

ARTIGOS

ENFOQUE CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE: PRESSUPOSTOS PARA O CONTEXTO BRASILEIRO

Décio Auler

1. Introdução

Repercussões, no campo educacional, do enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) têm sido mais intensas e sistemáticas no hemisfério norte. No Brasil, constitui-se algo em emergência. As iniciativas ainda são incipientes, muitas vezes isoladas, não traduzidas em programas institucionais. Em revisão bibliográfica sobre o tema (AULER, 1998), constatou-se que não há uma compreensão e um discurso consensual quanto aos objetivos, conteúdos, abrangência e modalidades de implementação.

Quanto aos objetivos da educação CTS, sintetizados na referida pesquisa, pode-se destacar: promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com aspectos tecnológicos e sociais, discutir as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência-tecnologia (CT), adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico, formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados capazes de tomar decisões informadas e desenvolver o pensamento crítico e a independência intelectual (AIKENHEAD, 1987; YAGER e TAMIR, 1993; WAKS, 1994; ACEVEDO DÍAZ, 1995; CAAMAÑO, 1995).

Hoje, o espectro de pressupostos

balizadores, bem como de práticas efetivadas, continua bastante elástico. Considerando que a educação não é neutra, no âmbito deste artigo, entende-se que há a necessidade de caminhar para uma maior precisão conceitual, bem como para a explicitação dos pressupostos político-pedagógicos subjacentes a este enfoque.

Várias têm sido as tentativas de sistematização, de delimitações do enfoque CTS no campo educacional. Neste sentido, pode-se destacar García et al. (1996) e Santos e Mortimer (2000), os quais apresentam sínteses realizadas em vários contextos. Na perspectiva de buscar delimitações, bem como potencializar ações para o contexto brasileiro, serão analisadas neste artigo três dimensões interdependentes que, em maior ou menor intensidade, comparecem na literatura sobre o tema: a abordagem de temas de relevância social, a interdisciplinaridade e a democratização de processos de tomada de decisão em temas envolvendo Ciência-Tecnologia. Defende-se a necessidade de mudanças profundas no campo curricular. Ou seja, configurações curriculares mais sensíveis ao entorno, mais abertas a temas, a problemas contemporâneos marcados pela componente científico-tecnológica, enfatizando-se a necessidade

de superar configurações pautadas unicamente pela lógica interna das disciplinas, passando a serem configuradas a partir de temas/problemas sociais relevantes, cuja complexidade não é abarcável pelo viés unicamente disciplinar.

A partir de uma análise retrospectiva de trabalhos publicados sobre intervenções curriculares efetivadas, propõe-se um balizamento teórico-metodológico para o contexto brasileiro, desenvolvido a partir da práxis educacional resultante da aproximação entre os pressupostos do educador Paulo Freire e os encaminhamentos dados ao enfoque CTS, particularmente no que tange às três dimensões citadas. Essa práxis, se, por um lado, não está pautada pelo que acontece no exterior, de outro, procura estar em sintonia com questões mais amplas. Tal compreensão baliza a aproximação entre os referenciais apresentados. Em relação ao enfoque CTS, a caminhada está apoiada nos trabalhos de Yager e Tamir, (1993); Solomon (1995); Acevedo Díaz (1995, 1996); Garcia et al. (1996); Solbes e Vilches (1992); Vaccarezza, (1998); Vilches e Gil (2003).

Como exemplar dessa práxis, apresenta-se uma reflexão sobre o tema *Modelos de Transporte: Implicações Sócio-ambientais*, implementado junto a turmas de alunos da escola básica.

2. Temas, interdisciplinariedade e democratização de processos decisórios

2.1. Temas

Há um razoável consenso, no âmbito

do enfoque CTS, na defesa de configurações curriculares pautadas pela abordagem de temas/problemas de relevância social. Santos (1992), por exemplo, referindo-se a um levantamento bibliográfico sobre o movimento CTS no campo educacional destaca:

A inclusão dos temas sociais é recomendada por todos os artigos revisados, sendo justificada pelo fato de eles evidenciarem as inter-relações entre os aspectos da ciência, tecnologia e sociedade e propiciarem condições para o desenvolvimento nos alunos de atitudes de tomada de decisão. (SANTOS, 1992, p. 139)

Ainda, segundo Santos, metodologicamente, parte-se dos temas sociais para os conceitos científicos e destes retorna-se aos temas.

Também Cachapuz (1999) situa como uma nova orientação, para a educação em Ciências, o que denomina de *Ensino de Ciências no Pós-Mudança Conceitual*. Esta, segundo ele, não se limita à construção de conceitos. O ponto de partida para a aprendizagem devem ser situações-problema, de preferência relativas a contextos reais. O surgimento dessa orientação, em termos de organização curricular, aponta para uma educação em ciências valorizando orientações do tipo Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente (CTSA), em particular a variante Ambiente/Ciência/Sociedade (ACS), na qual as envolventes “Ambiente” e “Sociedade” não surgem como meras aplicações, mas, pelo contrário, como ponto de partida. Nessa orientação, segundo Cachapuz, está incorporada a

dimensão axiológica.

Contudo, qual a natureza desses temas? Ou, o que é um tema de relevância social? Quem define o que é relevância social? Freire, ao postular a utilização de temas geradores, está falando sobre a mesma coisa que os defensores do enfoque CTS?

A análise dessas questões está apoiada em duas fontes bibliográficas, relativas a desdobramentos do enfoque CTS¹. Foram analisados os anais do *III Seminário Ibérico CTS no Ensino das Ciências*, ocorrido, em Portugal, em 2004 e também do *IV Seminário Ibérico CTS en la Enseñanza de las Ciencias*, ocorrido na Espanha, em 2006, cujos resultados foram apresentados por Auler; Dalmolin; Fenalti (2007)².

A segunda fonte bibliográfica, objeto de análise, foi a do *Grupo Argo de Renovação Educativa*³. Os materiais, por este elaborados, estão constituídos de dez livros, cada um enfocando um tema controverso, abarcando a problemática relacionada com o desenvolvimento científico-tecnológico⁴. Trata-se de problemas abertos, cuja decisão terá importantes conseqüências sociais. Para que o caso permita uma efetiva participação dos alunos na sua resolução,

trabalha-se, como ponto de partida, com uma notícia simulada, reproduzida em jornal local, permitindo a participação de vários atores sociais (representados por grupos de alunos) com posturas, interesses e valores distintos. A situação simulada deve permitir analogias com problemas reais. Por exemplo, para discutir aspectos ligados à água, industrialização e ecologia, o tema definido foi *El proyecto para el Amazonas*, sendo a notícia simulada apresentada na capa de jornal com a manchete “Milhares de pessoas perderão suas casas e meios de vida se for aprovado o Projeto Amazônia.” Outro texto, apresentado no mesmo jornal, tem como título “Brasil estuda aprovar o projeto Amazônia.” Outro tema, *La escuela en la red*, propondo trabalhar educação, novas tecnologias e socialização, tem como questionamento simulado “Internet ou escola?”

Nesses materiais, a busca de informações e argumentos favoráveis às diferentes posições e sua exposição e confrontação pública constituem o fio condutor das atividades didáticas. Ao final, a controvérsia será resolvida com a tomada de decisão para o problema colocado, buscando-se o maior consenso entre os diferentes pontos de vista, aceitando-se a proposta que tenha sido defendida com os melhores argumentos. Busca-se, com essa dinâmica, criar, em aula, cenários democráticos propícios para fomentar a participação pública. Metodologicamente parte-se de um problema aberto, passando pela busca de conhecimentos sobre as várias dimensões deste, culminando com uma tomada de decisão.

¹ Do contexto brasileiro, analisaram-se as revistas *Ciência & Educação* e *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*. Nestas, apesar de um número razoável de artigos sobre a temática CTS, poucos resultam de reflexões sobre implementações de propostas junto a turmas de alunos.

² Selecionaram-se, para análise, trabalhos decorrentes de efetivas implementações em sala de aula.

³ <http://www.grupoargo.org> e

<http://www.grupoargo.org/casosCTS>

⁴ Os dez temas são: El proyecto para el Amazonas, El contrato Del dopaje, Lãs plataformas petrolíferas, La vacuna Del Sida, Lãs redes del tráfico, La escuela en la red, La ciudad de Ahormada, La cocina de Teresa, Las antenas de telefonía e La basura de la ciudad.

Selecionaram-se esses dois encaminhamentos, considerando que, de um lado, os *Anais* contém uma síntese da produção dos países ibero-americanos e, de outro, que o Grupo Argo possui uma repercussão significativa tanto na Espanha quanto em países da América Latina.

Também, no âmbito da pesquisa anteriormente citada (AULER; DALMOLIN; FENALTI, 2007), fez-se a discussão em termos de aproximações e distanciamentos entre encaminhamentos dados ao enfoque CTS e propostas educacionais pautadas pelo referencial freireano. Para tal, analisou-se a coletânea denominada de *Movimento de Reorientação Curricular- Relatos de Práticas (1992)*, constituída de relatos de intervenções curriculares produzidas quando o próprio Paulo Freire foi Secretário Municipal de Educação de São Paulo na década de 1980.

Como surgem os temas que são objetos de estudo?

Na análise dos *Anais*, em nenhum dos trabalhos há indicativos de que houve participação dos alunos, da comunidade escolar, no processo de seleção de temas. Constatou-se que em torno de 1/3 destes, de um total de 52 analisados, foram selecionados pelos professores, definidos com justificativas como, por exemplo, algum assunto com grande repercussão na mídia, ou, então, um tema propício para trabalhar um determinado conteúdo. Nos demais, não há elementos que permitam identificar o que levou à definição de temas. Quanto ao *Grupo Argo*, na seleção dos temas controversos, também não há indicativos de participação da comunidade escolar. Contudo, um tema, mesmo

controverso, de relevância para o professor, também o é para a comunidade escolar?

Nos *Relatos de Práticas*, todos os temas estruturados e implementados, com algumas variações, surgiram de uma característica central na abordagem temática, alicerçada nos pressupostos freireanos, ou seja, a realização da investigação temática⁵ junto à comunidade escolar, aspecto fundamental para a categoria freireana denominada de curiosidade epistemológica, a qual será abordada posteriormente.

Abrangência dos temas

A absoluta maioria dos temas, presentes nos artigos dos *Anais*, pode ser caracterizada como “universal”, de abrangência geral, não vinculada a comunidades específicas, utilizável em vários contextos. Como exemplos, destaca-se: Plantas, Água, Recursos Naturais, Os metais, Atividades Físicas, Problemas Globais, Cinema. Quanto ao *Grupo Argo*,

⁵ Este processo é constituído de cinco etapas: 1^a) **levantamento preliminar**: faz-se um levantamento das condições da localidade onde, através de fontes secundárias e conversas informais com os indivíduos, realiza-se a “primeira aproximação” e uma recolha de dados; 2^a) **análise das situações e escolha das codificações**: faz-se a escolha de situações que encerram as contradições vividas e a preparação de suas codificações que serão apresentadas na etapa seguinte; 3^a) **diálogos descodificadores**: Os investigadores voltam ao local para os diálogos decodificadores, sendo que, nesse processo, obtém-se os temas geradores; 4^a) **redução temática**: consiste na elaboração do programa a ser desenvolvido na 5^a etapa. A partir do trabalho de uma equipe interdisciplinar, identifica-se e seleciona-se conteúdos disciplinares, conhecimentos necessários para a compreensão dos temas identificados na etapa anterior; 5^a) **trabalho em sala de aula**: somente após as quatro etapas anteriores, com o programa estabelecido e o material didático preparado, que ocorre o trabalho de sala de aula. Para uma compreensão mais ampla destas etapas, pode-se consultar Delizoicov (1991).

cabe ter presente que os materiais elaborados consistem em exemplares, passíveis de adaptação para contextos específicos. Ou seja, os dez cadernos envolvem problemas gerais ligados ao desenvolvimento científico-tecnológico, possibilitando ao docente adaptá-lo, através de notícias simuladas, apresentadas em jornais locais, a contextos específicos.

Em relação à análise dos *Relatos de Práticas*, a ampla maioria dos temas, de um total de nove, envolveram problemáticas da comunidade do educando. *Confecções de roupas, moradia* (esse foi objeto de estudo em duas escolas), *minha escola, valores e urbanização, Escola X Televisão, cidadania, trabalho e indústria e escola e comunidade* foram os temas selecionados e implementados.

Esse encaminhamento é coerente, considerando que Freire propõe e pratica uma nova relação entre currículo e realidade local. Entre o “mundo da escola” e o “mundo da vida”. Essas duas dimensões, praticamente incomunicáveis na concepção hegemônica de escola, neste, interagem, um influenciando o outro. O “mundo da vida” adentra o “mundo da escola”, nas configurações curriculares, através do que esse educador denominou temas geradores, os quais envolvem situações problemáticas, contraditórias. Os temas geradores carregam, para dentro da escola, a cultura, as situações problemáticas vividas, os desafios enfrentados pela comunidade local. O mundo vivido, os problemas e as contradições nele presentes passam a ser o ponto de partida. Nos temas geradores, originados localmente, manifestam-se as

contradições da estrutura social mais ampla e representam o ponto de partida para ampliar e alcançar uma visão global da sociedade.

Em síntese, nos trabalhos pautados por pressupostos freireanos, os temas são constituídos de manifestações locais de contradições maiores presentes na dinâmica social. A dimensão do local (vila, bairro, cidade), selecionada num processo coletivo, é fundamental no campo da curiosidade epistemológica. Ou seja, o querer conhecer, a dimensão do desafio gerado, considerando que o mundo do educando e da comunidade escolar são objetos de estudo, de compreensão, de busca, de superação, elementos fundamentais para o engajamento, potencializando a aprendizagem e a constituição de uma cultura de participação.

Relação tema/conteúdo disciplinar

Qual o papel do tema na configuração curricular? Em outras palavras: os conteúdos disciplinares em função do tema, ou o tema em função de conteúdos disciplinares? No primeiro caso, no processo de configuração curricular, definido o tema, surge a pergunta: que conteúdos disciplinares, que conhecimentos são necessários para a compreensão do tema? Não há um currículo definido *a priori* em instâncias externas à comunidade escolar. No segundo caso, ou seja, o tema em função do conteúdo, tem-se um currículo estabelecido anteriormente à definição do tema. O tema comparece para dinamizar, motivar o desenvolvimento de currículos, muitas vezes estruturados de forma linear e fragmentada em contextos externos à

escola.

Nos trabalhos analisados nos *Anais* dos dois seminários, de forma majoritária, o tema é trabalhado em função de conteúdos disciplinares definidos *a priori*. Por exemplo, o tema *Eletromagnetismo* foi escolhido para uma melhor compreensão dos conteúdos de campo eletromagnético e radiação eletromagnética. Para trabalhar energia e suas transformações, foi escolhido, pelo professor, o tema *Parques de energias renováveis*. Contudo, embora de forma minoritária, também está presente a concepção de conteúdo em função do tema. Nos casos simulados do Grupo Argo, efetivamente abandona-se a idéia de um currículo definido *a priori*. O ponto de partida da configuração curricular consiste na definição do tema controverso. O estudo das distintas posições, a produção escrita e argumentada, em torno destas, está balizada em documentos de apoio, em pesquisa bibliográfica.

Também há uma clara opção de conteúdos disciplinares em função de temas nos trabalhos descritos nos *Relatos de Práticas*. Tais conteúdos são trabalhados na perspectiva da compreensão dos temas geradores. O eixo da organização curricular são os temas, não mais a lógica interna da ciência, sendo que esta não é desconsiderada.

2.2 Interdisciplinaridade

Além da abordagem de temas e da busca de democratização de processos decisórios, uma terceira dimensão, selecionada entre as repercussões do enfoque CTS, consiste na interdisciplinaridade. Na maioria dos encaminhamentos desse enfoque,

defende-se a superação da excessiva fragmentação disciplinar⁶. Contudo, como se configura essa dimensão nas duas bibliografias em análise? Há convergências com o encaminhamento freireano?

Na análise de 52 trabalhos presentes nos *Anais*, em torno de 51% apresentam, em sua estruturação e desenvolvimento, o comparecimento de apenas uma disciplina, 20% com duas disciplinas envolvidas, 7% com três ou mais disciplinas e em torno de 21% dos trabalhos não há a explicitação das disciplinas envolvidas. Cabe destacar que, em 100% dos trabalhos, as disciplinas envolvidas estão restritas ao campo das assim chamadas ciências naturais: Biologia, Física, Química, Geologia e Matemática. Ou seja, persiste a histórica separação entre as denominadas ciências naturais e ciências humanas.

Na proposição dos temas do *Grupo Argo*, a dimensão interdisciplinar é marcante. Segundo os próprios idealizadores, os materiais possuem uma organização didática efetivamente interdisciplinar. Rompem-se as fronteiras entre as assim chamadas ciências humanas e naturais. Não há privilégio de uma em detrimento de outra.

Dos *Relatos de Práticas* destaca-se a relação indissociável existente entre temas geradores e interdisciplinaridade. Ou seja, os temas geradores direcionam a seleção de conteúdos disciplinares, para o estudo, para a compreensão e enfrentamento dos problemas e dilemas vividos pela comunidade mais ampla. Os campos

⁶ Nos Parâmetros Curriculares Nacionais, a interdisciplinaridade e a contextualização são dimensões marcantes, associadas à abordagem de temas, como os *Temas Transversais*.

disciplinares interagem, são articulados e relacionam-se em torno dos temas. Para tal, o trabalho coletivo na escola é fundamental. No conjunto dos trabalhos balizados pelos pressupostos freireanos, tal como no encaminhamento do *Grupo Argo*, o universo das disciplinas envolvidas não fica restrito a uma área de conhecimento, apontando, no trabalho coletivo da comunidade escolar, para a superação da clássica divisão entre ciências humanas e ciências exatas, da clássica divisão em duas culturas (SNOW, 1995). Por exemplo, na estruturação e desenvolvimento do tema *Escola X Televisão*, comparecem as disciplinas de geografia, ciências, inglês, educação física, educação artística, história, matemática e português. Referindo-se a tal proposição, Delizoicov e Zanetic destacam que:

Ao invés do professor polivalente, a interdisciplinaridade pressupõe a colaboração integrada de diferentes especialistas que trazem a sua contribuição para a análise de determinado tema. (DELIZOICOV; ZANETIC, 1993, p.13).

Ou seja, a abordagem temática remete à interdisciplinaridade, considerando que a complexidade dos temas requer a análise sob vários olhares disciplinares articulados em torno de um tema constituído de um problema aberto, sendo os problemas ambientais representantes típicos. Supera-se, assim, uma compreensão de interdisciplinaridade, bastante problemática, que se limita a buscar interfaces entre as disciplinas constituintes dos currículos tradicionais das escolas.

Apesar de avanços significativos na busca de superação da fragmentação disciplinar, o estudo, a análise de temas, apenas do ponto de vista das assim chamadas ciências naturais, pode resultar numa recaída cientificista⁷. Os alunos, analisando temas sociais marcados pela dimensão científico-tecnológica, unicamente a partir do ângulo das ciências naturais, poderão construir a compreensão de que tal campo é suficiente para compreender e buscar soluções para problemas sociais. Em outros termos, tentar resolver um problema, desvinculando-o das relações sociais em que se configura, de forma apenas técnica, via aumento de conhecimentos técnico-científicos, pode significar um retorno à tecnocracia.

2.3. Democratização dos processos de tomada de decisão

García et al. (1996) analisam a busca da democratização de processos decisórios, uma dimensão também assumida pela maioria dos encaminhamentos dados ao enfoque CTS. Quanto ao surgimento do movimento CTS, no Hemisfério Norte, esses autores destacam que a partir de meados do século XX, em alguns âmbitos dos países capitalistas centrais, foi crescendo um sentimento de que o desenvolvimento científico, tecnológico e econômico não estava conduzindo linear e automaticamente ao desenvolvimento do bem-estar social. Argumentam que, por

⁷ Para Chassot (1994), o cientificismo pode ser sintetizado por dois "axiomas", ou seja, a superioridade teórica e prática da ciência para qualquer situação. No campo teórico, seria um conhecimento superior a todos os demais. No prático, seria a melhor forma de conhecimento para resolver problemas situados desde o campo técnico até o ético.

volta de 1960-1970, a degradação ambiental⁸, bem como a tecnologia vinculada à guerra, fez com que Ciência-Tecnologia (CT) se tornassem alvo de um olhar mais crítico. Há especial destaque para o fato de que CT foram deslocadas do espaço da suposta neutralidade para o campo do debate político.

Ainda, um dos objetivos centrais do movimento CTS consistiu em colocar a tomada de decisões em relação à CT num outro plano. Reivindicam-se decisões mais democráticas (mais atores sociais participando) e menos tecnocráticas. Essa nova mentalidade/compreensão sobre CT teria contribuído para a quebra do contrato social para a CT. Ou seja, o modelo linear de progresso. Neste, o desenvolvimento científico (DC) gera desenvolvimento tecnológico (DT), este gerando o desenvolvimento econômico (DE) que determina, por sua vez, o desenvolvimento social (DS – bem-estar social).

DC → DT → DE → DS (modelo tradicional/linear de progresso).

Para estes autores, esse movimento social mais amplo, denominado de movimento CTS, teve repercussões no campo educacional, no qual se buscam enfocar⁹ interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade, dimensões historicamente concebidas como autônomas.

⁸ A publicação do livro *Silent Spring* (1962), denunciando riscos associados a inseticidas como o DDT, pela bióloga naturalista Raquel Carsons, apontada por muitos como pioneira do movimento ecológico, potencializou os movimentos sociais.

⁹ No âmbito deste trabalho, a expressão “movimento CTS” refere-se a um movimento social mais amplo. Por outro lado, a designação “ênfase CTS”, ao postular interações entre CTS, está circunscrita ao campo educacional.

3. Aproximação Freire -CTS

Em trabalho anterior (Auler, 2002) iniciamos uma aproximação entre o pensamento do educador brasileiro Paulo Freire (1987) e os pressupostos ligados ao movimento CTS (abordagem temática, interdisciplinaridade e democratização de processos decisórios). Nesta aproximação, considera-se que a busca de participação, de democratização das decisões¹⁰ em temas sociais que envolvem Ciência-Tecnologia (CT), objetivo do movimento CTS, contém elementos comuns à matriz teórico-filosófica adotada pelo educador brasileiro, já que este defende o princípio de que alfabetizar, muito mais do que ler palavras, deve propiciar a leitura crítica da realidade. Seu projeto político-pedagógico coloca-se na perspectiva da reinvenção da sociedade, processo consubstanciado pela participação daqueles que se encontram imersos na cultura do silêncio, submetidos à condição de objetos ao invés de sujeitos históricos.

De um lado, os pressupostos freireanos, apontando para a participação em processos decisórios, estão enraizados em países da América Latina e do

¹⁰ Contribuir, através da educação, para a democratização de processos decisórios implica considerações de natureza econômica, algo um tanto estranho no campo educacional. Hoje, vive-se um processo, uma tentativa de naturalização de um modelo econômico pautado pela lógica de mercado, pela competição desenfreada, pela promessa de um consumo ilimitado. Naturalização acompanhada da progressiva degradação sócio-ambiental. Num processo contra-hegemônico, os encaminhamentos, no campo educacional, não podem ficar restritos a uma avaliação dos impactos pós-produção da CT, mas, acima de tudo, no estabelecimento de critérios, de parâmetros em relação à definição de uma Política Científico-Tecnológica (PCT) que incorpore, por exemplo, a variável sócio-ambiental. Sobre PCT, para a América Latina, sugere-se consultar Dagnino e Thomas (1999) e Herrera (1973).

continente africano. De outro lado, o enfoque CTS repercute, de forma mais sistemática, em contextos em que as condições materiais da população estão razoavelmente satisfeitas. Contrariamente, na quase totalidade dos países da América Latina e da África, um conjunto significativo da população é afetado por carências materiais. Além disso, ou melhor, vinculado a isso, a maioria desses países têm um histórico de passado colonial, cujas marcas se manifestam, por exemplo, naquilo que Paulo Freire (1987) denominou de cultura do silêncio, caracterizada pela ausência de participação do conjunto da sociedade em processos decisórios.

Neste trabalho (Auler, 2002) entendemos que, para uma leitura crítica da realidade, faz-se, cada vez mais, fundamental uma compreensão crítica sobre as interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade, considerando que a dinâmica social contemporânea está fortemente marcada pela presença da CT. Consideramos fundamental para uma leitura crítica do mundo contemporâneo, potencializando ações no sentido de sua transformação, a problematização (categoria freireana) de construções historicamente realizadas sobre a atividade científico-tecnológica e consideradas pouco consistentes, quais sejam: a suposta superioridade/neutralidade do modelo de decisões tecnocráticas, a perspectiva salvacionista/redentora atribuída à CT e o determinismo tecnológico. Tais construções, transformadas em senso comum, podem estar exercendo, dentre outras coisas, efeito paralisante, tal qual mitos, aspecto denunciado por Freire.

Assim, a superação de uma percepção ingênua e mágica da realidade exige, cada vez mais, uma compreensão dos sutis e delicados processos de interação entre CTS.

Na pesquisa anteriormente citada há elementos que permitem inferir que essas construções históricas, de um lado, estão balizadas pela suposta neutralidade da Ciência-Tecnologia e, de outro, realimentam o modelo tradicional/linear de progresso (DC → DT → DE → DS). Para melhor caracterizar a abrangência da suposta neutralidade¹¹ da CT, elaborou-se uma representação esquemática. Partiu-se do modelo tradicional, linear de progresso, apresentado anteriormente, articulando-o com elementos advindos da pesquisa.

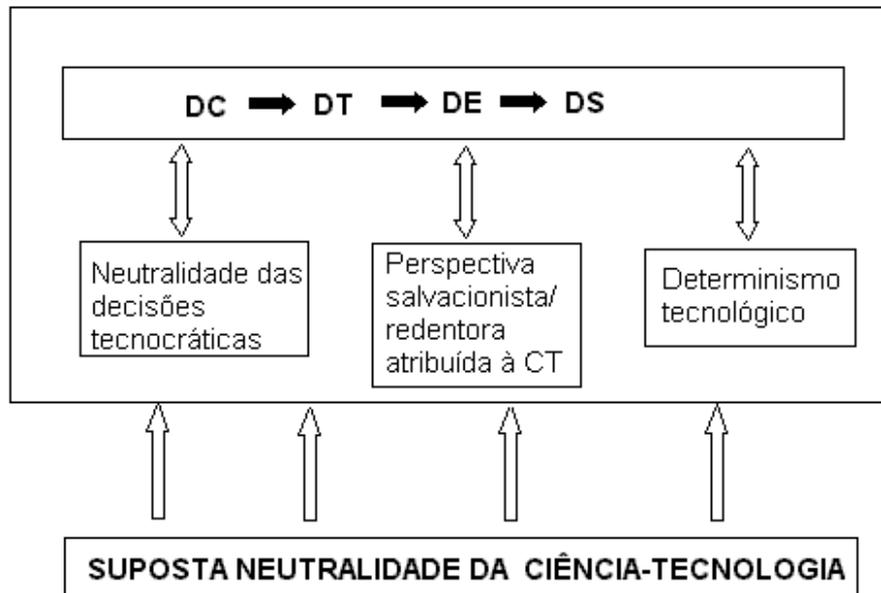
Entende-se que esse esquema expressa as interações entre CTS quando o balizamento é dado pela suposta neutralidade da CT. Representa uma compreensão pouco crítica sobre as interações entre CTS. Esta pode ser aproximada àquilo que Freire (1987) denominou de *consciência ingênua* ou *nível de consciência real*.

Para a sustentabilidade das concepções presentes nesse esquema, o endosso ao modelo de decisões tecnocráticas é fundamental. Esse modelo decisório é justificado pela crença na possibilidade de neutralizar/eliminar o sujeito do processo científico-tecnológico.

O *expert* (especialista/técnico) pode solucionar os problemas, inclusive os sociais, de um modo eficiente e ideologicamente neutro.

¹¹ Para uma discussão mais ampla sobre a não neutralidade, pode-se consultar Auler (2002) e Japiassu (1975).

ESQUEMA I



Para cada problema existe uma solução ótima. Portanto, devem-se eliminar os conflitos ideológicos ou de interesse. Em síntese, a tecnocracia garante a eficácia desse esquema. Porém, este somente funciona se a ação humana puder ser neutralizada, se as relações sociais em que CT são produzidas e utilizadas forem desconsideradas.

A defesa de posições tecnocráticas tem recebido espaço nos meios de comunicação. Por exemplo, durante a 51ª reunião anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), realizada em Porto Alegre/RS, em julho de 1999, em relação à polêmica sobre os produtos geneticamente modificados (transgênicos), o editorial do jornal *Zero Hora*, de 13/07/1999, afirmava que “A reunião da SBPC, portanto, é importante por direcionar o debate para o âmbito científico, desviando-o do político” (ZERO HORA, 13/07/1999).

Contemporaneamente, no contexto do “caminho único”, respaldado pelo discurso do “pensamento único”, está havendo um superdimensionamento da tecnocracia em detrimento da democracia. Democracia pressupõe a possibilidade de escolha, de eleição entre várias possibilidades, entre vários caminhos. Nesse contexto, o determinismo tecnológico, outro pilar da concepção tradicional de progresso, é reforçado.

Segundo Gómez (1997), há duas teses definidoras do determinismo tecnológico:

a) A mudança tecnológica é a causa da mudança social, considerando-se que a tecnologia define os limites do que uma sociedade pode fazer. Assim, a inovação tecnológica aparece como o fator principal da mudança social;

b) A tecnologia é autônoma e independente das influências sociais.

Essa concepção determinista tem

sido o pano de fundo de muitas das denominadas exposições universais, nas quais é apresentado o que há de mais atual no campo científico-tecnológico. Expressando a submissão do ser humano, a de 1933, ocorrida em Chicago, teve como lema "A ciência descobre. A indústria aplica. O homem se conforma".

Contemporaneamente, em manchete do *Jornal Zero Hora*¹², lê-se: "O alfabeto do futuro - **A internet estabelece o ritmo do progresso** (grifo meu) impõe sua presença em todas as dimensões da vida **e se converte em condutora dos rumos da civilização** (grifo meu)". Nessa mensagem, parece que o agir humano desapareceu. A lógica presente nessa concepção elimina qualquer possibilidade de escolha, de direcionamento da sociedade sobre o ritmo do progresso, sobre os rumos da civilização. A moldagem do futuro, enquanto processo histórico, ocorre à margem do conjunto da sociedade.

A defesa do determinismo tecnológico consiste numa forma sutil de negar as potencialidades e a relevância da ação humana, exercendo o efeito de um mito paralisante. Com a aceitação passiva dos "milagres" da tecnologia, com a adesão ao sonho consumista, a humanidade, como um todo, está perdendo a chance de moldar o futuro. Em outros termos, as visões utópicas, desencadeadas pelas novas tecnologias, impedem a compreensão da tecnologia como processo social, no qual estão embutidos interesses, na maioria das vezes, de grupos econômicos hegemônicos.

Sendo o desenvolvimento científico-tecnológico apresentado como irreversível, inexorável, representando a marcha do progresso, exclui-se a possibilidade de alterar o ritmo das coisas. A participação da sociedade em nada alteraria o curso do processo em andamento. Nessa compreensão, está presente a idéia da inevitabilidade do processo e do progresso, alijando a sociedade da participação em decisões que envolvem seu destino.

A perspectiva salvacionista/redentora atribuída à CT, outro pilar da concepção tradicional/linear de progresso, pode ser sintetizada:

- 1) Os problemas hoje existentes e os que vierem a surgir serão, necessariamente, resolvidos com o desenvolvimento cada vez maior da CT;
- 2) Com mais e mais CT teremos um final feliz para a humanidade.

Contudo, 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 progresso científico e tecnológico não coincide, necessariamente, com o progresso social e moral (SACHS, 1996).

A idéia de que os problemas hoje existentes, e os que vierem a surgir, serão necessariamente resolvidos com o desenvolvimento cada vez maior da CT está secundarizando as relações sociais em que CT são concebidas.

Por exemplo, para reduzir/acabar com a carência alimentar, com a fome, efetivamente, é necessário produzir

¹² Jornal publicado em Porto Alegre/RS, em 29 de agosto de 1999.

alimentos em quantidade suficiente. Nesse aspecto, a CT podem contribuir significativamente aproveitando, inclusive, os avanços da biologia molecular. Contudo, CT não possuem nenhum mecanismo intrínseco que garanta a distribuição dos alimentos produzidos. CT são fundamentais no campo da produção. Porém, em termos de distribuição, há outras dimensões a serem consideradas. Vinculado a isso, proliferam mitos como, por exemplo, “Com certeza, os transgênicos saciarão a fome no próximo milênio”¹³.

Torna-se necessário também destacar que, conforme ressaltam Vilches e Gil (2003), em relação à visão descontextualizada da Ciência, torna-se necessário criticar tanto a visão que a coloca como fator absoluto de progresso, quanto àquela que considera CT como responsáveis exclusivos pelos problemas que afetam o planeta. O endosso a essa última visão significaria recair no determinismo tecnológico, ignorando as relações sociais em que CT são produzidas e utilizadas, ou seja, a sua não neutralidade.

Um conjunto de trabalhos (AULER e DELIZOICOV, 2003; AULER e DELIZOICOV, 2004; AULER e DELIZOICOV, 2006a; AULER e DELIZOICOV, 2006b; AULER et al., 2005) forneceu elementos que permitiram um aprofundamento na articulação teórico-metodológica entre pressupostos do educador Paulo Freire e referenciais ligados ao movimento CTS. Como síntese dessa articulação, apresenta-se o esquema II. Este sintetiza a aproximação Freire-CTS, a qual, de forma aproximada,

expressa o que Freire denominou de *nível de consciência máxima possível*.

4. Exemplo de implementação

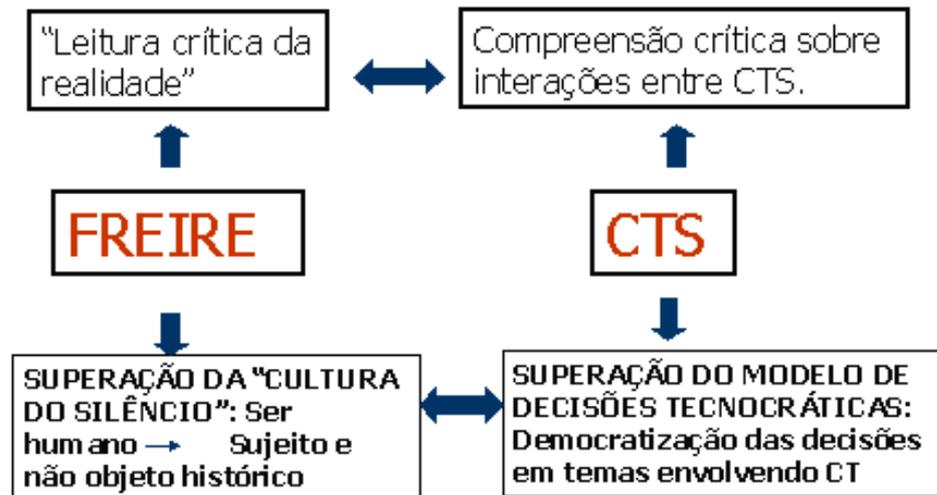
A práxis educacional, balizada pela teorização resultante da aproximação Freire-CTS, apresentada no item anterior, fundamenta e instrumentaliza novas configurações curriculares. Defende-se que, mediante a abordagem de temas de relevância social, o ensino de conceitos científicos esteja associado à problematização das construções históricas anteriormente referidas. Como exemplo, apresenta-se o tema *Modelos de Transporte: Implicações sócio-ambientais*, o qual é identificado a partir de polêmica surgida no Rio Grande do Sul, envolvendo a privatização de Empresas Públicas e a posterior concessão de uma série de vantagens sob a forma de incentivos e isenção fiscal a uma determinada empresa que, como contrapartida, instalou uma montadora de automóveis.

Mesmo tratando-se de um tema bastante polêmico, as discussões praticamente ocorreram à margem da sociedade civil. As discussões, praticamente, restringiram-se a duas posições polarizadas. De um lado, o governo do Estado, apoiado pela grande mídia, defendendo tais incentivos, argumentando, com números significativos, o surgimento de novos postos de trabalho. De outro, a oposição ao governo, questionando o número de postos de trabalho a serem criados, bem como a transferência de recursos do setor público para o privado, estando praticamente ausentes discussões sobre

¹³ Compreensão expressada no final do século XX.

implicações sócio-ambientais vinculadas à definição sobre modelos de transporte.

ESQUEMA II



Tal tema (AULER et al., 2005), apresentado no anexo I, estruturado segundo a dinâmica dos denominados três momentos pedagógicos¹⁴, (problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento), pelo *Grupo de Estudos Temáticos em Ciência-Tecnologia-Sociedade (GETCTS)*, vinculado à UFSM, foi implementado em seis turmas de alunos, da segunda série do Ensino Médio, envolvendo 150 alunos, assim como numa turma de alunos, na disciplina de Didática da Física, do Curso de Licenciatura em Física.

Quanto à problematização das referidas construções históricas, com o desenvolvimento dessa temática, várias dimensões foram contempladas. Por exemplo, no encaminhamento da questão:

Uma pessoa pode fazer determinada viagem de ônibus ou de carro particular. Para você, em que circunstâncias haverá um maior "consumo" de energia, por pessoa, por quilômetro rodado? (anexo I), dependendo dos valores adotados (número de pessoas que viajam num carro, num ônibus, quilômetros rodados com um litro de gasolina/óleo diesel), chegou-se a resultados em que, no carro particular, o consumo (degradação) de energia é sete vezes superior ao transporte coletivo (ônibus). Esses resultados contribuíram para várias reflexões, por exemplo, sobre o sistema de transporte a ser priorizado, considerando a degradação de energia, aspecto relacionado à problemática ambiental. Assim:

- Priorizar o transporte coletivo ou privado, em termos de aporte de recursos, é fruto de decisão política não apenas técnica, neutra. Esse aspecto fragiliza a

¹⁴ Para o aprofundamento dessa dinâmica, sugere-se consultar Delizoicov (1991).

suposta neutralidade das decisões tecnocráticas. Além disso, o direcionamento dado ao desenvolvimento científico-tecnológico (transporte particular ou coletivo), considerando o aporte de recursos financeiros, questiona o determinismo tecnológico;

- Considerando a variável ambiental, as políticas públicas deveriam estimular/priorizar qual modelo de transporte?

- Tanto no ônibus quanto no carro particular (motor de combustão interna) o rendimento não passa de 30 %. Numa educação voltada para a sustentabilidade, é coerente continuar investindo (aporte de dinheiro público) em um desenvolvimento Científico-Tecnológico que é ambientalmente insustentável?

- Quais as conseqüências da intensificação do atual modelo: priorização do transporte particular e uso do motor de combustão interna em termos ambientais? É viável a extrapolação, para o conjunto da sociedade, desse sistema de transporte? Não seria o caso de outro desenvolvimento científico-tecnológico, em cujo delineamento a variável ambiental esteja incorporada?

- Por que, nas discussões (que pouco envolveram a sociedade civil) sobre vantagens e desvantagens em dar incentivos fiscais para a empresa, a variável ambiental esteve ausente?

- É possível reverter o atual cenário quanto ao transporte de pessoas e de cargas (a maior parte desse transporte, no planeta, é realizado com o uso de combustíveis fósseis)? Ou esse processo está fora do alcance da ação humana?

Também, com o balizamento teórico-metodológico Freire-CTS, no âmbito da

Educação de Jovens e Adultos (EJA), junto a duas escolas, identificou-se o tema *Desemprego*. Este foi estruturado, implementado e avaliado com o engajamento de número significativo de professores em ambas as escolas. O detalhamento desse processo pode ser encontrado em Souza (2006)¹⁵ e Ferrão (2006)¹⁶.

5. Sinalizações e desafios

O engajamento dos alunos no processo de identificação e implementação de temáticas e atribuição de significado parece constituir um potencial insuficientemente explorado no processo de ensino-aprendizagem. Hegemonicamente, as pesquisas e as práticas didático-pedagógicas têm focalizado a dimensão cognitiva desvinculada de aspectos ligados ao interesse, à atribuição de significado, à motivação. Possivelmente esse reducionismo seja uma das causas dos generalizados fracassos em termos de aprendizagem e também um fator limitante no processo de formação de um cidadão crítico, participante na sociedade em que está inserido.

Freire associa aos temas geradores a categoria que denominou de curiosidade epistemológica, destacando que

(...) subestimar a sabedoria que resulta necessariamente da experiência sociocultural é, ao mesmo tempo, um erro científico e a expressão inequívoca da presença

¹⁵ O trabalho completo pode ser encontrado em www.ceamecim.furg.br/revistainvestigacao

¹⁶ O trabalho completo pode ser encontrado em www.ceamecim.furg.br/revistainvestigacao.

de uma ideologia elitista (FREIRE, 1992, p. 85).

Ou seja, para Freire, negar *saberes de experiência feitos*, como ponto de partida, como objeto de problematização, provoca o erro epistemológico. Em outras palavras, o querer conhecer e a curiosidade epistemológica são fundamentais no processo de conhecer. O erro científico, epistemológico que Freire menciona, consiste em não considerar o mundo vivido como objeto de conhecimento. O erro está em querer alimentar - *Tratamento de engorda* (Freire, 1987) - os alunos com conhecimentos considerados prontos, acabados, verdades inquestionáveis, transformando-os em pacientes e recipientes deste conhecimento.

O querer conhecer antecede o conhecer. Estimular os alunos a assumir o papel de sujeitos, de participantes do ato de conhecer, aguça a curiosidade epistemológica. Segundo Freire (1985), o que caracteriza o atual ensino é a busca incessante em dar respostas a perguntas não feitas. A educação da resposta não ajuda em nada a curiosidade indispensável ao processo cognitivo. Ao contrário, enfatiza a memorização mecânica de conteúdos, normalmente vazios de significado para o educando. Só uma educação da pergunta aguça, estimula e reforça a curiosidade. O erro da educação da resposta não está na resposta, mas na ruptura entre ela e a pergunta.

Entende-se que reinventar a escola requer a superação da concepção propedêutica, passando pela reinvenção do tempo da escola. Considera-se fundamental superar a concepção de que o

tempo presente é tempo de preparação para etapas futuras, para vivências futuras, para exames futuros. A anulação do presente, enquanto espaço-tempo de significação, a não vivência do presente, sendo a satisfação jogada para o futuro, gera frustração, desmotivação, culminando com o abandono, com a evasão. Nesse sentido, a educação não pode continuar presa à ênfase exagerada dada aos pré-requisitos, pautada pela separação do tempo de aprender do tempo de viver.

Historicamente, no contexto brasileiro, inovações e mudanças no processo educacional, de forma hegemônica, configuraram-se como inovações no campo metodológico. Ou seja, buscaram-se novas respostas para a questão: como ensinar melhor? O imaginário docente sempre buscou respostas nesse âmbito. Em todas elas, em maior ou menor intensidade, permaneceu a ruptura entre o “mundo da escola” e o “mundo da vida”, aspecto associado à dimensão propedêutica.

Assim, por muito tempo, o balizamento foi dado, quase exclusivamente, pela psicologia cognitiva. Inclusive, muitas vezes, isolamos a escola do contexto social mais amplo. Assim, nas últimas décadas, algo profundo permaneceu intocável, fora do alcance de uma reflexão crítica: o currículo. Foi internalizado, naturalizado que o currículo, repetido ano após ano, é o ideal. Nessa concepção, absolutamente hegemônica, o professor foi colocado, hierarquicamente, numa posição inferior, seu papel foi reduzido à busca incessante de novas metodologias, novas técnicas para melhor cumprir programas, para

vencer conteúdos. O professor, assim como a comunidade escolar, foi alijado do essencial: fazer programas, fazer currículos. O que ensinar e por que ensinar geralmente é considerado como algo dado, definido em outras instâncias.

Também, em alguns contextos, o enfoque CTS tem sido enquadrado nesse reducionismo metodológico. Este é utilizado apenas como uma nova metodologia para melhorar o ensino de ciências, utilizada para melhor cumprir currículos definidos a priori, sem a participação do professor, da comunidade escolar. Utiliza-se o enfoque CTS apenas como fator de motivação, para “dourar a pílula” no processo de “cumprir programas”, de “vencer conteúdos”.

Conforme já referido, a caminhada, alicerçada na aproximação Freire-CTS, embora de forma tênue, tem sinalizado a importância de não menosprezar, no processo educacional, o querer conhecer. Nesse sentido, esta tem sido pautada por um novo horizonte: aprender participando. Na concepção propedêutica, aprende-se para usar, para participar no futuro. Num repensar do tempo de escola, defende-se não mais **aprender para participar**, mas **aprender participando**. Cada vez mais, na sociedade contemporânea, por alguns denominada de sociedade do conhecimento, é impossível aprender tudo para depois participar. Nesse novo encaminhamento, o aprender ocorre no processo de busca de respostas, de encaminhamentos para problemas, para temas contemporâneos, na busca de respostas para situações existenciais, como o desemprego, na re-significação da experiência vivida.

Busca-se superar a concepção de que é preciso primeiro saber sobre para depois colocar em prática, dissociando o processo de pensar do atuar. Os processos de conhecer e intervir no real não se encontram dissociados. Em síntese, aprende-se participando. No campo da educação científica, defende-se a superação da concepção linear a qual postula que primeiro o aluno precisa adquirir uma cultura científica (estar alfabetizado científico-tecnologicamente), para depois participar da democratização de processos decisórios. Entende-se que a constituição de uma cultura científica não é independente da participação social, mas dimensões estreitamente vinculadas, sendo processos que se realimentam mutuamente. Em síntese, o aprender tem uma dimensão individual, subjetiva, mas não ocorre num vazio social. A cidadania não é um conceito, uma prática que pode ser construída à margem da prática social mais ampla.

Na caminhada, analisada neste trabalho, que busca configurações curriculares mais sensíveis ao entorno, mais abertas a problemas contemporâneos, observou-se a opção por intervenções curriculares pontuais, partindo-se do pressuposto de que tais intervenções, através do processo de elaboração e implementação, bem como a reflexão subjacente, abrem caminhos que poderão desembocar em re-configurações curriculares mais abrangentes. Espera-se, com isso, que os professores deixem de ser meros consumidores de currículos concebidos e elaborados em outras instâncias, passando a assumir o papel de “fazedores” de currículos.

Trabalhos pautados pelos

pressupostos apresentados e discutidos ao longo deste artigo têm apresentado indicativos promissores quanto ao engajamento, quanto a maior participação dos alunos, aspecto evidenciado pela redução na evasão, no abandono dos alunos. Pode parecer pouco. Contudo, considerando o desânimo, a evasão que ocorre na escola pública brasileira, particularmente nos cursos noturnos e na EJA, pode ser sinalizador de caminhos. Quanto à melhora nos baixos níveis de aprendizagem, outra limitação da escola brasileira, ainda é cedo para fazer uma avaliação mais abrangente. Em primeiro lugar, particularmente no contexto latino-americano, isso não decorre, apenas, de fragilidades no campo pedagógico. Além disso, com os pressupostos aqui defendidos, na avaliação da aprendizagem, entram em cena outros elementos, outros critérios como, por exemplo, a dimensão axiológica. O currículo continua sendo não neutro. Assim, que sujeito queremos formar? Para que sociedade? Uma sociedade pautada pela competição ou pela solidariedade? Assumir conscientemente a dimensão axiológica (de forma implícita ela sempre está presente) implica assumir imensos desafios. Desafios, se possível, transformados em política pública.

Contudo, no âmbito de políticas públicas ou de iniciativas pautadas por ações coletivas no âmbito escolar, há outros desafios, igualmente não negligenciáveis. Um destes refere-se à formação de professores. Pesquisa realizada por (Forgiarini, 2007), quanto à repercussão do tema “*Florestamento*” no RS, em currículos da EJA, evidencia sérias limitações na formação inicial,

particularmente nos cursos das assim chamadas ciências naturais. Formação fragmentada, unicamente disciplinar, pautada hegemonicamente pela resolução mecânica de problemas idealizados, desvinculados de contextos sociais. Formação que limita a problematização e abordagem de temas, de problemas reais, cada vez mais complexos, caracterizados por conflitos de interesses, não limitados a posturas do tipo certo ou errado.

Vinculado ao aspecto anterior, no que tange à complexidade dos temas contemporâneos e à necessidade de uma abordagem interdisciplinar, torna-se fundamental transformar o contexto escolar num espaço contra-hegemônico. Espaço que subverta a lógica do individualismo, transformando-o num espaço em que a interação entre os constituintes da comunidade escolar seja mediada pelo diálogo e pelo trabalho coletivo em oposição à lógica da competição desenfreada, hegemônica na sociedade contemporânea.

6. Referências

ACEVEDO DÍAZ, J. A. A. Educación tecnológica desde una perspectiva CTS: Una breve revisión del tema. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Barcelona, n.3, p. 75-84, jan. 1995.

_____. La Tecnología em las Relaciones CTS. Una Aproximación al Tema. *Enseñanza de las Ciencias*. Barcelona, v. 14, n. 1, p. 35-44, 1996.

AIKENHEAD, G. S. High-school graduates beliefs about science-technology-society: The characteristics and limitations of scientific knowledge. *Science Education*, v. 71, n. 2, p. 459-487, 1987.

AULER, D. Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS): Modalidades, Problemas e Perspectivas em sua Implementação no Ensino de Física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 6, Florianópolis. *Atas*. Florianópolis, 1998.

_____. *Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências*. Florianópolis: CED/UFSC, 2002. Tese. (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica), Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

AULER, D. e DELIZOICOV, D. Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade: Relações Estabelecidas por Professores de Ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4, Bauru. *Atas*. Bauru: 2003.

_____. Relações estabelecidas por professores: neutralidade, tecnocracia e enfoque CTS. In: SEMINÁRIO IBÉRICO CTS NO ENSINO DAS CIÊNCIAS – Perspectivas Ciência – Tecnologia – Sociedade na Inovação da Educação em Ciência, 3, 2004, Aveiro. *Anais*. Aveiro: Universidade de Aveiro, p. 173-177, 2004.

_____. Ciência-Tecnologia-Sociedade: Relações estabelecidas por professores de ciências. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 5, n. 2, p. 337-355, 2006-a.

_____. Educação CTS: Articulação entre Pressupostos do Educador Paulo Freire e Referenciais Ligados ao Movimento CTS. In: SEMINÁRIO IBÉRICO CTS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS – Las Relaciones CTS en la Educación Científica, 4, 2006, Málaga. *Anais*. Málaga: Universidad de Málaga, 2006-b. p. 1-7.

AULER, D.; DALMOLIN, A. M. T.; FENALTI, V. S. Abordagem temática: temas em Freire e no enfoque CTS. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, 2007, Florianópolis. *Atas*. Florianópolis, 2007.

AULER, D. et al. Transporte Particular X Coletivo: Intervenção Curricular Pautada por Interações entre Ciência – Tecnologia –

Sociedade. **Enseñanza de las Ciencias**. Barcelona, v. extra, p. 1-5, 2005.

CAAMAÑO, A. La Educación Ciencia-Tecnologia-Sociedad: Una Necesidad en el Diseño del Nuevo Curriculum de Ciencias. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Barcelona, n.3, p.4-6, jan. 1995.

CACHAPUZ, A. F. Epistemologia e Ensino das Ciências no Pós-Mudança Conceptual: Análise de um Percurso de Pesquisa. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2, 1999, Valinhos. *Atas*. Valinhos, 1999.

CHASSOT, A. *A Ciência Através dos Tempos*. 8 Impressão. São Paulo: Moderna (coleção Polêmica), 1994.

DAGNINO, R.; THOMAS, H. La Política Científica y Tecnológica en América Latina: nuevos escenarios y el papel de la comunidad de investigación. **Redes**. Buenos Aires: v. 6, n. 13, p. 49-74, maio 1999.

DELIZOICOV, D. *Conhecimento, Tensões e Transições*. São Paulo: FEUSP, 1991. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1991.

DELIZOICOV, D. , ZANETIC, J. A proposta de interdisciplinaridade e o seu impacto no ensino municipal de 1º grau. In: PONTUSCHKA, N.N. *Ousadia no diálogo: interdisciplinaridade na escola pública*. São Paulo: Loyola, 1993.

FERRÃO, L. V. et al. Ressignificando o currículo da EJA. *Revista Encontros de Investigação na Escola*. Rio Grande, v. 1, n. 1, 2006.

FORGIARINI, M. S. *Abordagem do tema 'O reflorestamento no RS' no currículo da EJA*. Santa Maria: CE/UFMS, 2007. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

FREIRE, P. *Por uma pedagogia da pergunta*. 3 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.

_____. *Pedagogia do Oprimido*. 17 edição. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

_____. *Pedagogia da Esperança: Um reencontro com a Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

GARCÍA, J. L. et al. *Ciencia, Tecnología y Sociedad: Una Introducción al Estudio Social de la Ciencia y la Tecnología*. Madrid: TECNOS, 1996.

GÓMEZ, R. J. Progreso, determinismo y pesimismo tecnológico. *Redes*. Buenos Aires: v. 4, n. 10, p. 59-94, outubro 1997.

HERRERA, A. O. Los determinantes sociales de la política científica en América latina. Política científica explícita y política científica implícita. *Revista de Ciências Sociais*, v. 13, n. 49, p. 98-112, abril-junho 1973.

JAPIASSU, H. *O mito da neutralidade científica*. Rio de Janeiro: Imago Editora, 1975.

LUTZENBERGER, J. A. Soja Transgênica: Problema Político, não Técnico. *The Ecologist*, v.28, n.5, p. 41, setembro-outubro 1998.

MOVIMENTO DE REORIENTAÇÃO CURRICULAR, SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO, São Paulo, *Relatos de Práticas – Ciências* (CO – DOT – PSG – Sa. – 012/92), documento 6, 1992.

SACHS, I. Brasil e os Riscos da Modernidade. *Ciência Hoje*. Rio de Janeiro, v.20, n.119, p. 12-14, abril 1996.

SANTOS, W. L. P. *O Ensino de Química para Formar o Cidadão: Principais Características e Condições para a sua Implantação na Escola Secundária Brasileira*. Campinas: UNICAMP, 1992. Dissertação. (Mestrado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade de Campinas, 1992.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. O Ensino de C-T-S (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no Contexto da Educação Básica

Brasileira. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*. Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2000.

SNOW, C. P. *As duas culturas e uma segunda leitura*. São Paulo: Edusp, 1995.

SOLBES, J. e VILCHES, A. El Modelo Construtivista y las Relaciones Ciencia/Técnica/Sociedad (CTS). *Enseñanza de las Ciencias*. Barcelona, v.10, n.2, p. 181-186, 1992.

SOLOMON, L. El estudio de la Tecnología en la educación. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Barcelona, año II, n.3, p. 13-18, Enero 1995.

SOUZA, R. S. et al. Aproximação entre o “mundo da escola” e o “mundo da vida”: uma reformulação curricular na EJA. *Revista Encontros de Investigação na Escola*. Rio Grande, v.1, n.1, 2006.

VACCAREZZA, L. S. Ciência, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en América Latina. *Revista Iberoamericana de Educación*, n. 18, p. 1-22, set.-dez. 1998.

VILCHES, A. GIL, D. *Construyamos un futuro sostenible: Diálogos de supervivencia*. Madrid: Cambridge University Press, 2003.

WAKS, L. Value Judgment and Social Action in Technology Studies. *Journal of Technology and Design Education*, v. 4, p. 35-49, 1994.

YAGER, R. E. e TAMIR, P. STS Approach: Reasons, Intentions, Accomplishments, and Outcomes. *Science Education*, v. 77, n. 6, p. 637-658, 1993.

Décio Auler é professor da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. E-mail: auler@ce.ufsm.br

ANEXO I

Modelos de Transporte: Implicações sócio-ambientais

Primeiro momento pedagógico: *problematização inicial*

Questões, vinculadas ao tema, propostas para discussão com os alunos:

- 1) Ao iniciarmos determinada viagem de automóvel, o tanque está cheio de gasolina. Após percorrermos algumas centenas de quilômetros, este estará vazio. Para você, o que aconteceu com a gasolina?
- 2) Uma pessoa pode fazer determinada viagem de ônibus ou de carro particular. Para você, em que circunstâncias haverá um maior "consumo" de energia, por pessoa, por quilômetro rodado?

Segundo momento pedagógico: *organização do conhecimento*

Conteúdos desenvolvidos:

- 1) Primeira e segunda leis da termodinâmica, massa específica, notação científica, volume, calor de combustão, trabalho, potência, rendimento em máquinas térmicas, reação de combustão da gasolina (combustão completa e incompleta), fotossíntese, combustíveis fósseis;
- 2) Aspectos históricos: Investigações e teorizações sobre o baixo rendimento das máquinas térmicas culminaram com o estabelecimento da primeira e segunda leis da termodinâmica;
- 3) Discussão sobre a necessidade de considerar compreensões já elaboradas pelos estudantes, antes de ingressarem no espaço da educação formal, as denominadas *concepções alternativas*, como, por exemplo, energia concebida como substância.

Terceiro momento pedagógico: *aplicação do conhecimento*

- 1) Retomada das questões propostas para discussão no primeiro momento pedagógico;
- 2) Análise e discussão de novas situações:
 - a) Baixa eficiência do motor de combustão interna;
 - b) Consumo/degradação de energia em diferentes meios de transporte;
 - c) Degradação de energia e degradação ambiental;
 - d) Degradação de energia em diferentes contextos e países;
 - e) Problematização de construções históricas sobre a atividade científico-tecnológica.