim salientar a não neutralidade da ciência e da tecnologia, concordando com Pinheiro et al. (2007) quando ressaltam que:

Com o enfoque CTS, o trabalho em sala de aula passa a ter outra conotação. [...] Dessa forma, aluno e professor reconstróem a estrutura do conhecimento. Em nível de prática pedagógica, isso significa romper com a concepção tradicional que predomina na escola e promover uma nova forma de entender a produção do saber. É desmistificar o espírito da neutralidade da ciência e tecnologia e encarar a responsabilidade política das mesmas. Isso supera a mera repetição do ensino das leis que regem o fenômeno e possibilita refletir sobre o uso político e social que se faz desse saber. (PINHEIRO et al., 2007, p. 77).

A não neutralidade da C&T e problemas relacionados com a Política Científica e Tecnológica (PCT) ganham especial atenção nas ressalvas de Dagnino (2007) quando expõe preocupação sobre a suposta ética no seu desenvolvimento e que não leva à inclusão social:

“Embora a C&T seja crescentemente produzida no ambiente empresarial, a adoção da ética como critério de sua utilização conduzirá à inclusão social”. Essa idéia está fundamentada na visão de senso comum, que no nosso ver não passa de um mito, de que a C&T é neutra. Isto é, que depois de ser produzida num dado ambiente (em que predominam valores e interesses que a “contaminam”), ela pode ter a sua utilização orientada para propósitos diferentes (Dagnino, 2007b). Apesar de crescentemente serem registradas posições contrárias às idéias de neutralidade e autonomia da C&T, o modelo cognitivo baseado nas concepções Instrumental e Determinista ainda conserva seu caráter hegemônico nos âmbitos em que se elabora a PCT (DAGNINO, 2007, p. 16).

Concordamos com o autor quando argumenta sobre a necessidade de reorientar a PCT na direção de reduzir as desigualdades sociais, à humanização do trabalho e à superação das pressões ambientais decorrentes da tecnologia convencional (DAGNINO, 2007).

Apresentação e análise dos resultados obtidos

Na estruturação desta pesquisa buscamos identificar sete aspectos que contemplam cinco dimensões CTS distintas. Vale ressaltar que nas legendas das figuras estão anotadas as frases “antes da metodologia” e “depois da metodologia” indicando os resultados obtidos antes e depois das ações pedagógicas realizadas nas aulas. Apesar do uso desse recurso metodológico apresentar limitações decorrentes da natureza complexa do campo educacional, entendemos ser útil para auxiliar na identificação de possíveis mudanças na compreensão dos estudantes, ainda que estas não decorram apenas do trabalho realizado, pois os estudantes participaram de outros processos formativos que extrapolam os limites da educação formal.

1ª dimensão - A Influência da Sociedade sobre a Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

O primeiro questionamento objetiva fazer os alunos refletirem sobre a influência da sociedade sobre a pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico.

Analisando o perfil das respostas da figura 1, concluímos que as atividades realizadas ampliaram a percepção dos alunos sobre o fato de que a sociedade deve influenciar nos rumos da pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico, podendo orientar e sinalizar caminhos mais adequados para os mesmos, considerando não apenas suas necessidades imediatas, mas também implicações e impactos sócio-ambientais relacionados.

A participação pública na escolha dos caminhos que a C&T devem trilhar deve partir de um desejado e complexo processo que valoriza o diálogo para esclarecimentos das alternativas hoje existentes, envolvendo diferentes saberes e esclarecendo algumas relações de poder envolvidas nesses possíveis caminhos. Nesta direção, concordamos com Dagnino e

Novaes (2005) quando concebe o significado do chamado Determinismo, criticado por estudos de cunho CTS, e do processo de construção sócio-técnica, enfatizando que:

Identificar e “seguir” os grupos sociais relevantes envolvidos no desenvolvimento de um artefato é o ponto de partida das pesquisas realizadas pela abordagem do contexto que consideram a possibilidade da tecnologia ser uma construção social e não fruto de um processo autônomo, endógeno e inexorável como concebe o Determinismo. O processo de construção sócio-técnica, através do qual artefatos tecnológicos vão tendo suas características definidas através de uma negociação entre grupos sociais relevantes, com preferências e interesses diferentes, depois de passar por uma situação de “estabilização”, chegaria a um estágio de “fechamento”. (DAGNINO e NOVAES, 2005, p. 6-7).

Vejamos o comportamento dos alunos ao refletirem sobre a influência da sociedade nos rumos da pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico.

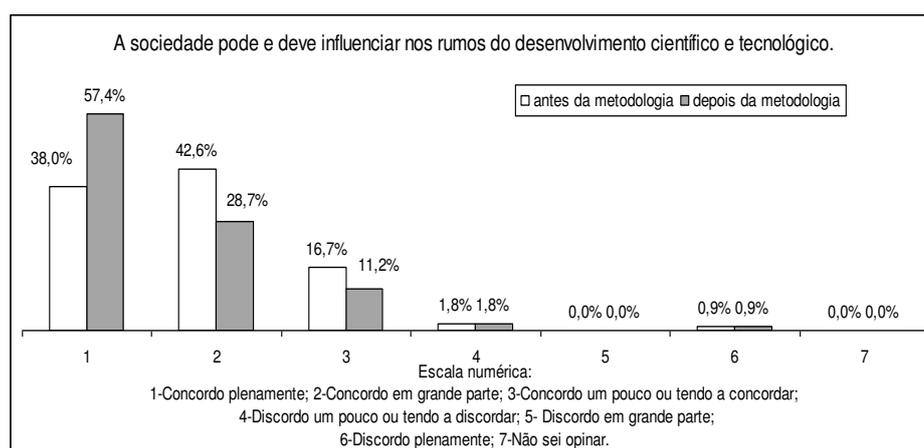


Figura 1: Percepções de alunos sobre a influência da sociedade nos rumos do desenvolvimento da C&T.

Valorizamos a percepção da importância da participação pública nas tomadas de decisão sobre os caminhos do desenvolvimento tecnológico, normalmente pertencente apenas à tecnocracia (BAZZO e PEREIRA, 2008). Krasilchik e Marandino (2007) também defendem a participação pública por meio do diálogo entre os cientistas e os não-cientistas tendo em vista a dimensão cultural da Ciência e a necessária democratização da C&T.

Ainda na 1ª dimensão CTS, a segunda questão remete-nos a reflexão sobre a percepção dos alunos sobre as ligações entre a pesquisa básica, a tecnologia e o uso de produtos decorrentes dessas atividades. A análise do perfil de respostas mostrado na figura 2 permite concluir que os alunos ampliaram seu entendimento deste aspecto, uma vez que a abordagem CTS na educação técnica do IFSP contextualizou a temática e buscou propiciar uma formação cidadã com vistas a ampliar a capacidade crítica e reflexiva dos estudantes sobre os malefícios e benesses da tecnologia (BAZZO e PEREIRA, 2008).

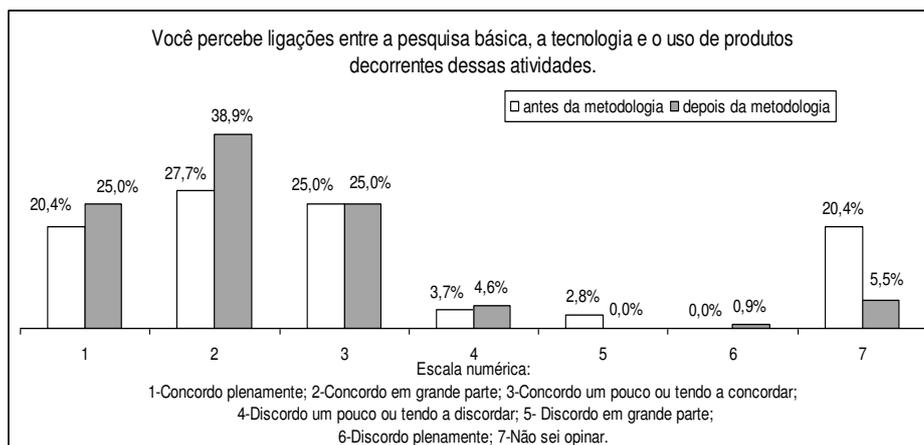


Figura 2: Ligações entre a pesquisa, a tecnologia e os produtos decorrentes.

Krasilchik e Marandino (2007) argumentam que cabe aos educandos adquirir cultura geral para desfrutarem dos conhecimentos e dos avanços da C&T, compreendendo suas conseqüências e o papel dessas atividades na melhoria da qualidade de vida das pessoas e também percebendo seus riscos e problemas associados, por exemplo, ao consumo e à degradação ambiental decorrente dos processos produtivos.

2ª dimensão - A Influência da Ciência e Tecnologia na Sociedade - meio ambiente:

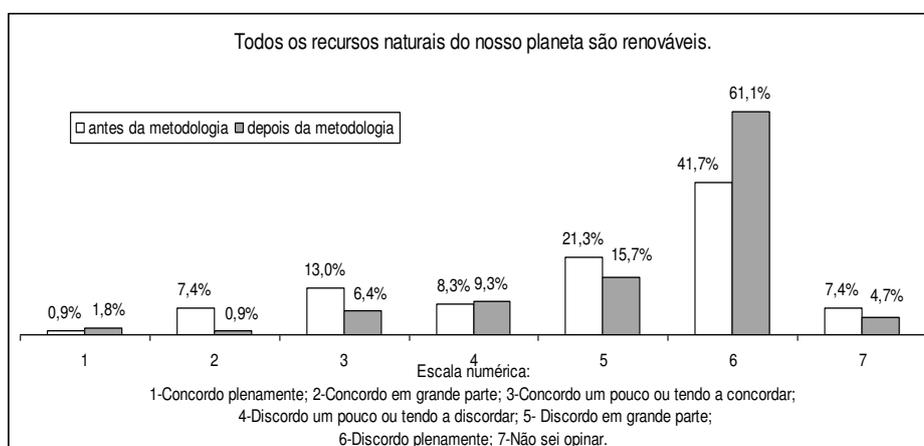


Figura 3: Percepções de alunos sobre recursos naturais do nosso planeta.

Analisando o perfil das respostas percebemos que as atividades ampliaram a compreensão dos alunos sobre a existência de recursos naturais não renováveis no planeta, como os combustíveis fósseis, de modo que devemos encontrar outras fontes de energia, preferencialmente mais limpas e menos agressivas ao ambiente. Contribuímos, assim, para aprimorar a formação profissional oferecida no IFSP de Guarulhos e, ainda, favorecer o exercício da cidadania, pois integramos estudos técnicos à realidade ambiental, refletindo sobre alguns impactos da exploração da natureza relacionados ao desenvolvimento da C&T.

3ª dimensão - Influência da educação científica e tecnológica nas concepções CTS dos alunos

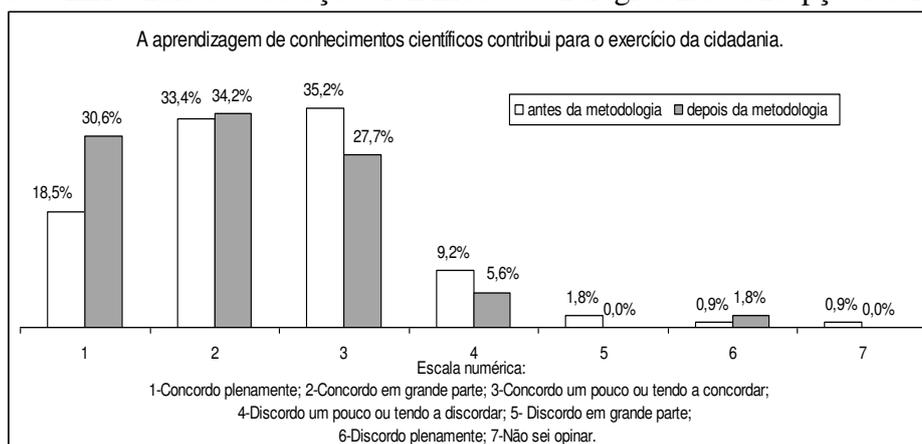


Figura 4: Relação entre conhecimentos científicos e o exercício da cidadania.

Salientamos que a apropriação de saberes relacionados à C&T e à forma como estas funcionam, tendo por base uma educação CTS, pode proporcionar nos estudantes autonomia e capacidade para atuar de maneira crítica e reflexiva frente às questões que envolvam essas áreas. Neste sentido, nos apoiamos em Santos (2005) quando sinaliza que a educação CTS:

É uma forma aberta do cidadão atingir o “conhecimento emancipação”. Insere a construção da cidadania no ensino disciplinar. Procura ultrapassar o fosso cognitivo ciência-cidadãos e o déficit escolar para capacitar o cidadão para funcionar melhor na sociedade; para aprender a lidar efetiva e funcionalmente com questões científicas e tecnológicas que afetam as suas vidas. Presta especial atenção a modos de articular ciência/tecnologia com a sociedade e a situação que permitam debates éticos e culturais (SANTOS, 2005, p.107-108).

Entendemos que Santos (2005) não aponta para a existência de um único conhecimento, o que seria incoerente com a natureza deste trabalho, mas procura destacar o caráter emancipatório que todo conhecimento adquirido deve proporcionar.

Neste sentido, analisando o perfil de resposta da figura 4, concluímos que os alunos perceberam mais nitidamente que a aprendizagem de conhecimentos científicos poderá auxiliá-los a enfrentar situações e problemas reais de seu cotidiano social e profissional,

permitindo-lhes se posicionar mais adequadamente e de maneira mais crítica e fundamentada sobre assuntos que envolvam conhecimentos técnico-científicos. Em linha convergente, Chassot (2006) defende que devemos, enquanto educadores, transformar os alunos em agentes mais críticos, por meio do aprendizado de Ciências, ressaltando que:

A nossa responsabilidade maior de ensinar Ciência é procurar que nossos alunos e alunas se transformem, com o ensino que fazemos, em homens e mulheres mais críticos. Sonhamos que, com o nosso fazer Educação, os estudantes possam tornar-se agentes de transformações - para melhor - do mundo em que vivemos (CHASSOT, 2006, p. 31).

4ª dimensão - A natureza da produção do conhecimento científico e tecnológico.

A questão aqui colocada trata da natureza da produção do conhecimento científico e tecnológico estudada nesta pesquisa. Cachapuz et al. (2005) chama atenção quando ressalta que temos que nos referir à rejeição da idéia de Método Científico como um conjunto de regras perfeitamente definidas que devem ser aplicadas mecanicamente, independentemente do conjunto investigado (CACHAPUZ et al., 2005). A figura 5 ilustra o comportamento do perfil de respostas dos alunos quando se posicionam sobre a afirmação que o conhecimento científico não pode ser alterado, pois é construído sobre bases sólidas do Método Científico.

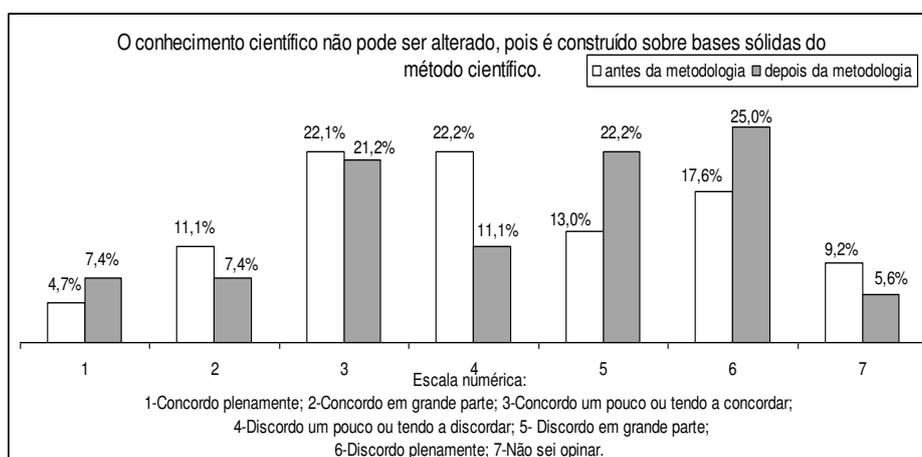


Figura 5: Percepções de alunos sobre conhecimento científico e Método Científico.

As mudanças no perfil de respostas, apontando principalmente um expressivo aumento de discordância quanto à afirmação proposta, sinalizam que houve ampliação da visão da maioria dos alunos acerca da dinâmica da produção do conhecimento científico, aumentando sua capacidade crítica no sentido de compreenderem melhor alguns aspectos relacionados com essa produção, que se caracteriza por ser uma construção humana em um determinado contexto histórico e que, portanto, pode sofrer mudanças ao longo do tempo.

5ª dimensão - A Influência da pesquisa e desenvolvimento científico-tecnológico na sociedade.

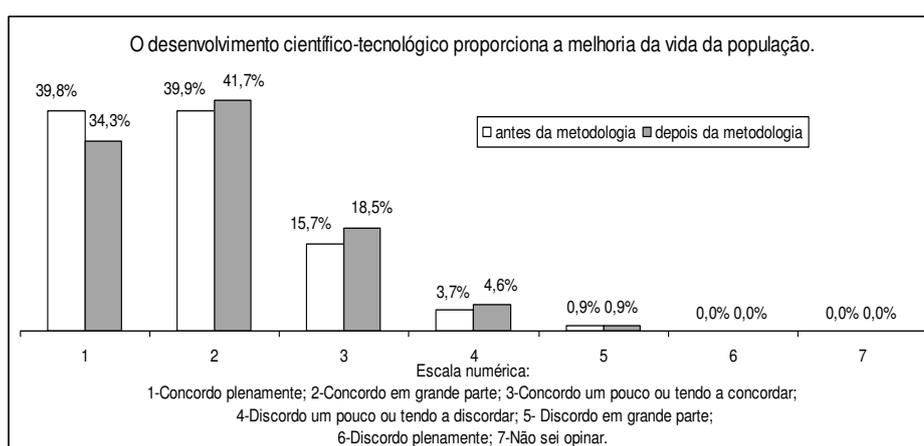


Figura 6: Percepção dos alunos acerca de possíveis relações entre o desenvolvimento da C&T e a melhoria da vida da população.

Analisando o perfil de respostas da figura 6, apesar de modesta, as ações pedagógicas realizadas melhoraram um pouco o entendimento do fato de que o desenvolvimento científico e tecnológico nem sempre melhora a vida da sociedade em geral, pois muitas vezes apenas uma parcela da população se beneficia dos mesmos e não se pode desprezar eventuais influências negativas geradas pela C&T sobre a sociedade, ainda que a mídia tenda a salientar junto à população informações que associem os resultados da C&T com melhorias da sua qualidade de vida, o que em alguma medida pode ter influenciado os resultados desta questão, que mostra pouca alteração na percepção dos estudantes analisados.

Considerando ainda a 5ª dimensão CTS, o questionamento mostrado na figura 7 traz à tona reflexões sobre as interligações entre a automatização de processos produtivos e a ampliação do nível de emprego das pessoas. Para análise desta importante questão, julgamos

oportuno salientar as argumentações de Angotti e Auth (2001) quando ressaltam que os avanços da Ciência e da Tecnologia não beneficiam igualmente a todos:

Está cada vez mais evidente que a exploração desenfreada da natureza e os avanços científicos e tecnológicos obtidos não beneficiaram a todos. Enquanto poucos ampliaram potencialmente seus domínios, camuflados no discurso sobre a neutralidade da C&T e sobre a necessidade do progresso para beneficiar as maiorias, muitos acabaram com os seus domínios reduzidos e outros continuaram marginalizados, na miséria material e cognitiva. (ANGOTTI e AUTH, 2001, p. 16).

Isso deixa claro que a atuação da ciência e da tecnologia não é neutra, dado que se realizam envolvidas em uma tessitura de relações sociais caracterizada por embates entre seus diferentes seguimentos constituintes, entre diferentes visões de mundo e de valores.

A figura 7 ilustra o comportamento das respostas dos aprendizes à afirmação:

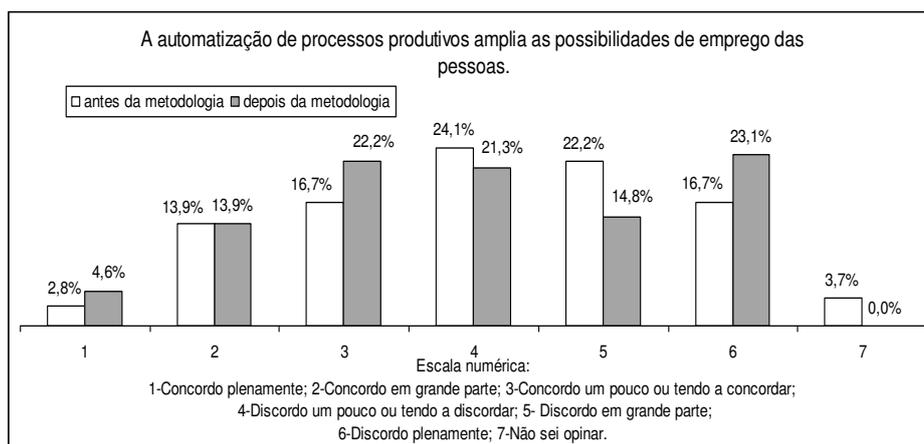


Figura 7: A Automatização de processos produtivos como meio de ampliar as possibilidades de emprego das pessoas.

Considerando os argumentos de Angotti e Auth (2001) e observando o comportamento heterogêneo do perfil das respostas mostrado na figura 7, notamos uma diminuição das escalas 4 e 5, relacionadas a discordâncias, aumentos na escala 1 e 3, relacionadas com concordâncias, bem como aumento no percentual da escala 6 (discordância plena), sendo possível concluir que não houve avanço suficiente no entendimento de que a automatização dos processos produtivos, intimamente ligado aos avanços da Tecnologia, não garante automaticamente a ampliação das oportunidades de emprego para todas as pessoas e nem o seu acesso aos produtos decorrentes dessa automatização.

Considerando que a pesquisa foi realizada em um curso de formação profissional destinado à colocação de jovens no mercado de trabalho, entendemos que esta posição dos aprendizes pode estar ligada às possibilidades percebidas pelos mesmos de conquistarem

melhorias na sua vida profissional com o curso concluído. Este fato pode ter dificultado a aquisição de uma visão mais ampla sobre as consequências da automatização de processos produtivos para outros seguimentos da sociedade, não beneficiados por essa automatização.

Conclusões

Os resultados alcançados neste trabalho permitem afirmar que as abordagens e os recursos pedagógicos empregados sob o enfoque CTS, utilizados no curso profissionalizante em Automação Industrial do IFSP de Guarulhos, possibilitaram a superação de um ensino propedêutico, alavancando discussões e reflexões em uma perspectiva mais ampla de formação profissional. Tal formação permitiu aos estudantes construir novos conhecimentos e compreenderem 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 conseguimos proporcionar alguns avanços nas concepções dos alunos acerca de ideias que envolvem importantes relações CTS, com destaque para a ampliação do entendimento de que a sociedade deve influenciar nos rumos da pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico (figura 1), mostrando que a Alfabetização Científica foi proporcionada para a maioria dos alunos no que diz respeito a este aspecto.

Notamos também avanços no entendimento dos alunos com relação a perceberem ligações entre a pesquisa básica, a tecnologia e o uso de produtos decorrentes dessas atividades (figura 2). Houve também ampliação expressiva do entendimento dos alunos de que nem todos os recursos naturais do nosso planeta são renováveis, devendo-se buscar alternativas mais limpas e renováveis (figura 3).

Constatamos que as atividades realizadas permitiram despertar nos estudantes a compreensão de que a aprendizagem do conhecimento científico pode contribuir para o exercício da cidadania (figura 4), no sentido de estimular a ampliação da sua capacidade de análise crítica acerca da atividade científica e tecnológica, envolvendo aspectos do contexto de sua futura profissão. Este resultado mostra avanços no posicionamento dos alunos, uma vez que a maioria percebeu que os conteúdos de Física, presentes na disciplina de Máquinas Elétricas, quando articulados sob o enfoque temático CTS, facilitam o desenvolvimento de uma visão mais nítida dos impactos positivos e negativos decorrentes do desenvolvimento

científico-tecnológico sobre a sociedade e o meio ambiente. Com isto, entendemos que apesar de algumas falhas na abordagem oferecida, a formação profissional propiciada poderá torná-los mais aptos a atuar de modo responsável e preocupado 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.

Foi possível ainda desenvolver um melhor entendimento de que o conhecimento científico pode ser alterado, por se tratar de uma produção humana historicamente construída (figura 5).

Constatamos uma melhora modesta no entendimento de que C&T não geram, obrigatoriamente, melhoria de vida da população, pois às vezes apenas uma parcela é beneficiada e há influências sociais e ambientais negativas que não devem ser desprezadas (figura. 6). Neste sentido, entendemos que a abordagem empregada não foi eficiente para modificar mais intensamente a percepção dos alunos, que sofre constantemente influências das mídias atuando geralmente de modo a favorecer a associação entre as contribuições da C&T e a melhoria da qualidade de vida dos indivíduos. Assim, verificamos a necessidade de que essa questão seja tratada com maior amplitude e aprofundamento, visando evitar um alinhamento a posições deterministas e mesmo salvacionistas relacionadas com a C&T (AULER e DELIZOICOV, 2001; SANTOS e MORTIMER, 2002).

Por outro lado, em que pese nossa intenção de despertar nos alunos reflexões sobre suas ações futuras como técnicos em Automação Industrial, estimulando atenção às conseqüências de uma implementação técnica inovadora, os resultados apontam que não houve sucesso neste aspecto (figura 7), provavelmente por lidarmos com alunos de um curso técnico que tendem a perceber mais intensamente as oportunidades imediatas de emprego com a conclusão de sua formação profissional. Apesar disso, despertamos nos alunos um melhor entendimento global acerca de alguns aspectos das relações CTS, aprimorando sua formação profissional e capacitando-os para a tomada de posição em relação a assuntos que envolvam C&T e suas influências sobre a sociedade e o meio ambiente.

Com relação às reflexões da NSTA que caracterizam os programas CTS, citadas por Cruz e Zylbersztajn (2005) e selecionadas para dar suporte a este trabalho, 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. Essa identificação ocorreu nas reflexões do tema fontes de energia automotiva, sendo abordados os impactos sociais e

ambientais decorrentes de cada opção estudada. Os estudantes do curso técnico poderão fazer uso deste conhecimento na indústria participando das decisões sobre questões que envolvem a utilização de fontes de geração de energia alternativa para minimização dos problemas relacionados, por exemplo, com as emissões de gases de efeito estufa.

No que se refere à extensão da aprendizagem para além do período de aula, da classe e da escola, propomos a realização de pesquisas e trabalhos em grupos que foram feitos fora da escola e do período de aulas. Com isso, mostramos aos alunos que a aprendizagem não cessa na escola ou em sala de aula, pois é preciso aprender a aprender fora dos limites da instituição escolar. A preparação para a apresentação de seminários e realização do debate com argumentos pertinentes são exemplos de atividades que demandam estudos prévios em ambientes externos ao espaço escolar, distante dos olhos e do controle direto do professor.

A abordagem realizada possibilitou ainda aos alunos compreenderem que o conteúdo científico vai além do conjunto de conceitos que devem dominar para resolver suas provas ou exames. Despertamos, assim, uma compreensão de vida em sociedade, que precisa ser vivida com responsabilidades e com o devido embasamento científico de suas opiniões acerca de assuntos técnico-científicos, sendo o tema fontes de energia aqui focado bastante atual e presente no dia a dia das pessoas. Ao mesmo tempo, o entendimento de algumas relações CTS permitiu ampliar a visão dos alunos sobre o fato que vivemos em um planeta que precisa ser cuidado por todos, pois as influências de decisões técnico-científicas e políticas, tomadas em outros países e que tem dado amparo aos modelos de organização socioeconômica pautados no consumismo exacerbado e na obsolescência programada, podem gerar sérios impactos aqui, como é o caso do efeito estufa relacionado ao aquecimento global. Estes aspectos extrapolam a pura e simples resolução de provas para obtenção de notas e aprovação, sedimentando a construção de reflexões capazes de amparar atitudes e o exercício mais adequado da cidadania (SANTOS, 2005).

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 em estreita relação com aspectos ambientais, acreditamos ter facilitado aos alunos a percepção do quanto é desafiadora, diversa e complexa a carreira científica e tecnológica atualmente.

Podemos afirmar, então, que dadas as características da proposta pedagógica desenvolvida, estimulamos o envolvimento dos estudantes em diversas atividades, como a realização de pesquisas, seminários e debates, proporcionando reflexões mais aprofundadas e

abrangentes e permitindo, com isso, o seu desenvolvimento e a formação de conceitos ao longo dos processos que demandaram intenso uso do pensamento (VYGOTSKY, 2000).

Além disso, 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 (MORIN, 2008). Promovemos, assim, uma formação profissional técnica com visão ampliada e mais apropriada das relações CTS, o que deverá auxiliá-los futuramente a atuar de maneira mais consciente em suas carreiras, quando farão uso de conhecimentos científicos e tecnológicos. Neste sentido, nossa visão é convergente com Santos (2005) quando esta entende a educação, alicerçada no enfoque CTS, como uma linha privilegiada de educação cidadã (SANTOS, 2005).

É importante destacar também que o enfoque CTS adotado mostrou-se adequado para subsidiar a re-elaboração do currículo do curso técnico em Automação Industrial no IFSP, *campus* Guarulhos, constituindo uma possibilidade de melhoria do ensino oferecido nessa instituição, com vistas à desejada formação cidadã. Acreditamos, complementarmente, ter contribuído para uma educação capaz de possibilitar aos indivíduos assumirem posturas mais críticas e responsáveis na sociedade onde vivem e atuam. Neste sentido, Krasilchik e Marandino (2007) ressaltam a importância da C&T na vida diária das pessoas, que muitas vezes enfrentam situações que demandam uma análise e um posicionamento adequado, como é o caso dos estudantes do curso técnico participantes dessa pesquisa, sendo enfatizado que:

“Alfabetização científica”, “ciência, tecnologia e sociedade”, “compreensão pública da ciência” são hoje expressões comuns tanto na literatura especializada, quanto nos meios de comunicação de massa. Cada uma delas tem múltiplos significados e interpretações. No entanto, a sua presença reiterada indica a importância da ciência e da tecnologia na nossa vida diária, nas decisões e nos caminhos que a sociedade pode tomar e na necessidade de uma análise cuidadosa e persistente do que é apresentado ao cidadão (KRASILCHIK e MARANDINO, 2007, p. 21).

Nesse sentido, houve ampliação do nível de consciência e capacidade de posicionamento crítico frente a conhecimentos técnicos e científicos, em decorrência da abordagem temática contextualizada, amparada no pluralismo metodológico. Com isto, proporcionamos aos aprendizes a compreensão de relevantes relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, além de questões relacionadas ao meio ambiente, o que deverá se refletir no exercício de sua futura profissão, que esperamos seja pautada pela busca do bem comum.

Desta forma, ao estimularmos a ampliação da visão dos estudantes para além dos limites dos conteúdos específicos programados para a disciplina de Máquinas Elétricas do

curso profissionalizante em Automação Industrial no IFSP, *campus* Guarulhos, acreditamos ter plantado uma semente que poderá alicerçar a formação profissional que é proporcionada nessa instituição, em uma perspectiva mais humanista de educação capaz de possibilitar aos indivíduos assumirem posturas mais críticas e conscientes de suas responsabilidades na sociedade onde atuam (KRASILCHIK, 1985).

Finalmente, analisando o conjunto de resultados obtidos constatamos algumas falhas ao longo do processo de intervenção realizado, algumas apontadas pelos próprios alunos como a necessidade de realização de mais atividades em grupo e mais tempo de estudos sobre o tema em casa e na escola. Além disso, notamos que em alguns momentos não foi propiciado o devido aprofundamento das discussões acerca de alguns aspectos que poderiam auxiliar na superação de percepções deterministas acerca da C&T e também no melhor entendimento sobre a importância da participação pública a partir da compreensão da tecnologia como um processo sociotécnico, valorizando o diálogo de saberes (DAGNINO e NOVAES, 2005). Neste sentido, tendo em vista algumas possíveis limitações na abrangência e análises comportadas por este trabalho, julgamos oportuno sinalizar alguns delineamentos que podem contribuir para o aprimoramento de trabalhos futuros, notadamente uma maior consideração e ênfase em aspectos relevantes relacionados, por exemplo:

a) Com a proposta da Adequação Sócio-técnica (AST) que introduz a idéia que o desenvolvimento da C&T é em si mesma um processo de construção social e, portanto, político, devendo o mesmo atender não apenas as finalidades de caráter técnico-econômico, como é usual, mas ao conjunto de aspectos sócio-econômico e ambiental que constituem a relação Ciência-Tecnologia e Sociedade (DAGNINO, 2004);

b) Ao processo de construção sócio-técnica, através do qual artefatos tecnológicos são produzidos por negociações entre grupos sociais relevantes, com intenções e interesses particulares distintos (DAGNINO e NOVAES, 2005), visando despertar os alunos para os encaminhamentos deterministas que forçam e empurram a sociedade para o desenvolvimento da C&T com vistas a eficiência e progresso dela mesma (DAGNINO, 2007), dado que este é um dos aspectos bastante criticados pelos estudos CTS;

c) Com a problematização do próprio sistema automotivo, buscando a superação de um pensamento simplificante em direção a um pensamento complexo e abrangente, avançando para isso as discussões para além das fontes de energia mais adequadas para o sistema automotivo e seu funcionamento mais sustentável, onde as reflexões alcançariam outros modelos de sistemas de transporte, como o ferroviário e o hidroviário.

Apesar das falhas aqui apontadas, acreditamos que as ações pedagógicas contribuíram de diversas formas para uma formação profissionalizante mais abrangente dos alunos, oferecendo uma resposta positiva à questão que norteou a pesquisa aqui relatada.

Referências

ACEVEDO, J. A.; VASQUES, A.; MANASSERO, M. A.; ACEVEDO, P. (2002). Actitudes y creencias CTS de los alumnos: su evaluación com el cuestionario de opiniones sobre ciência, tecnologia y sociedad. n.2, 2002. Disponível em < <http://www.oei.es/revistactsi/numero2/varios1.htm> >. Último acesso em: 8 fev. 2012.

ANDALOUSSI, E. K. (2004). *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 e Educação*. v.1, n.7, p. 15-27, 2001.

ANGOTTI, J. A. P.; BASTOS, F. P.; MION, R. A. Educação em Física: Discutindo Ciência, Tecnologia e Sociedade. *Revista Ciência e Educação*. v.7, n.2, p. 183- 197, 2001.

ARRUDA, S. M.; LABURÚ, C. E. Considerações sobre a função do experimento no ensino de ciências. *Revista Ciência e Educação*. n.3, p.53-60, 1996.

AULER, D. Alfabetização Científica-Tecnológica: Um Novo “Paradigma”? *Revista Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*. v.1, n.5, p.69-83, 2003.

AULER, D. ; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científica-Tecnológica para que? *Revista Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*. v.1, n.3, p.1-13, 2001.

BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. V. O que é CTS, afinal, na Educação Tecnológica. *Revista Tecnologia e Cultura*, n. 13, p.46-53, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. Diário Oficial da União, Plano de Desenvolvimento Institucional do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo: Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008. Brasília, DF, 2008.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de educação Média e Tecnológica. PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, DF, 2002.

_____. Ministério da Educação. Lei de diretrizes e bases da educação nacional: Lei nº. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Brasília, DF, 1996.

CACHAPUZ, A. et al. *A necessária Renovação do Ensino das Ciências*. São Paulo: Cortez, 2005.

CASTANHO, M. E. L. M. Da discussão e do debate nasce a rebeldia. In: VEIGA, I. P. A. (Org.). *Técnicas de Ensino: Porque não?* Campinas: Papirus, , 1991, p.89-101.

CHASSOT, A. *Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação*. Ijuí: Unijui, 2006.

COLOMBO, C. R.; BAZZO, W. A. Educação Tecnológica Contextualizada, ferramenta essencial para o Desenvolvimento Social Brasileiro. *Revista de Ensino de Engenharia*, Florianópolis. v. 20, n. 1, 2001, p. 9-16.

CRUZ, S. M. S.; ZYLBERSZTAJN, A. O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos. In: PIETROCOLA, M. (Org.). *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora*. Florianópolis: UFSC, 2005, p.171-195.

DAGNINO, R. Os Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade e a Abordagem da Análise de Política: Teoria e Prática. *Revista Ciência e Ensino*. v.1, n. especial, p.1-12, 2007.

DAGNINO, R.; “Ciência e tecnologia para a cidadania” ou Adequação Sócio-técnica com o Povo?. *Grupo de Análise de Políticas de Inovação vinculado ao Departamento de Política Científica e Tecnológica da Unicamp*, p.1-30, 2004. Disponível em: <http://www.ige.unicamp.br/gapi/AST_COM_O_POVO.pdf> Último acesso em: 19 fev. 2012.

DAGNINO, R.; NOVAES, H, T. A Adequação Sócio-Técnica na agenda do Complexo de C&T e dos Empreendimentos autogestionários. *XI Seminário Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica*, p. 1-13, 2005. Disponível em: <<http://www.oei.es/salactsi/52212510.pdf>>. Último acesso em: 3 fev. 2012.

DAGNINO, R. et al. Evolução do desenvolvimento científico e tecnológico da América Latina: o caso brasileiro. *Grupo de Análise de Políticas de Inovação vinculado ao Departamento de Política Científica e Tecnológica da Unicamp*, p.1-30, 2007. Disponível em: <http://www.ige.unicamp.br/gapi/DESENVOLVIMENTO_DA_CT_NA_AMERICA_LATINA.pdf> Último acesso em: 20 fev. 2012.

DEMO, P. *Educar pela Pesquisa*. Campinas: Autores Associados, 1996.

FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários a prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

HINRICHS, R.; KLEINBACH, M. *Energia e meio ambiente*. Tradução de Flávio Maron Vich e Leonardo Freire de Mello. São Paulo: Cengage Learning, 2003.

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

KRASILCHIK, M. Ensinando ciências para assumir responsabilidades sociais. *Revista de Ensino de Ciências*, v.14, p. 8-10, 1985.

LABURÚ, C. E.; CARVALHO, M. *Educação Científica: Controvérsias Construtivistas e Pluralismo Metodológico*. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2005.

LOPES, A. O. Aula Expositiva: Superando o Tradicional. In: VEIGA, I. P.A. (Org.). *Técnicas de Ensino: Porque não?* Campinas: Papirus, 1991, p.35-48.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas*. São Paulo: Pedagógica e Universitária Ltda, 1986.

MARIOTTI, H. *As paixões do Ego: complexidade, Política e Solidariedade*. São Paulo: Palas Athena, 2000.

MORIN, E. *Ciência com Consciência*. Tradução de Maria D. Alexandre e Maria Alice Sampaio Dória. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

PINHEIRO, N.A.M., et al. Ciência, Tecnologia e Sociedade: A Relevância do Enfoque CTS para o Contexto do Ensino Médio. *Revista Ciência e Educação*. v.13, n.1, p.71-84, 2007.

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

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

RUIZ, L.S., et al. Aplicações de diferentes fontes de energia. *Revista Ciência e Educação*. v.1, n.1, p.78-98, 1995.

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

VASCONCELLOS, V. M. R. Zona de Desenvolvimento Proximal: a brincadeira na creche. In: FREITAS, M. T. A. (Org). *Vygotsky, um século depois*. Juiz de Fora: UFJF, 1998, p. 47-72.

VEIGA, I. P. A. O seminário como técnica de ensino socializado. In: VEIGA I. P. A.(Org.). *Técnicas de Ensino: Porque não?* Campinas: Papirus, 1991, p.103-113.

VEIGA, I. P. A. Nos Laboratórios e Oficinas Escolares: A Demonstração Didática. In:VEIGA, I. P. A. (Org.). *Técnicas de Ensino: Porque não?* Campinas: Papirus, 1991, p.131-146.

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

MAURO SÉRGIO TEIXEIRA DE ARAÚJO: Bacharel e Licenciado em Física pela Universidade de São Paulo, tornou-se Mestre e Doutor pela mesma Instituição na área experimental de Física de Plasmas. Iniciou a docência no Ensino Superior em 1994 e atualmente é professor Titular da Universidade Cruzeiro do Sul, onde leciona e coordena Cursos de Especialização presencial e a distância. Suas atividades na Pós-Graduação envolvem a docência, orientação de estudantes e realização de pesquisas na área de Ensino de Física e de Matemática no programa de Mestrado e Doutorado, enfocando a utilização de metodologias e estratégias de Ensino de Física e Matemática destinadas principalmente ao

Ensino Médio e Fundamental, uso da experimentação, introdução de tópicos de Física Moderna e Contemporânea, bem como elementos de Educação Ambiental. Suas pesquisas envolvem abordagens baseadas no enfoque CTS/CTSA, com vistas à Alfabetização e o Letramento Científico e a formação para a cidadania. Atua na Universidade Cruzeiro do Sul como membro da Comissão Própria de Avaliação (CPA) e do Grupo de Apoio à Avaliação Institucional, planejando e executando projetos de Avaliação Institucional. Nesta instituição é membro do Comitê Científico e Editor da Revista de Ensino de Ciências e Matemáticas (REnCiMa), lançada em 2010.

RICARDO FORMENTON: Formou-se Mestre em Ensino de Ciências Acadêmico (Física) pela Universidade Cruzeiro do Sul em 2011, orientado pelo Prof. Dr. Mauro Sérgio Teixeira de Araújo. Graduado em engenharia elétrica, modalidade eletrotécnica, na Faculdade de Engenharia Industrial, trabalhou em indústrias e empresas exercendo a função de engenheiro de instalações e de manutenção. Logo após, iniciou carreira acadêmica como professor de cursos profissionalizantes em estabelecimentos governamentais e particulares de ensino. Atualmente é professor efetivo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), campus Guarulhos.