



## ENERGIA E DESENVOLVIMENTO HUMANO: UMA ABORDAGEM SOCIOCIENTÍFICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

## ENERGY AND HUMAN DEVELOPMENT: A SOCIOSCIENTIFIC APPROACH IN SCIENCE TEACHING

Nataly Carvalho Lopes<sup>1</sup>

Prof. Dr. Washington Luiz Pacheco de Carvalho <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mestranda do Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência/ Faculdade de Ciências,  
UNESP, Campus de Bauru/ e-mail: [naty\\_lopes85@hotmail.com](mailto:naty_lopes85@hotmail.com)

<sup>2</sup> Professor Adjunto da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, UNESP, Campus de Ilha Solteira/ e-mail:  
[washcar@dfq.feis.unesp.br](mailto:washcar@dfq.feis.unesp.br)

### Resumo

Neste artigo apresentamos parte de um projeto de pesquisa de mestrado que se desenvolve com o objetivo de abordar no ensino de ciências uma questão controversa envolvendo as interações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA). A partir da perspectiva teórica de Theodor Adorno, o presente trabalho propõe-se a analisar os indícios da semiformação de estudantes quando estes estiveram inseridos em um debate sobre a problemática que cerca as relações entre distribuição e acesso à energia e desenvolvimento humano. Neste artigo é explorada parte do referencial teórico no qual se fundamenta o trabalho, e também é apresentada e analisada a proposta de abordagem do tema “Energia & Desenvolvimento Humano” como um espaço formativo, no qual se releva questões éticas, morais, valores e atitudes dos estudantes.

**Palavras-chave:** Ensino de Ciências, CTSA, Questões sociocientíficas, questões energéticas, desenvolvimento humano; Semiformação.

### Abstract

In this paper it is presented part of an undergraduate degree research project which aims at exploring a controversial issue, involving STSE relations. Assuming a theoretical perspective based on Theodor Adorno's work, the paper intend to analyze indications of students' semi-formation presented by them in a debate about problematic issues that can be found in the relations among distribution, access to energy and the concept of human development. In this paper it is presented part of the theoretical framework in which the research is based on, and also it is presented and analyzed the proposal of approaching the theme “Energy and Human Development” as a formative space it is possible to emphasize ethical and moral issues as well as values and attitudes of the students.

**Key-words:** Science Teaching; STSE; socio-scientific issues; energetic issues; human development; Semi-formation.

## SEMIFORMAÇÃO/FORMAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS – O DEBATE DE QUESTÕES CONTROVERSAS.

Difícilmente a educação em determinada sociedade não seguirá as circunstâncias sociais, políticas, econômicas e culturais, “porque a educação deve responder aos projetos e problemas de cada época” (MENEZES, 2005; p.155). Porém, esta posição pode reduzir as várias dimensões da vida social a um valor circunstancial de mercado, o qual muitas vezes se busca como sentido para a formação científica, mas que resulta em uma educação subsumida a aplicação direcionada, imediata e precocemente especializada. Entretanto, se tal perspectiva pragmática deixa de existir, os alunos podem não apresentar qualquer motivação para aprender ciências. Cabe-nos como educadores posicionados criticamente, assumir que “sob uma perspectiva humanística, a educação científico-tecnológica não pode sucumbir a isso, mas cooperar para que a escola reaja a essas circunstâncias.” (idem). Mas é preciso compreender melhor este quadro.

A educação, assim como a sociedade, há muito tempo vivenciam a exacerbação de certo determinismo científico-tecnológico, cuja origem já havia sido percebida e denunciada por Max Weber, ainda no começo do século XX. Os resultados e os produtos de pesquisas científicas e do desenvolvimento de tecnologias são informados à população, e parecem ocupar espaços anteriormente inimagináveis, contribuindo para a deterioração do potencial formativo e para uma elevação do papel da informação e do consumo de bens e serviços por ela reforçados. Mesmo a imagem de ciência veiculada pela mídia não escapa da lógica informativa. A informação dada por especialistas, que são levados a incorporar valores midiáticos, chega à população como receitas ou como prescrições para bem viver, mas carregam também uma imagem dogmática da ciência, que em nada contribui para ter a sociedade não especializada participando de debates controversos que rondam o mundo científico-tecnológico.

Consequentemente, a educação científica como meio de reprodução social, baseada na informação e que chega aos alunos como subsistema da ciência apenas reforça o dogmatismo e o pragmatismo inerentes à visão de ciências dos especialistas, “*this sub – system, through university-level education, produces teachers who, without malice, teach dogmas in a pattern that form more than one link with the teaching religion*”<sup>1</sup> (ROTH & DÉSAUTELS, 2002; p.5). Estas reflexões podem guiar a problematização que podemos realizar sobre o ensino de ciências na escola básica, na qual:

O caráter excessivamente informativo desse ensino evidencia que ele está se prestando à manutenção de determinada idéia de autoridade da ciência entre os alunos, que na prática funciona como elemento de alienação, uma vez que instâncias da vida social, como a política e a econômica, utilizam tal autoridade como meio de conquista de poder. (CARVALHO, 2005; p.7)

Esta ciência apresentada nas escolas como valor informativo está baseada em formas de cientificismo, no qual a ciência e a tecnologia são vistas como neutras e livres de valores e de questões éticas. Não se releva, no ensino de ciências atual, o que Jenkins (2002) categoriza como três meios da ciência: o fundamental, preocupado com o entendimento e com a explicação de fenômenos naturais; o estratégico, como ênfase na área do conhecimento tecnológico para a produção de ferramentas e processos que podem ser emergenciais para o futuro e; o da ciência encomendada, que se preocupa com o estabelecimento de padrões, legislação e códigos para a prática científica. Para este autor, o que se ensina nas escolas diz respeito somente à ciência fundamental, na qual prevalecerá o cientificismo, cuja ideologia está baseada, segundo Aikenhead (2002) em:

---

<sup>1</sup> “*este subsistema, através da educação de nível universitário, produz professores que, sem malícias, ensinam dogmas em um padrão que se assemelha aos modos como se ensina religião.*” (tradução nossa)

- 1) **Realismo ingênuo:** segundo o qual o conhecimento científico é o reflexo das coisas como elas realmente são;
- 2) **Empirismo entusiasmado:** como se todo o conhecimento científico derivasse direta e exclusivamente da observação do fenômeno;
- 3) **Crença no experimentalismo:** a partir da experimentação realizam possíveis verificações conclusivas de hipóteses;
- 4) **Idealismo cego:** os alunos acreditam que os cientistas são completamente desinteressados e agem objetivamente em suas profissões;
- 5) **Racionalismos excessivos:** gira em torno da lógica da ciência que sozinha nos leva gradualmente próximos da verdade.

Em oposição a este cientificismo e com a maior percepção sobre os problemas e as controvérsias que envolvem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, desde as últimas décadas do século XX, a pesquisa em ensino de ciências tem experimentado uma nova perspectiva para refletir sobre a educação científico-tecnológica na escola. Esta perspectiva, vislumbrada através do chamado Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), tem relevado mais questões para a educação científico-tecnológica do que pressupunha o tradicionalismo desta modalidade de ensino. Tradicionalismo este, que expressa apenas resultados da ciência, e os transmite aos estudantes em forma de teoremas e equações a serem decorados, e que serão esquecidos imediatamente após sua aplicação para a resolução de exercícios em provas.

Este movimento é difundido no Brasil, principalmente por autores como Auler e Bazzo (2006), Angotti, Bastos e Mion (2006), Delizoicov (2001), Santos e Mortimer (2001), Auth (2001) entre outros. E tem sido fortemente divulgado nos periódicos da área, a exemplo da recente publicação de uma edição especial da revista *Ciência e Ensino* (2007), que é voltada exclusivamente aos debates sobre o movimento CTS no ensino de ciências. Em nível internacional, a Revista *Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad* tem realizado um importante trabalho de divulgação dos trabalhos desta área.

E tendo em vista as possibilidades que as interações CTSA apresentam para o ensino de ciências em comparação com o ensino atual, nos remetemos à distância existente entre o que realmente é ensinado e o ensino que seria necessário para proporcionar aos estudantes um envolvimento mais intenso com o mundo da ciência. Como nos itens acima, que se referem ao cientificismo difundido no ensino de ciências, em momento algum são relevadas as questões conceituais, processuais e axiológicas, que permeiam a construção e a aplicação da ciência dentro e fora de um contexto socializável. Esta distância separa os estudantes da experiência formativa, que lhes daria a possibilidade de refletir criticamente sobre a C&T e sobre a *formação deformada* que é praticada no ensino de ciências das escolas.

Esta formação deformada enquanto semiformação, como conceito relacionado às discussões que apontamos, em termos de Adorno<sup>2</sup>, trata da perda da experiência formativa verdadeira, que supunha uma relação dialética entre o sujeito e o objeto de estudo, ou seja, resume-se a um processo de aquisição de informação e não de reflexão sobre as relações complexas que pressupõem um determinado objeto ou teoria. A semiformação caracterizaria, por exemplo, o atual processo de ensino, no sentido de que os estudantes estão familiarizados com equações, teorias e pensamentos sobre ciências que lhes são previamente colocados, seguindo determinada visão, que dispensa reflexões sobre o fazer científico e sua inserção social. Nesta perspectiva, é recorrente que “O pretensso conteúdo não passa de uma fachada desbotada; o que fica gravado é

---

<sup>2</sup> Theodor W. Adorno (1903 – 1969) filósofo alemão do século XX, pertencente à chamada primeira geração da escola de Frankfurt, junto a Horkheimer, Marcuse e Walter Benjamin.

uma sequência automática de operações padronizadas” (ADORNO & HORKHEIMER, 1985; p.113).

(...) é o que ocorre quando nos defrontamos com a maneira pela qual a semicultura se difunde. Ela exige a memorização de fórmulas, datas e nomes que serão rapidamente esquecidos, mediante a apresentação de um “novo” conteúdo que precisa ser absorvido imediatamente, evitando-se o procedimento metodológico-educacional que procura relacionar essas mesmas fórmulas com a história e os interesses da humanidade. (ZUIN, 1998; p.164)

Desta forma, os alunos podem vir a conhecer sobre as fórmulas que descrevem o funcionamento de uma bomba atômica, mas dificilmente no ensino de ciências, lhes serão postas as questões controversas envolvendo a energia nuclear, de forma a relevar as relações éticas, econômicas, políticas, de risco e benefício entre tantas outras que envolvem tal problemática.

Ainda que sejam postas estas implicações envolvendo uma problemática científica, o processo semiformador no qual os alunos têm sido habituados pela escola, não os proverá da capacidade de se posicionarem autonomamente sobre determinado assunto. O usual é que eles esperem pelo pensamento pronto ao qual se acostumaram a obter ao ler uma notícia de jornal que privilegie determinada ideologia ou outra, por exemplo. Assim, o que constitui a formação ou semiformação dos sujeitos são, entre outras hipóteses, os pensamentos prontos, o cientificismo e o esvaziamento dos temas, e que também parecem caracterizar o processo de ensino de ciências atual como meio de reprodução das instâncias sociais, em detrimento da formação do pensamento crítico e autônomo.

Tendo em vista esta situação atual do ensino de ciências, ao considerarmos a perspectiva da semicultura, a desconstrução do pensamento preformado dos estudantes parece ser uma emergência. Trata-se de desenvolver e utilizar metodologias que busquem tirar o aluno da posição de passividade e fazer com que ele procure por meios criativos de relacionar informações, refletir e tentar se posicionar frente a questões que até então lhes pareciam não pertencer ao seu mundo. Assim, propomos orientá-lo no sentido de que ganhe autonomia para relacionar áreas que até então pareciam pertencer a mundos totalmente diferentes, como a ciência, tecnologia, ética, moral, análises de risco e de custo-benefício.

Busca-se desta forma, romper com a cultura cientificista, na qual o argumento científico fala mais alto e impede que se coloque ou que se perceba o valor dos argumentos de natureza sociológica, econômica e ética, entre outros. Trata-se de ir em sentido contrário àquele da chamada tecnocracia, que se caracteriza como um imperativo no qual somente a visão da ciência é tomada como verdade. Por fim, trata-se de buscar espaços culturais, democráticos e emancipados, nos quais o livre debate visaria o uso da ciência e da tecnologia para fins de bem-estar da sociedade, mas baseados em julgamentos mais amplos sobre o significado de bem estar:

Since knowledge is the product of social constructive process and since we may fabricate products many ways (just as we may produce different kinds of wine from the same grape), all knowledge is contingent, and all scientific judgments are continually open to reconstruction and deconstruction<sup>3</sup>. (DÉSAUTELS, FLEURY e GARRISON, 2002; p.238)

Desta forma, todo conhecimento é produto de um processo que envolve uma quantidade indeterminada de associações e de atores humanos e não-humanos. Como o ensino de ciências vigente se fundou na separação do pensamento humano do método científico, nossa própria formação tratou de separar o conhecimento sistematizado das questões de ética e valores, da

<sup>3</sup> Uma vez que o conhecimento é produto do processo social de construção e uma vez que poderá fabricar produtos de formas variadas (assim como podemos criar muitos tipos de vinhos a partir da mesma uva), todo conhecimento é contingente, e todos os julgamentos científicos são continuamente abertos a reconstrução e desconstrução. (tradução nossa)

mesma forma como a ciência atual se fundamentou. “*As a society, we can only become free from indoctrination if a sufficient number of members are enabled to interrogate all forms of knowledge and knowledge construction.*”<sup>4</sup> (idem; p.296)

## UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

Diante às inúmeras problemáticas atuais envolvendo ciência e tecnologia, cujos debates não mais se esgotam no conhecimento científico, a escola, como braço da sociedade que atua na formação de sujeitos para a ação no mundo moderno, não pode mais ficar alheia aos fatos e artefatos que surgem a todo o instante. Isto denota a necessidade de formar pessoas cujo pensamento esteja preparado para atuar fortemente nas questões que entrelaçam ciência, tecnologia e sociedade, o que a nosso ver deve significar mais que preparar para a chamada “tomada de decisão”, termos que parecem indicar simplesmente a escolha dos sujeitos diante produtos nas prateleiras do supermercado. Ou seja, estamos nos referindo ao posicionamento crítico, que não exclui uma ação política e emancipada nos debates de questões controversas, a exemplo da implantação de usinas termonucleares, os investimentos em alimentos transgênicos ou pesquisas com células-tronco. Este modelo de formação estaria de acordo com os preceitos das interações CTSA na educação, de modo que:

Accordingly, STSE programs and themes have been designed and developed in an effort to interpret science and technology as complex socially embedded enterprises, and to promote the development of a critical, scientifically and technologically literate citizenry capable of understanding STSE issues, empowered to make informed and responsible decisions, and able to act upon those decisions. (PEDRETTI, 2003; p.219)<sup>5</sup>

Assim, propomos para o ensino de ciências problemáticas envolvendo ciência e tecnologia nas quais o conhecimento científico não pode ser tomado como a única perspectiva para as decisões relativas às ações de determinadas situações. Pois, quando uma questão é polêmica, ela releva diferentes pontos de vista e não pode ser resolvida facilmente. Normalmente, este tipo de questão, também chamada de sócio-científica, envolve, entre outros elementos, o conhecimento da natureza da ciência, ou seja, tem base no conhecimento científico; envolve a formação de opiniões, escolhas em níveis pessoais e sociais; são frequentemente noticiados pela mídia; devido às partes conflitantes, normalmente tais notícias são parciais e ideológicas; possuem uma amplitude local e global; envolvem análises de custo-benefício nas quais os valores são extremamente relevantes; consideram a sustentabilidade; envolvem raciocínio ético e moral; envolvem entendimento sobre riscos e são normalmente parte da vida cotidiana das pessoas (RATCLIFFE e GRACE, 2003; p.3).

São questões que se referem à ética e à moral, possuindo implicações diretas na sociedade e no meio ambiente e, por isso:

Torna-se cada vez mais necessário que a população possa, além de ter acesso às informações sobre o desenvolvimento científico-tecnológico, ter também condições de avaliar e participar das decisões que venham a atingir o meio onde vive. É necessário que a sociedade, em geral, comece a questionar sobre os impactos da evolução e aplicação da ciência e tecnologia sobre seu entorno e consiga perceber que, muitas vezes, certas atitudes não atendem à maioria, mas, sim, aos interesses dominantes. (PINHEIRO, SILVEIRA e BAZZO, 2007; p. 72)

<sup>4</sup> *Como uma sociedade, nós só podemos nos tornar livres de doutrinação se um número suficiente de membros forem habilitados a questionar todas as formas de conhecimento e a construção do conhecimento.*” (tradução nossa)

<sup>5</sup> *“Assim, programas e temas CTSA tem sido concebidos e desenvolvidos em um esforço para interpretar a ciência e a tecnologia como um empreendimento socialmente complexo e integrado, e promover o desenvolvimento de um cidadão crítico e alfabetizado científico-tecnologicamente capaz de entender questões CTSA, capaz de tomar decisões responsáveis e informadas, a apto a atuar de acordo com suas decisões.*” (tradução nossa)

Atualmente, temas representativos destas controvérsias podem ser exemplificados segundo os debates em torno das células-tronco, da questão da água (escassez e melhor uso), aquecimento global, questão energética, epidemias de tipos diferentes de gripe, como a influenza A (H1N1) e A (H5N1), os possíveis danos causados pela emissão de ondas eletro-magnético de aparelhos eletrônicos, a eugenia entre outros tantos temas. Segundo Reis e Galvão (2005) estes temas têm levado a tensões sociais entre direitos individuais e coletivos, entre política e valores ambientais, entre interesses econômicos e preocupações com a saúde.

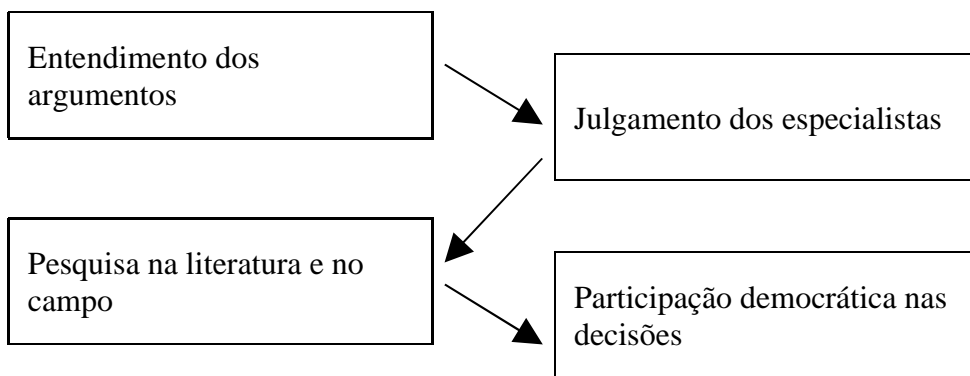
Para Pedretti (2003), as questões sociocientíficas são usadas para organizar alguns aspectos do ensino de ciências, em uma perspectiva CTSA. Para esta autora, as vantagens deste enfoque no ensino de ciências são decorrentes do fato de representarem um ponto de partida para o desenvolvimento e a exploração de mais pesquisas, propiciando maior reflexão sobre as informações apresentadas, de forma mais acurada e multidisciplinarmente. Para o estabelecimento destes elementos na sala de aula, estratégias direcionadas podem incluir o uso de casos históricos, debates, reconhecimento local das cidades, simulações e trocas de papéis.

Portanto, o envolvimento destes elementos nas discussões das questões sociocientíficas expõe a necessária formação de opiniões e de ações por parte dos estudantes, cuja frágil formação científica e tecnológica pode não corresponder à relevância dos aspectos expostos acima sobre uma determinada problemática sócio-científica.

Logo, com o objetivo de promover um ambiente que potencialize o desenvolvimento do raciocínio necessário aos alunos para que desenvolvam estes debates, Cross & Price (2002; p.104-7) propõem cinco elementos constitutivos de uma prática de sala de aula que privilegie os aspectos sócio-científicos, são estes:

- 1) **a definição do projeto**, na qual o professor pode decidir por um grande tema que apresente polêmicas, nas quais os argumentos científicos não bastem para sua resolução;
- 2) **separação das questões**, dentre as várias questões envolvidas em um grande tema, o professor pode optar por aquelas que julgue ser mais valorativas para a classe de alunos;
- 3) **consideração dos conceitos**, de modo a constituir um mapa conceitual sobre os conceitos-chave a serem ensinados no decorrer do projeto;
- 4) **investigações**, neste momento os estudantes podem realizar um papel ativo buscando informações sobre o assunto em sua comunidade, bem como em bibliotecas, na internet, através de especialistas entre outros documentos, e;
- 5) **moderação do debate público e dos posicionamentos na sala de aula**, nesta etapa final do projeto, o professor pode realizar o trabalho de mediador das discussões e os estudantes podem estar engajados em um tipo de júri para defender os posicionamentos expressos pelos diferentes grupos.

Seguindo estas idéias, as ações em sala de aula devem buscar elementos da construção social da ciência, como argumentos e julgamentos que evidenciem a necessária participação social em debates de temas controversos. Para tanto, este trabalho pode estar permeado por ações que privilegiem o engajamento dos estudantes no tema em debate, resultando em habilidades e reflexões que os conduzam para posicionamentos autônomos. Desta forma, estas ações podem ser guias para a compreensão de alguns elementos participativos dos debates democráticos que envolvam as questões sociocientíficas. Estes elementos são explicitados no quadro a seguir:



**Figura 1: habilidades que conduzem a participação democrática para os posicionamentos dos estudantes. (CROSS & PRICE, 2002; p.104)**

Neste quadro, o item sobre o “entendimento dos argumentos” se refere à compreensão das razões e das justificativas apontadas por cada grupo envolvido na discussão para defender seus posicionamentos, tais como argumentos científicos, éticos, morais, ambientais, econômicos etc. A diferenciação entre as inferências e as evidências da ciência também é necessária, de forma a discutir estes elementos democraticamente ou, por outro lado simplesmente tomá-los como verdades a serem aceitas de imediato. Isto seria possível através do “julgamento dos especialistas”, posto que, as justificativas de base científica são certamente significativas, mas em determinadas circunstâncias, é necessário reconhecer a insuficiência destas justificativas para uma discussão.

Quanto às “pesquisas de campo e da literatura”, os estudantes podem ter contato com várias fontes de informações, além das apresentadas pelo professor. E diante disto, os alunos podem trazer novos fatos ao debate e realizar contextualizações históricas importantes, baseados em relatos de moradores, fotos ou quaisquer documentos que ajudem a fundamentar suas posições.

Segundo Cross & Price (2002), o desenvolvimento destas habilidades conduz os estudantes para uma participação democrática nas discussões de temas controversos que envolvem ciência, tecnologia e sociedade. Estas habilidades associadas à prática pedagógica orientada pelos elementos sugeridos acima, compõem a formação de um ambiente propício para o debate e para o posicionamento crítico dos estudantes quanto a uma questão do tipo sociocientífica.

## **ENERGIA E DESENVOLVIMENTO HUMANO COMO PROPOSTA DE UM TEMA SOCIOCIENTÍFICO**

A partir da exposição dos elementos gerais para a abordagem de questões sociocientíficas em sala de aula, o próximo passo é a escolha de um tema que seja representativo destas questões. Por isso, optamos pela escolha de um assunto que relacionasse a distribuição e o consumo de energia elétrica com o desenvolvimento humano, tema que procuramos apresentar melhor a seguir.

Iniciamos a problematização deste tema através da definição de desenvolvimento. Porque, embora tal definição seja controversa, pois “a maneira pela qual se definirá o desenvolvimento está ligada a uma visão do mundo, a um projeto, a múltiplas legitimações, ou seja, a todo discurso ideológico” (FOUREZ, 1995; p.109), a sociedade atual tem enfatizado as discussões acerca dos conceitos de desenvolvimento sustentável, sustentabilidade e sociedades sustentáveis. Por isso, é necessário compreender melhor sobre as bases em que se fundamenta a noção atual de desenvolvimento.

Para Pizzi (2005), desenvolvimento pode ser concebido de cinco maneiras diferentes: a) desenvolvimento autêntico que se refere à instância material, dependente do desenvolvimento

tecnológico e econômico e que visa o aumento nos níveis de vida dos indivíduos; b) o desenvolvimento mau, que contribui para as desigualdades sociais; c) o desenvolvimento destruidor que não releva os aspectos sociais, ambientais e morais em função do desenvolvimento puramente econômico; d) o desenvolvimento sustentável que se alicerça no equilíbrio do ambiente, dos recursos e dos bens e; e) o desenvolvimento emancipável que visa à autonomia nas práticas sociais dos indivíduos, abrangendo as dimensões econômicas, sociais, políticas, culturais, a plenitude da vida e um ambiente saudável.

Ao propor estas idéias, Pizzi ressalta que os modelos e as configurações de desenvolvimento devem, de qualquer forma, apoiar-se em pressupostos morais e éticos. Mas, contrariando este pressuposto axiológico, o desenvolvimento da sociedade moderna tem se baseado em um materialismo, concebido pelos três primeiros modelos expostos por este autor. De forma que a preocupação com o desenvolvimento da sociedade está ligada aos avanços dos transportes, das indústrias, do acesso à informação e do conseqüente avanço do consumo de produtos e serviços. Estes elementos colocam cada vez mais a sociedade em risco, exigem novas demandas energéticas e aumentam o fosso existente entre as diferentes classes sociais:

Os modelos de desenvolvimento descrevem a trajetória das sociedades em busca dos fins como desejáveis. Sua expressão material encontra-se nos modelos de produção e de consumo, que pressupõem determinados padrões de distribuição dos recursos, benefícios e custos de desenvolvimento, entre os diferentes grupos sociais. (ACSELRAD e LEROY, 1999<sup>6</sup>)

Em decorrência do aprofundamento das diferenças sociais produzidas por este modelo de desenvolvimento, surge a necessidade de repensar o paradigma atual de progresso. Se este for tomado sob a perspectiva de um processo “de ampliação das escolhas dos indivíduos que compõem a sociedade, nesse sentido o aumento da oferta de energia também representa uma forma de ampliar as opções disponíveis para a sociedade.” (PEREIRA, 2007; p.41). Desta forma, o acesso aos bens e serviços torna-se essencial para o avanço da sociedade de forma democrática e igualitária. Estes bens e serviços, necessariamente, estão ligados à produção e ao consumo de energia, gerando conseqüentes avanços nos campos da saúde, da educação e da alimentação. Mas, em contrapartida, tornam-se problemáticas as buscas por soluções para as novas demandas energéticas.

Para garantir o acesso à energia, é necessário o aumento na produção e na distribuição deste serviço, cujos processos apresentam inúmeros problemas. Por exemplo, o Brasil: que embora apresente uma matriz energética variada cuja produção é considerável, cerca de doze <sup>7</sup> milhões de pessoas vivem sem energia elétrica. Destas, 90% estão localizadas nas áreas rurais menos desenvolvidas do país.

Com vistas a propor soluções para os problemas sociais decorrentes da falta de eletrização no Brasil, o Governo Federal anunciou uma série de medidas com a função de avançar na melhoria da qualidade de vida das populações carentes. Dentre estas medidas, foram criados os programas “Auxílio Gás” e “Bolsa Família”, que garantem uma ajuda financeira mensal às famílias de baixa renda que mantém a frequência das crianças nas escolas. Ademais, a partir do chamado “Programa de Aceleração do Crescimento” (PAC), foi implantado em 2004 o programa “Luz para Todos”, cujo objetivo era o de eletrificar todos os domicílios do Brasil até o ano de 2008. Porém, as metas de eletrização deste programa ainda não foram atingidas, devido a inúmeros fatores que dificultam a efetivação das medidas do governo.

---

<sup>6</sup> Disponível em: PROJETO BRASIL SUSTENTÁVEL E DEMOCRÁTICO <http://www.rits.org.br/pbsd>. Acesso em 11 de maio de 2009.

<sup>7</sup> Dados fornecidos pelo Ministério de Minas e Energias. Disponível em <HTTP://www.mme.gov.br>. Acesso em fevereiro de 2009.



Um destes fatores limitantes é o desinteresse das empresas concessionárias na implantação de usinas hidrelétricas de pequeno a grande porte para levar energia às famílias carentes. Tal desinteresse é atrelado ao baixo consumo de energia elétrica por estas famílias (de até 220 kWh/mês), o que não corresponde aos lucros convidativos às empresas. Mais problemas podem estar ligados a outros fatores, como a necessidade de transposição de rios e alagamento de regiões para a instalação das usinas hidrelétricas, que acarretam também em problemas ambientais e sociais.

Logo, há inúmeras necessidades de produção e de distribuição de energia com o objetivo de desenvolver a sociedade, mas as dificuldades para a superação, por vezes, transcendem as ações voltadas para a solução do problema. Entretanto, com esta breve exposição sobre o tema, tivemos a finalidade de evidenciar alguns dos aspectos que caracterizam esta problemática sociocientífica como potencial para a concretização das interações CTSA no ensino de ciências.

Desta forma, para Doménech et.al. (2007), em uma perspectiva CTSA, a questão energética envolve aspectos conceituais, processuais e axiológicos e que normalmente não são suficientemente levados em consideração. Para estes autores:

In the specific case of energy, this means, among others things reflecting on the human needs for energy resources; analyzing the problems associates with the use of various energy resources (extraction, transport, residues, ...). Studying machines aids to facilitate changes – without forgetting the current debates about reduction in energy use, alternative energy sources, lack of equilibrium between developed and underdeveloped countries, that are associates to the situation of planetary emergency. (DOMÉNECH, et.al., 2007; p.47)<sup>8</sup>

Desta forma, sob a perspectiva deste trabalho, a questão energética, dentre tantos outros temas polêmicos envolvendo CTS que poderíamos ter escolhido, pode beneficiar as discussões sobre os elementos expostos acima, bem como priorizar outros, como (LOPES, 2009):

- o questionamento das ações e aplicações da ciência e da tecnologia;
- a compreensão e o questionamento da própria construção do conhecimento científico (abordagens epistemológicas);
- os debates sobre a neutralidade da ciência;
- as relações dinâmicas do desenvolvimento das C&T;
- a compreensão dos conceitos relacionados à energia;
- a compreensão das relações complexas CTSA que envolvem a produção e o consumo de energia.

Neste contexto, estes são elementos potenciais para a formação científico-tecnológica dos estudantes e que são possíveis pela abordagem da questão energética em uma perspectiva sociocientífica. Devemos também ressaltar o fato de que “essas propostas e os debates em torno dessa questão ficam restritos, na maioria das vezes, aos meios técnicos e acadêmicos. Porém, um grande contingente populacional experimenta as decisões tomadas em torno dela.” (SILVA e CARVALHO, 2002; p.244). Assim, percebemos a necessidade de socializar o conhecimento produzido nesta área, e o ensino de ciências na escola básica se mostra como um meio propício para este trabalho.

---

<sup>8</sup> No caso específico da energia, isto significa, entre outras coisas refletir sobre as necessidades humanas por recursos energéticos; analisar os problemas sociais com o uso de vários recursos energéticos (extração, transporte, resíduos,...). Estudar as contribuições das máquinas para facilitar as mudanças – sem se esquecer os correntes debates sobre a redução do uso da energia, fontes alternativas de energia, falta de equilíbrio entre países desenvolvidos e subdesenvolvidos, que são associados à situação emergencial do planeta. (tradução nossa)

## CONSIDERAÇÕES SOBRE O POTENCIAL FORMATIVO DA ABORDAGEM DO TEMA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Por fim, tanto o tema apresentado, como a metodologia de trabalho em sala de aula, foram propostos sob a perspectiva das relações CTSA e da teoria crítica da sociedade, em busca de uma reflexão sobre a possibilidade de se levar em conta outras visões para o debate em ensino de ciências. Tais perspectivas apresentam um potencial para acompanhar e refletir criticamente a evolução dos fatos, das ações e das necessidades da sociedade, que estariam ligadas às constantes evoluções da ciência e da tecnologia. Em consequência, estas evoluções científico-tecnológicas devem ser refletidas no ensino e na aprendizagem de ciências, nos quais as discussões de cunho sociológico, como de ética e de valores, seriam necessárias para a construção da crítica. Construções estas que podem ser possibilitadas pela formação dos sujeitos em espaços culturais que zelam por debates democráticos, como o que tivemos a pretensão de apresentar.

Por outro lado, em detrimento do espaço cultural constituído a partir da situação de ensino proposta, os comportamentos e as falas representativos da semicultura dos estudantes ficam evidentes, tais como uma posição limitada a pensamentos não autônomos e a falta de envolvimento com o assunto. Para Gil-Pérez e Vilches (et.al., 2003), os conceitos simplistas e as ações pontuais que caracterizam o ensino de questões científicas e ambientais na escola se concentram apenas em problemas locais, sem se ocupar com a globalidade. Estes autores lamentam a pouca atenção dada à educação que prepare os sujeitos para o futuro, negligenciando uma percepção ampla sobre as problemáticas:

Curiosamente, esta falta de atenção à situação do mundo dá-se, frequentemente, também entre os que reclamam planos educativos globalizantes. Igualmente grave é o reducionismo que limitou a atenção da educação ambiental exclusivamente aos sistemas naturais, ignorando as estreitas relações existentes hoje em dia entre ambiente físico e factores sociais, culturais, políticos e econômicos. (idem; p.124)

Porém, buscamos que esta proposta não se limite à denúncia da semiformação dos estudantes, afinal, atividades de natureza questionadora como esta, possuem potencial para conduzir um processo de formação cultural. Desta forma, este potencial formativo pode ser expresso pela liberdade argumentativa, pela negociação entre diferentes visões, pelo contato com outras faces da ciência, mas, principalmente pelo exercício da crítica. Esta crítica se estabelece pela constante negação dos pensamentos preformados, que podem vir a serem relacionados à determinada visão de ciência e tecnologia difundida na sociedade pelos meios de comunicação e pela própria escola. Logo, o pensamento crítico torna-se imanente à formação cultural que se pretende com o ensino de ciências a partir dos debates das questões sociocientíficas, pois, “a crítica é um elemento inalienável da cultura, repleta de contradições” (ADORNO, 2007; p.80).

Por isso, a formação cultural não é aquela que denuncia as contradições sobre os temas que envolvam ciência, tecnologia e sociedade, em busca da harmonia entre estas instâncias, mas esta formação será aquela que se fundamentará na constante negação do próprio conceito de harmonia (ADORNO, 2007). Assim, se o intuito do ensino de ciências, embasado nestes pressupostos, for o de propiciar aos alunos o contato com o todo complexo e indissociável que compõe a ciência como cultura, com vista à emancipação, esta proposta torna-se apenas uma das partes de um processo que envolva outras instâncias participativas nos processos de ensino.

Tendo em vista estes pressupostos para a formação cultural, a identificação das características dos pensamentos e dos posicionamentos semiformados dos estudantes torna-se uma das ações iniciais para o estabelecimento de uma formação científico-tecnológica autêntica, o que pressupõe a necessidade de outras metodologias, outras propostas e reflexões. Neste

contexto, é necessário ressaltarmos que esta formação dos sujeitos, na perspectiva de Adorno, é sinônima de emancipação, e que seu objetivo não é “a mera transmissão de conhecimentos, cuja característica de coisa morta já foi mais que destacada, mas a produção de uma *consciência verdadeira*”. (ADORNO, 1995; p.141)

## REFERÊNCIAS

ACSELRAD, H.; LEROY, J.P. **Novas premissas da sustentabilidade democrática**. Rio de Janeiro: Projeto Brasil Sustentável e Democrático. FASE, 1999<sup>a</sup>. (Série Cadernos de Debate Brasil Sustentável e Democrático, n.1).

ADORNO, T. W. e HORKHEIMER, M. **Dialética do Esclarecimento**. Tradução de Guido Antônio de Almeida. Rio de Janeiro: Jorge Zahar editor, 1985; 223 p.

ADORNO, T. W. **Educação e Emancipação**. 4 ed. São Paulo: Editora Paz e Terra, 1995. 190p.

ADORNO, T. W. **Crítica cultural e sociedade**. In: ADORNO, T. W. **Indústria Cultural e Sociedade**. 4 ed. São Paulo: Editora Paz e Terra, 2007. (75-102 p.)

ADORNO, T. W. **Teoria da Semicultura**. Tradução de Newton Ramos-de-Oliveira, Bruno Pucci e Cláudia B.M. de Abreu. Revista Educação e sociedade, n.56, ano XVII, 1996. (388-411p.)

AIKENHEAD, G. **Whose Scientific Knowledge? The Colonizer and the Colonized**. In: ROTH, W.M. e DÉSAUTELS, J. (orgs.) **Science Education as/for Sociopolitical Action**. New York: Peter Lang Publishing, 2002. (151-166p).

CARVALHO, W.L.P. de. **Cultura científica e cultura humanística: espaços, necessidades e expressões**. Tese apresentada para a obtenção de livre docência. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Ilha Solteira: 2005.

CROSS, R. e PRICE, R. **Teaching Controversial Science for Social Responsibility: The Case of Food Production**. In: ROTH, W.M. e DÉSAUTELS, J. (orgs.) **Science Education as/for Sociopolitical Action**. New York: Peter Lang Publishing, 2002. (99-124p).

DÉSAUTELS, J., FLEURY, S. e GARRISON, J. **The Enactment of Epistemological Practice as Subversive Social Action, the Provocation of Power, and Anti-modernism**. In: ROTH, W.M. e DÉSAUTELS, J. (orgs.) **Science Education as/for Sociopolitical Action**. New York: Peter Lang Publishing, 2002. (237-270p).

DOMÉNECH, J.L. et.al. **Teaching of energy issues: a debate proposal for a global reorientation**. Science & Education, vol.16, 2007. 43-64 pp.

FOUREZ, G. **A construção das ciências: Introdução à filosofia e à ética das ciências**. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995.

GIL-PÉREZ, D. e VILCHES, *et.al.* **A Educação científica e a situação do mundo: um programa de atividades dirigido a professores**. Revista Ciência & Educação, vol.9, número 1, 2003. 123-146 pp.

JENKINS, E. W. **Linking School Science Education with Action**. In: ROTH, W.M. e DÉSAUTELS, J. (orgs.) **Science Education as/for Sociopolitical Action**. New York: Peter Lang Publishing, 2002. (17-34p).

LOPES, N.C. **Aspectos da semiformação/formação na abordagem de uma questão do tipo sociocientífica no ensino de ciências**. Dissertação de mestrado em andamento. Programa de pós-graduação em ensino de ciências da Faculdade de Ciências, Unesp, Campus de Bauru, 2009.

MENEZES, L.C. **Cultura científica na sociedade pós-industrial**. In: WERTHEIN, J. e CUNHA, C. (Orgs.) **Educação científica e desenvolvimento: O que pensam os cientistas?** Brasília: UNESCO, 2005.

PEDRETTI, E. **Teaching Science, Technology, Society and Environment (STSE) Education**. In: ZEIDLER, D. (org.) **The role of the moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education**. London, Dordrecht, Boston: Kluwer Academic Publishers, 2003. 219-240 pp.

PEREIRA, A.P.A. **Consumo residencial de energia e desenvolvimento humano: um estudo da realidade brasileira de 1970 a 2005**. Dissertação de mestrado Universidade Federal de Itajubá, programa de pós-graduação em engenharia da energia, Itajubá: 2007.

PINHEIRO, N.A.; SILVEIRA, R.M.; e BAZZO, W.A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio**. Revista Ciência & Educação, Vol. 13, número 1, 2007. PP. 71-84.

PIZZI, J. **O desenvolvimento e suas exigências morais**. Cadernos Ética & Desenvolvimento, ano 1, numero 1, 2005.

RATCLIFFE, M. e GRACE, M. **Science Education for citizenship: Teaching socio-scientific issues**. USA: Open University Press, 2003. 181 p.

ROTH, W.M. e DÉSAUTELS, J. **Science Education as/for Sociopolitical Action: Charting the Landscape**. In: ROTH, W.M. e DÉSAUTELS, J. (orgs.) **Science Education as/for Sociopolitical Action**. New York: Peter Lang Publishing, 2002. (1-16p).

SILVA, L.F. e CARVALHO, L.M. **A temática ambiental e o ensino de física na escola média: algumas possibilidades de desenvolver o tema produção de energia elétrica em larga escala em uma situação de ensino**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 24, número 3, 2002; 342-353pp.

ZUIN, A.A.S. **A Indústria Cultural e a Formação Dissimulada: Aspectos Psicológicos da Experiência Educacional Dissimulada**. Tese de doutorado. Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. Campinas: 1998.