

A ABORDAGEM CTS EM UMA ATIVIDADE DIDÁTICA INTERDISCIPLINAR DE FÍSICA E GEOGRAFIA

CTS APPROACH IN AN INTERDISCIPLINARY TEACHING ACTIVITY OF PHYSICS AND GEOGRAPHY

**Guilherme Andre Dal Moro¹, Mauro Michelotto Braga²,
Nilson Marcos Dias Garcia³**

¹PPGTE/UTFPR e CNSM – guilhermedalmoro@gmail.com

²CNSM – mamichebraga@bol.com.br

³PPGTE/UTFPR e PPGE/UFPR – nilson@utfpr.edu.br

Resumo

O presente trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa associada a uma atividade didática interdisciplinar com enfoque dirigido às relações CTS, envolvendo as disciplinas de Física e Geografia. Apoiada, dentre outros, nos pressupostos de Feenberg (2005), o objetivo principal foi promover entre alunos da Educação Básica discussões e reflexões críticas sobre as relações entre a ciência, tecnologia e questões sociais, econômicas e ambientais, bem como estimular a importância da participação consciente e democrática dos alunos nos processos de apropriação e uso das tecnologias. A pesquisa, que teve como tema “o automóvel e suas inter-relações na sociedade do capital”, foi proposta para alunos do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola da rede particular da cidade de Curitiba. Observou-se que, mediante orientações definidas e aulas de discussões e debates, os estudantes manifestaram, em produções escritas, conclusões críticas em aproximação aos pressupostos de Feenberg.

Palavras-chave: CTS, Teoria Crítica da Tecnologia, Atividades Didáticas, Interdisciplinaridade.

Abstract

This paper presents the results of research associated with an interdisciplinary didactic activity focused on CTS relationships, involving the disciplines of Physics and Geography. Supported, among others, by Feenberg's (2005) presuppositions, the major objective of the activity was to promote, among students of Basic Education, critical reflections and discussions about the relationships between science, technology and social, economic and environmental issues, as well as the importance of a conscious and democratic participation in the processes of appropriation and use of technologies. The teaching activity theme was "the car and their interrelationships in society of capital", and was proposed to students of the first year of high school, in a private school in the city of Curitiba. It was observed that through the referrals, discussions and debates which occurred in the classes, critical conclusions in approach to Feenberg's assumptions were expressed by the students in written materials.

Keywords: CTS, Critical Theory of Technology, Didactic Activities, Interdisciplinarity.

Introdução: as principais concepções das relações CTS

Os estudos sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade buscam, em sua maioria, definir com maior clareza os aspectos que se engendram no desenvolvimento da tecnociência – desde aqueles puramente sociais até os de natureza política, econômica e ambiental – e de que forma eles modelam as inovações tecnológicas e o progresso científico.

Feenberg (2005) e Dagnino (2004, 2006) sistematizam as principais visões e concepções das relações CTS, tendo como critérios a neutralidade e autonomia da ciência e tecnologia em relação aos aspectos sociais. Para ambos, as principais concepções CTS são classificadas em: Determinismo (neutra e autônoma); Instrumentalismo (neutra e controlável); Substantivismo (condicionada por valores e neutra) e Teoria Crítica (condicionada por valores e controlável).

Destas quatro perspectivas, as duas primeiras circulam, em geral, pelo domínio popular. As últimas duas representam as correntes críticas dos estudos sobre ciência e tecnologia, formuladas, respectivamente, pelos intelectuais da Escola de Frankfurt e pelos pensadores contemporâneos sobre as relações CTS.

De acordo com a corrente determinista, a tecnociência se desenvolve de modo linear e o desenvolvimento científico é necessário para que haja o desenvolvimento tecnológico e, conseqüentemente, a geração de riquezas e a melhoria do bem estar social. Além disto, esta corrente de pensamento assume somente um único caminho para o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, e que depende unicamente de aspectos técnicos e “aplicação do método científico e o acatamento de um severo código de honestidade profissional”.(BAZZO et al., 2003, p.123)

A visão instrumentalista, de acordo com Dagnino (2006), concebe a tecnologia como uma ferramenta a serviço da humanidade e que, de acordo com as necessidades e urgências sociais, ambientais, políticas, econômicas, é humanamente controlada e direcionada. Todavia, a percepção instrumentalista não assume que valores e princípios inerentes às sociedades interfiram sobre as inovações tecnológicas ou, ainda, que as tecnologias sejam instrumentos que consolidam ou fragilizem valores morais. Para estes, a tecnologia e a ciência são neutras e os valores são portados por aqueles que delas fazem uso. Isto é, os valores estão, em última análise, na sociedade.

Por outro lado, as abordagens críticas da tecnociência compreendem que as tecnologias são intrinsecamente dotadas de valores estabelecidos nas sociedades onde são originadas. Conforme apresenta Dagnino (2004), o Substantivismo, da Escola de Frankfurt, desvenda a subserviência do desenvolvimento científico e tecnológico à lógica da acumulação do capital. Tecnologia e ciência são, a priori, substantivos e capitalistas e,

uma vez que uma sociedade segue o caminho do desenvolvimento tecnológico, inevitavelmente se transforma em uma sociedade tecnológica, que se afina com seus valores imanentes como a eficiência, o controle e o poder. Valores divergentes dos tradicionais – alternativos – não conseguiriam sobreviver ao desafio da tecnologia. (DAGNINO, 2004)

A concepção crítica substantivista é, tão logo, pessimista: primeiro porque crê que a tecnociência serve cegamente aos interesses do capital, ao imperialismo e ao empoderamento de determinadas elites socioeconômicas; segundo porque é autônoma, e “se torna cada vez mais imperialista, controlando, um após outro, cada domínio da vida social”. (DAGNINO, 2004)

A Teoria Crítica, que tem como uns dos principais defensores o filósofo canadense Andrew Feenberg, integra simultaneamente as idéias de que a tecnociência é portadora dos valores da sociedade onde foi constituída e é humanamente controlada. De acordo com ele,

seus partidários concordam com o Instrumentalismo (a tecnociência é controlável), mas reconhecem, como faz o Substantivismo, que os valores capitalistas conferem à tecnociência características específicas, que os reproduzem e reforçam, que implicam consequências sociais e ambientais catastróficas e que inibem a mudança social. (FEENBERG, 2005)

Dois elementos da Teoria Crítica da tecnociência de Feenberg podem ser considerados fundantes:

1) A existência de valores morais nos artefatos tecnológicos, em contraposição à neutralidade do Instrumentalismo tecnocientífico (FEENBERG, 2005, p. 52-55);

2) O reconhecimento das teorias da construção social da tecnologia¹, conferindo a sua perspectiva um certo otimismo – e também uma certa urgência – quanto à democratização e participação e controle popular nos processos de desenvolvimento científico e de inovação tecnológica. (FEENBERG, 1995, p.7)

Esses dois elementos sobre as relações CTS, presentes na concepção de Feenberg, serviram de referencial básico para a atividade interdisciplinar de pesquisa descrita nesse trabalho.

Discussões sobre as relações CTS no Ensino de Ciências

Têm sido diversos os trabalhos sobre relações CTS apresentados em eventos de pesquisa em ensino de Ciências. Desses, será dado destaque a três, apresentados durante o VII ENPEC (2009), cuja contribuição a este trabalho foi mais significativa: “Ideário Docente sobre as relações CTS” (CUNHA, et al., 2009), “As concepções de Ciência, Tecnologia e Construção do conhecimento Científico para alunos do Ensino Médio” (MAIA et al., 2009) e “As Produções em Educação em Ciências sob a perspectiva CTS/CTSA” (KURZMANN et al., 2009).

Kurzmann et al. (2009) fizeram um mapeamento detalhado das produções relacionadas sobre o tema CTS e identificaram 108 trabalhos apresentados nos seis primeiros eventos do ENPEC. Os autores identificaram: 36 trabalhos relacionados às concepções CTS; 44 sobre propostas de atividades didáticas; 13 sobre abordagens curriculares; 12 de Revisão Bibliográfica, 4 de análise de livros didáticos e 4 de análise de artigos em periódicos. Da análise dessas 108 produções, os autores indicaram que quase 40% dos trabalhos apresentados trazem propostas e ações didáticas que buscam reverter a realidade apresentada nos trabalhos descritos acima e, embora a proporção seja significativa e animadora, reconhecem que, diante da análise realizada,

ainda existem várias lacunas a serem preenchidas no âmbito da perspectiva CTS/CTSA em relação às atividades planejadas e/ou desenvolvidas (...). Entendemos que, sob esse aspecto, os trabalhos apresentados no evento ENPEC, poderiam trazer mais pesquisas referentes à categoria Atividades Didáticas, com uma abordagem mais clara, trabalhando durante todo planejamento com problematizações alusivas às questões sociais, como propõe a perspectiva CTS/CTSA, pois são essas atividades que poderão desenvolver o espírito crítico do aluno em aulas de Ciências (KURZMANN et al, 2009)

Cunha et al. (2009) apresentaram uma pesquisa a respeito das concepções de professores da Educação Básica sobre as interações entre ciência, tecnologia e sociedade. Os resultados obtidos refletiram uma relativa polarização de concepções entre os 250 respondentes do questionário. Por

¹ Bijker e Pinch, principais defensores da Teoria do Construtivismo Social da Tecnologia, afirmam que os caminhos da inovação tecnológica não podem ser entendidos sem que seja compreendido, anteriormente, o contexto social no qual se insere. Analisam a evolução de artefatos tecnológicos, como a bicicleta e a lâmpada elétrica, para demonstrar que o caminho do desenvolvimento das tecnologias é influenciado pela pressão de grupos sociais ao reclamarem adequações que atendam suas necessidades específicas de uso (BIJKER & PINCH, 1987).

um lado, “certas opiniões sobre o assunto são ingênuas e inadequadas e outras são apropriadas e adequadas, segundo a visão almejada”. Tais resultados corroboraram parcialmente os estudos desenvolvidos por Auler e Delizoicov (2006) que fornecem indícios de que existe uma falta de coerência e entendimento sobre as relações CTS e uma confusa compreensão sobre a não-neutralidade da ciência e tecnologia por parte de professores de Ciências da Educação Básica.

Uma vez que as concepções de docentes acerca das relações CTS são parcialmente “ingênuas e inadequadas”, é previsível esperar que as concepções dos alunos sobre as relações CTS sejam também carregadas de percepções reducionistas, rotuladas e estereotipadas (MAIA et al., 2009). Em pesquisa realizada com alunos na faixa etária dos 14 aos 18 anos, do primeiro ano do Ensino Médio, em Itabuna, Bahia, Maia et al. (2009) concluíram que os “significados dos termos ciência e tecnologia têm sido deturpados em função da divulgação dos meios de comunicação”. Além disto, concluem, corroborando as afirmações de Cunha et al., que os resultados refletem uma “formação inadequada dos profissionais que atuam na educação básica”.

As realidades apresentadas nos três trabalhos acima destacados aproximam-se daquelas experimentadas e observadas no colégio onde a presente pesquisa foi desenvolvida. Concorde-se com as considerações daqueles autores e da urgente necessidade de construir uma educação crítica e politizadora, contraposta aos discursos hegemônicos e clássicos que insistem em mistificar as Ciências Naturais como entidades neutras, autônomas e sua respectiva educação como uma ação apolítica. Neste sentido, o trabalho que se apresenta a seguir reúne esforços na tentativa de promover, entre alunos da Educação Básica, uma reflexão crítica a respeito das relações CTS.

A proposta didática interdisciplinar

Diante de algumas observações iniciais das concepções de alunos do Ensino Médio, que apontavam para uma visão estereotipada e rotulada sobre as interações CTS, foram questionadas, na condição de professores da Educação Básica de dois dos autores, as estratégias de ação educativa e formativa tradicionais habitualmente adotadas. Ademais, questionou-se: como desmistificar o tradicional rótulo de neutralidade, de distanciamento da realidade e da sociedade conferidos a tais conteúdos – em especial daqueles da Física – conduzindo os estudantes, ao mesmo tempo, a uma percepção crítica da sociedade em que vivem? Como trazer para a sala de aula temas polêmicos e de urgente discussão, para a contribuição da formação do senso crítico, sem que tais estratégias sejam banalizadas ao longo do tempo?

Diante de tais inquietações e desafios, foi proposta uma atividade interdisciplinar com alunos do primeiro ano do Ensino Médio de um colégio da rede particular da cidade de Curitiba² envolvendo as disciplinas de Física e Geografia. As discussões tiveram como base os estudos das interações CTS, e procuraram fundamentar-se nos dois elementos da concepção de tecnociência da Teoria Crítica de Feenberg.

A pesquisa foi desenvolvida com base na atividade didática realizada por 200 alunos, agrupados em equipes de 4 a 6 integrantes, totalizando 42 grupos. Foram utilizadas duas aulas – uma na

² A escola em que o trabalho foi desenvolvido possui um projeto educativo crítico, que busca estimular seus estudantes a um pensamento reflexivo e articulado às questões sociais e ambientais. Neste sentido, esta atividade didática se articula a um projeto de pesquisa anual, no qual os alunos, ao longo de todo o ano letivo, realizam uma única pesquisa interdisciplinar, de cunho científico. Das variadas linhas de pesquisas do projeto (uma delas as relações entre ciência, tecnologia e a cidade de Curitiba), os educadores têm liberdade de articular “mini-pesquisas”, vinculadas com seus respectivos conteúdos.

disciplina de Física e outra na disciplina de Geografia – para os esclarecimentos do documento de orientação de escrita da atividade. Por serem longas, das orientações pedagógicas dadas aos alunos serão feitas descrições e transcrições apenas das partes mais relevantes – particularmente aquelas que direcionaram os alunos às reflexões críticas dos temas propostos.

Como elemento centralizador das pesquisas, optou-se pelo estudo “do desenvolvimento do automóvel e suas inter-relações sociais, ambientais e econômicas”, que, para efeitos investigativos, desdobrou-se em quatro subtemas: 1º) a relação entre o automóvel e as relações pessoais, bem como a consolidação de conceitos morais e valores da sociedade; 2º) a relação entre o automóvel e os impactos ambientais; 3º) a relação entre automóvel e aspectos da economia local e global; 4º) a relação entre automóvel e a organização e distribuição hierárquica espacial, social, econômica no ambiente urbano.

Cada um dos 42 grupos selecionou um único subtema para o aprofundamento teórico/bibliográfico, resultando em 7 grupos no primeiro subtema; 14 no segundo; 14 no terceiro e 7 grupos no quarto subtema.

Cada um dos subtemas propostos trouxe a necessidade de olhar o objeto de pesquisa a partir de uma concepção crítica da tecnologia e da sociedade (o que se constitui como critério avaliativo). No primeiro subtema, por exemplo, os alunos foram orientados – de acordo com o documento entregue a cada um deles – a “refletir sobre o automóvel enquanto um artefato tecnológico portador (e potencializador) de valores e conceitos morais da sociedade em que foi desenvolvido e é utilizado. Em outros termos, o grupo devia debater como o automóvel fortalece e consolida valores relativos à sociedade do capital: individualismo; egocentrismo; a competitividade; isolamento e afastamento sociais; o uso racional do tempo e seus efeitos colaterais (estresse, depressões, etc.); a relação entre o público/coletivo e o privado/individual e como o segundo se prevalece (hierarquicamente) sobre o primeiro”³. Esta orientação do primeiro subtema, como se percebe, foi formulada especialmente para o atendimento do primeiro elemento da Teoria Crítica sob a perspectiva de Feenberg, isto é, o entendimento de que as tecnologias são portadoras de valores morais e que, por isso, consolidam os valores da sociedade onde são constituídas.

Ainda neste primeiro subtema, foi proposto às equipes que localizassem “uma solução (tecnológica) para a questão, que pensassem e idealizassem um modelo de transporte que permitiria (ou que já permite, em determinados países ou regiões) a valorização de costumes fraternos, coletivos, igualitários (certamente estas tecnologias já existem, porém não são priorizadas pelas políticas públicas e pelos usuários dos sistemas de transporte). Por fim, foi pedido que esclarecessem como que tal tecnologia privilegiaria e contribuiria com a valorização de tais valores”. Neste subtema não foi objetivo conferir à inovação tecnológica ou à ciência um caráter triunfalista e salvacionista. Pelo contrário, foi ressaltado aos alunos que as soluções para tais impasses não decorrem de inovações tecnológicas e progressos científicos que estão por vir, mas do uso das tecnologias com outra perspectiva da que fazemos, conforme o segundo elemento da perspectiva de Feenberg.

Enfim, foi enfatizado que se tratava de uma questão de escolha consciente do tipo de sociedade em que se desejava viver. Por isso, foi discutida a influência dos movimentos e segmentos sociais na configuração (design) das tecnologias, conforme as teorias construtivistas⁴, e, em última

³ Fragmento das orientações fornecidas aos alunos em documento impresso.

⁴ Como exemplo, citamos as inovações tecnológicas que incorporam as exigências, mesmo que parcialmente, dos movimentos ambientais, como no caso do desenvolvimento de automóveis elétricos, menores, mais econômicos, etc..

análise, a democratização do acesso aos processos de inovação tecnológica, de acordo com o segundo elemento da Teoria Crítica. Essas orientações foram dadas tendo em vista que a opção por meios tradicionais de transporte estará, inconscientemente, consolidando os valores que aí estão postos. Ao serem idealizados outros sistemas tecnológicos que se encaixam aos valores que se desejam cultivar, e optar-se pelo uso destes sistemas e tecnologias, estará sendo estimulada a reconfiguração dos sistemas tecnológicos segundo nossos valores.

A atividade desenvolvida pelos alunos foi organizada em três capítulos, procurando atingir os objetivos da pesquisa. No capítulo I, os grupos deveriam se aprofundar no estudo teórico/bibliográfico do subtema escolhido. No documento de orientação, para cada um dos subtemas, foram apresentadas sugestões de tópicos que podem ser mais bem esclarecidos e discutidos neste capítulo, haja vista a grande diversidade de assuntos que cada subtema contempla. Por exemplo, no subtema III, esclarece-se que “o grupo pode escrever sobre as estratégias do mercado (e dos próprios governos) para garantir a manutenção deste modelo de transporte baseado no automóvel. De que modo os países sustentam suas economias no consumo/consumismo deste artefato (fetiche) tecnológico?”

Com a finalidade de qualificar as discussões e as reflexões dos grupos neste primeiro capítulo, bem como orientá-los às concepções críticas que vêm sendo discutidas nas aulas, foi fornecido a cada equipe um texto impresso, retirado de Vasconcellos (2006), para os subtemas I, II e III e de Mumford (1998), para o subtema IV. Ademais, foram também indicados como referência os trabalhos de Ludd & Singer (2004), Maia (2002). Ressalta-se que todas as referências estavam disponíveis na biblioteca do colégio.

Os capítulos dois e três foram planejados de modo a contemplar diretamente os conceitos estudados nas disciplinas de Física e Geografia, com um olhar especial à cidade de Curitiba. Nestes dois capítulos, os grupos tiveram que descrever algumas observações (geográficas) e medidas (físicas) nos trajetos que fazem diariamente de casa para o colégio (de manhã) e vice-versa (no final da manhã ou da tarde).

Ainda no capítulo dois, cada aluno, independentemente do subtema escolhido, teve que apresentar as seguintes medidas ou informações relacionadas aos conceitos trabalhados no primeiro semestre de Física: posição inicial do movimento (endereço residencial aproximado), posição final (endereço do colégio), trajetória (traçada sobre um mapa da cidade, podendo usar Google Maps ou Google Earth), a distância percorrida e o módulo do vetor deslocamento⁵, tempo total no percurso, velocidade escalar média⁶, velocidade máxima, e o meio de transporte utilizado.

A escolha de tais conceitos ocorreu por serem básicos para o entendimento dos diversos movimentos, em geral estudados na disciplina de Física no primeiro ano do Ensino Médio, como por exemplo o Movimento Retilíneo Uniforme e o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado, e são predominantemente abordados por meio de estratégias metodológicas clássicas, como as aulas expositivas teóricas e experimentais. A atividade proposta objetivou, neste estudo, a retomada dos conceitos a partir de situações cotidianas dos estudantes, mas pode ser realizada antes do estudo formal dos conteúdos, servindo como elemento para a fundamentação teórico-prática, isto é, ponto de partida para o estudo da Cinemática.

⁵ A distância percorrida é uma grandeza física escalar, medida a partir da trajetória do movimento. O módulo do vetor deslocamento é o comprimento do segmento de reta que liga a posição inicial à final do movimento, portanto independe da trajetória do movimento.

⁶ Determinada pela razão entre distância percorrida e o tempo total do movimento

No terceiro capítulo, os grupos apresentaram suas observações, feitas no trajeto de cada um para o colégio, identificando as construções das hierarquias dos espaços urbanos com enfoque particular ao subtema escolhido. Para o subtema I, por exemplo, foi proposto aos alunos que a discussão considerasse as seguintes indagações: “Considerando as vias públicas, como se dá o seu compartilhamento, levando em consideração as diferentes formas de utilização, através de automóveis, ônibus, motocicletas, bicicletas e pedestres? Como se define a hierarquização desse compartilhamento? Quem é privilegiado? Quem é prejudicado? Por quê? Quais as contradições percebidas?”.

Considerações dos estudantes apresentadas na atividade didática

A partir das produções escritas e das apresentações orais dos alunos, foi possível identificar que diversos deles manifestaram percepções e compreensões críticas a respeito das temáticas propostas. A partir da avaliação das produções escritas, pode-se identificar e quantificar as principais considerações apresentadas pelos alunos.

Dos 7 trabalhos produzidos com ênfase no primeiro subtema (valores morais associados à tecnologia): 7 identificaram que o acesso ao automóvel, e por isso o sistema de transporte, como um todo, explicita condições de desigualdade social: “É importante lembrar que mesmo que o automóvel prevaleça nas sociedades atuais, há uma parte significativa da população que não possui condições de usufruí-lo, mas que também acaba sofrendo influências desse modo de transporte (...). O acesso a ele tornou-se dominante para saber qual o grupo social cada pessoa se enquadrará” (grupo A2, p.4) e/ou consolida tal condição: “As pessoas que utilizam transporte privado são consideradas mais ‘importantes’ do que as pessoas que utilizam outros meios e por isso são privilegiados” (grupo A6, p.7); 6 argumentaram que os automóveis representam símbolo de poder e status: “o carro hoje em dia é uma marca de status social (...)” (grupo A3, p.3); 6 salientaram questões relacionadas ao individualismo, ao egocentrismo: “além da questão do preconceito e da inferioridade, o automóvel tornou mais clara a noção dos conceitos de individualismo e egocentrismo” (grupo A7, p.4) e 4 colocaram que tal meio de transporte, em nossa sociedade, associa-se à competitividade. Outras considerações apareceram em menor quantidade (três grupos ou menos), como por exemplo alterações psicológicas (estresse, irritação, nervosismo, medo) vinculados ao trânsito; a racionalização do tempo: “passamos a medir o tempo que gastamos para comer, dormir, e, obviamente, ficar no trânsito” (grupo A2, p.4), e outros.

Com relação aos 14 trabalhos apresentados com enfoque no segundo subtema (relações entre tecnologia e ambiente), todos os grupos trouxeram impactos nocivos, diretos ou indiretos, do uso dos automóveis ao ambiente ou aos seres vivos e todos chamaram atenção para o problema da poluição do ar causada pela emissão dos gases produzidos pela combustão interna dos combustíveis fósseis: “A maioria dos automóveis hoje, no Brasil, ainda são movidos com combustíveis fósseis, de origem mineral, formados por compostos de carbono. Algumas de suas consequências são o aumento da contaminação do ar, solo e água, como é o caso das chuvas ácidas” (grupo B14, p.3). Quanto à emissão destes gases, os grupos apontaram quatro efeitos distintos: 4 deles mencionaram o efeito estufa e/ou o derretimento das calotas polares: “A queima de combustíveis fósseis também prejudica muito o meio ambiente. Sua queima produz gases como o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄), entre outros, que retém o calor do Sol, agindo como efeito estufa e contribuindo para o aquecimento global” (grupo B3, p.3); 7 indicaram as chuvas ácidas: “Além de tudo isso, um dos maiores problemas que podem destruir a memória de uma cidade é a chuva ácida. Esta acaba danificando monumentos, estátuas e construções que são

corroídas pelos ácidos” (grupo B8, p.4); para 9, existe uma nocividade direta destes gases para a saúde dos seres vivos, em especial para a do homem: “O monóxido de carbono reage com a hemoglobina do sangue, sendo prejudicial às pessoas com anemia, com problemas cardíacos e com problemas pulmonares crônicos (...)” (grupo B5, p.5). Além destes, 2 grupos discutiram sobre impactos no solo e um único grupo tratou da poluição gerada pelos descartes de automóveis e peças inutilizados.

Sobre as relações dos automóveis com fatores econômicos globais e locais – subtema três –, dos 14 grupos que focaram este subtema, 6 apresentaram que os automóveis são base de diversas economias nacionais e da própria economia global, contribuindo positivamente com o crescimento e desenvolvimento econômico, aumento dos Produtos Internos Brutos, à geração de empregos: “a importância do automóvel para a economia global é o crescimento que ele irá proporcionar para a economia global de fato” (grupo C11, p. 3). Por outro lado, 8 grupos apontaram, de modo crítico, o uso dos automóveis como instrumentos de manutenção da lógica capitalista de acumulação: “como vivemos em um mundo capitalista, as indústrias estão sempre lucrando e crescendo” (grupo C14, p. 2), à geração de lucros acima de quaisquer outras consequências, ao incentivo do consumismo como mecanismo de conservação do sistema: “o fetiche criado em torno do consumo do carro funciona como um fomento ao setor automotivo” (grupo C04, p5), sendo que desses, dois grupos enquadraram-se, ainda, na categoria anterior, contrapondo os dois olhares. Apareceram, também, outras percepções críticas neste subtema: 8 análises sobre os prejuízos econômicos gerados pelos congestionamentos e engarrafamentos nas grandes metrópoles: “os congestionamentos, por um lado, interrompem o fluxo de negócios microrregionais. Dentro da lógica capitalista, de que tempo é dinheiro, atrasos e perdas de tempo significam uma minimização dos lucros” (grupo C01, p.5); 6 considerações sobre os prejuízos provocados por acidentes de trânsito: “(...) acidentes acabam piorando a situação dos postos de saúde e de hospitais que não tem condições de atender todos os necessitados e emergências” (grupo C13, p.3) e 4 análises que intercalam impactos ambientais aos prejuízos econômicos ou a problemas de saúde, que, mais tarde, incidirão sobre fatores da economia.

Por fim, quanto aos 7 grupos que aprofundaram suas pesquisas nas relações do desenvolvimento dos automóveis com a organização e ao planejamento urbano, quarto subtema, identificamos que: 6 apresentaram que o desenvolvimento dos meios de transporte, em especial dos automóveis, estão diretamente relacionados ao aumento dos limites das cidades, bem como à configuração e definição dos espaços e zonas urbanas: “É possível perceber que as cidades se modificaram completamente após a popularização do carro. A posição das lojas, casas, prédios, escritórios, escolas, etc. se dão indiretamente de acordo com um carro” (grupo D3, p.2); 4 grupos defenderam que a popularização dos automóveis está diretamente associado ao crescimento e planejamento desordenado das cidades ou ao desperdício do espaço: “Além de ocuparem mais espaço nas ruas, os carros ocupam mais espaço nos lugares públicos, presenteando parques e centros comerciais com áreas mortas, chamadas de estacionamento. Por isso pode-se dizer que a principal característica do planejamento urbano atual é o desperdício do espaço” (grupo D2, p. 4); 4 defenderam que o transporte por automóveis, e portanto seus usuários, possui privilégio perante os demais meios de transporte: “Hoje em dia as ruas estão essencialmente sendo usadas pelos automóveis, e não dando espaço para pedestres que agora ocupam calçadas que muitas vezes são esburacadas, com desníveis dificultando a circulação no local” (grupo D4, p.2); 3 apontaram que o planejamento urbano, distribuição territorial e os investimentos públicos refletem, em última análise, questões de classes sócio-econômicas: “Vários aspectos do ambiente urbano mostram o contraste das condições em que se encontram as ruas, que em bairros nobres estão pavimentadas e

em bom estado, onde passam as linhas de ônibus. Nas regiões periféricas a precariedade e o descaso da prefeitura são reais, e cada vez mais agravado” (grupo D7, p. 6).

Considerações finais

Diversas considerações e observações apontadas pelos estudantes atingiram, ao nosso entender, um nível satisfatório de criticidade e maturidade diante dos enfoques CTS. Há que sinalizar que as orientações fornecidas deram-lhes subsídios para produzir as reflexões críticas almejadas. É certo que, porém, diante de um universo de mais de 200 alunos e 42 produções obteve-se resultados heterogêneos, variados. No entanto, apesar de poucos, alguns deles foram, inclusive, além das expectativas, estabelecendo relações que superaram as previsões durante a proposição da atividade e que somente durante as discussões, apresentações ou leituras nos foram esclarecidas pelos próprios alunos. Apenas 4, dos 42 trabalhos, fugiram completamente do subtema proposto, apresentaram informações desconexas ou, ainda, meras cópias de notícias e sites da Internet e, portanto, não atingiram, nem parcialmente, os objetivos da atividade.

Em diversas produções considerou-se que os objetivos foram atingidos parcialmente, uma vez que apresentaram relativa consciência de que as relações CTS podem ser entendidas sob a ótica da Teoria Crítica de Feenberg, isto é: a tecnologia vincula-se a interesses e valores sociais, mas que, porém, podem ser modificadas por condicionantes sociais, ambientais e econômicas.

Quanto ao primeiro elemento, aquele que liga o desenvolvimento das tecnologias aos valores do modo de produção da sociedade, diversos grupos fizeram esta conexão de modo claro, reconhecendo que o automóvel, enquanto um bem de consumo, segue as propriedades de qualquer outra mercadoria que surge na sociedade do capital: “Esse instrumento possui forte presença na economia capitalista, sendo utilizado com um dos alicerces para sustentar sua ideologia, que preza pela individualidade. É aquela ideia que grande parte da sociedade tem de que é necessário ter um carro(...). Além disso, há a chamada obsolescência programada (...)” (grupo C1, p. 3). Identificaram, então, que tal mercadoria está vinculada à acumulação de capital, que se constitui como instrumento de consolidação e reprodução capitalista, de imposição de poder e identificação social, realçando, tão logo, valores e comportamentos individualistas, egocêntricos, mixofóbicos, etc.. Considerou-se que tais relações e conclusões levantadas pelos estudantes foram favorecidas pela natureza interdisciplinar da atividade, de forma que aproveitaram o viés crítico tradicionalmente enfatizado pelas disciplinas de Ciências Humanas, na qual se insere a Geografia.

Quanto ao segundo elemento, aquele que, na visão de Feenberg, se faz urgente maior participação popular e democratização nos processos de desenvolvimento das tecnologias, alguns grupos, ao esboçarem soluções para os problemas, indicaram que a saída muitas vezes não passa pelo desenvolvimento de inovações tecnológicas, nem pelas ações governamentais, mas reside na educação e conscientização das populações e por iniciativas próprias, em especial quanto a tomada de decisões de quais modelos (de transporte) devem ser adotados e usados. Assim, o poder de decisão se torna muito mais fortalecido, e o processo se torna efetivamente democrático. Entretanto, foi possível identificar, no tocante às soluções levantadas por alguns outros grupos, duas contradições.

A primeira se refere à presença da concepção instrumentalista da tecnologia, quando transferem totalmente para o processo de invenção e criação de tecnologia a solução para os problemas discutidos: “Uma alternativa de energia alternativa foi elaborada na cidade americana de Fairfax, no Estado da Virginia. O lixo arrecadado, por mais de um milhão de pessoas vai para a usina e

aproximadamente 15 mil toneladas de lixo viram energia elétrica. Além de acabar com o problema do lixo, a nova tecnologia se mostra ainda mais sustentável, pois os gases tóxicos que sobram depois da queima são filtrados” (grupo B5, p.7). Aqui, todavia, considerou-se positivas as conclusões que mesclaram o desenvolvimento de tecnologias ao esforço coletivo para que elas sejam popularizadas (mesmo quando se direcionam à contramão da lógica hegemônica): “Há soluções que não dependem exclusivamente do governo. Uma delas é o uso de meios de transporte coletivo (...). Outro recurso é a bicicleta que funciona a energia elétrica. Ela não emite nenhum gás tóxico, e é muito mais barato em sua recarga” (grupo B4, p.6).

A segunda, quando transferem o problema e as soluções para o poder público, eximindo-se da responsabilidade e da ação: “Para que possamos diminuir o número de pessoas que utilizam o transporte individual, primeiramente os governantes das cidades brasileiras precisam melhorar o transporte público, que é precário em grande parte do país” (grupo A3, p. 7).

Outro aspecto que chamou atenção nas produções refere-se à influência midiática sobre os alunos em seus ideários e em suas produções escolares, como já colocado por Maia, et al (2009). No primeiro e quarto subtemas, cujos assuntos não são facilmente encontrados em noticiários, blogs e sites da Internet, percebeu-se notavelmente que os textos se fundamentaram na bibliografia fornecida pelos professores ou, ainda, em outras literaturas técnicas e especializadas sobre o assunto encontradas por eles. Decorrente disto, nestes dois subtemas foi encontrado um maior número de atividades críticas, embasadas em informações e conhecimentos técnicos e aprofundados. Por outro lado, em especial no segundo subtema, cujos assuntos podem ser facilmente localizados nos meios de informação populares, identificou-se uma grande quantidade de atividades que não foram além de informações trazidas do senso comum e se prenderam, então, nas descrições de impactos e prejuízos ambientais provocados pelas emissões de gases poluentes. Em várias dessas, não foram estabelecidas reflexões mais profundas que esclarecessem porque, mesmo com todos os alarmes e previsões pessimistas que estão sendo dadas quanto às questões ambientais, as alternativas que propuseram, e que em geral já existem e são absolutamente viáveis, não se tornam efetivamente realidade. Além disto, percebeu-se algumas conclusões equivocadas, como, por exemplo, a que veículos de propulsão elétrica não provocam nenhuma poluição atmosférica porque não emitem gases durante o funcionamento, desconsiderando-se o processo de produção, por exemplo, das baterias ou a poluição ocasionada na geração de energia elétrica, seja qual for a fonte.

Ainda, quando foi proposto, no subtema 3, que fossem delineadas as relações entre o uso dos automóveis e fatores econômicos globais e locais, alguns grupos se ativeram à positividade da relação, apresentando que o setor automotivo garante o crescimento econômico, a geração de empregos e é portanto imprescindível para a sociedade. De fato, as conclusões obtidas por esses grupos não estão equivocadas, mas reproduzem percepções condizentes ao senso comum e alienadas, que não revelam críticas que eram esperadas.

Com relação às especificidades disciplinares de Física e Geografia, pontuadas respectivamente nos capítulos 2 e 3, e que aproximaram o tema do trabalho aos conteúdos estudados no primeiro semestre em cada uma das disciplinas, observou-se os aspectos que seguem. No capítulo dois, em que deveriam ser feitas as medidas físicas relacionadas ao trajeto dos alunos de casa para a escola e vice-versa, todos os estudantes, seguindo os encaminhamentos do documento de orientação, apresentaram, dentre outras medidas: as posições inicial e final do movimento, a distância percorrida e o módulo do vetor deslocamento no trecho, o tempo total do movimento e a velocidade escalar média. Com tais medidas, apareceram algumas conclusões pertinentes dos

estudantes, vinculando tais resultados com conteúdos disciplinares: a primeira observação foi que o tempo total do movimento, na volta para casa, para quase todos os alunos, foi maior que o tempo da vinda para o colégio. Concluíram que a velocidade escalar média do trecho foi menor durante a volta, uma vez que o trânsito fluiu mais lentamente em virtude do maior número de carros nas vias, em comparação com o horário da manhã. Além disto, as apresentações permitiram comparações das propriedades dos movimentos entre diferentes meios de transporte usados pelos estudantes. Para aqueles que utilizam transporte coletivo, ficou evidente que parte significativa do tempo total do deslocamento está associada ao tempo de espera da condução. Este fator, associado ao alto custo da tarifa (que na cidade de Curitiba é de R\$ 2,50) e a péssima comodidade e conforto, quando comparados aos meios privados, foram identificados como fundamentais para determinar a preferência quase unânime da população pelo uso dos automóveis. Todavia, como se identificou em algumas turmas e grupos, o fator proibitivo (e que confere-lhe o caráter de estratificador sócio-econômico) do automóvel associa-se ao custo de compra e aos gastos com sua manutenção.

Estas conclusões, obtidas nas apresentações que ocorreram nas aulas de Física, associaram-se com as observações e conclusões que foram feitas pelos estudantes no terceiro capítulo da atividade, mais específica da disciplina de Geografia. Nestas observações, foi percebido pelos alunos, que a configuração urbana privilegia os usuários dos transportes privados, revelando as hierarquias nas relações sociais. Exemplo disso, apontado por vários grupos, foi a transformação da BR-116 em Avenida José Richa (que passa em frente ao colégio onde a pesquisa ocorreu), na qual houve o alargamento da via automotiva (passando de duas para três faixas de rolamento) em contraste com a construção de uma ciclovias sinuosa (que não atende aos interesses daqueles que utilizam bicicletas como meio de transporte diário, e não como meio de lazer) e a inconclusão (uma interrupção da via exatamente em frente ao colégio) da faixa destinada para o tráfego de transportes coletivos.

Percebemos também que o estímulo e uso de estratégias didáticas que fogem dos padrões tradicionais não é uma tarefa fácil, em especial para a disciplina de Física, cujos métodos de ensino se consolidaram em modelos rígidos e inflexíveis. Como apontado em pesquisas aqui citadas, o ideário dos educadores deste nível de educação ainda se contamina com visões deturpadas a respeito das relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. O Determinismo tecnológico, as percepções que consideram que as ciências, e em decorrência as tecnologias, são neutras, porque nada mais fazem que exprimir de modo simbólico, puro, a natureza, são apregoados neste modo tradicional de ensino. Modo este no qual nossos alunos são expostos a um conteudismo intensivo, calcado no estudo de leis, fórmulas, princípios, teorias, etc., não ilustrando que os estudos de ciências, e que as próprias ciências, vão muito além disto.

Por trás disto nos julgamos, e não sem relativa razão, ainda atados a outros condicionantes, sobretudo a necessidade de preparar nossos discentes às diversas provas de seleção e aos cursos universitários, em especial os da área de exatas e da natureza, que exigem conhecimento aprofundado e técnico de Física, Química e Matemática.

Não obstante, é imprescindível para a formação mais completa e rica, no que se refere ao ensino de Ciências, a reflexão sobre os elos que as conectam à tecnologia, à sociedade e ao ambiente. Para isso, consideramos vital a tarefa de unir esforços, buscar reflexões amplas, inter e multidisciplinares, combatendo nossas visões estigmatizadas, anacrônicas e tecnicistas a respeito dos objetivos e necessidade da educação em Ciências.

Referências

- AULER, Décio & DELIZOICOV, Demétrio. Ciência-tecnologia-sociedade: relações estabelecidas por professores de ciência. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 05, n. 02, p. 337-355, 2006
- BAZZO, W. A. ; LINSINGEN, I. V. ; PEREIRA, Luiz Teixeira Do Vale . Introdução aos Estudos CTS. 01. ed. Madrid: Organização dos Estados Iberoamericanos, 2003. v. 1500. 170 p.
- BIJKER, W. E. ; PINCH, T. J. . The Social construction of technological systems: new directions in the sociology and history of technology. Cambridge, Mass.: MIT Press, c1987. 405 p
- CUNHA, A. M. ; SILVA, D. . Ideário docente sobre as relações CTS. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009, Florianópolis/SC. Anais em VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009.
- DAGNINO, R. ; BRANDÃO, F. C. ; NOVAES, H. T. . Sobre o marco analítico-conceitual da Tecnologia Social. In: Antonio De Paulo et al.. (Org.). *Tecnologia Social: uma estratégia para o desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004, p. 15-64
- DAGNINO, R. ; Mais além da participação pública na ciência: buscando uma reorientação dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade em Ibero-américa. *CTS+I (Madrid)*, México, v. 7, 2006
- FEENBERG, A. . *Critical Theory of Technology: An Overview, Tailoring Biotechnologies*, v. 1, n. 1, 2005, p: 47-64.
- _____. *Alternative modernity: the technical turn in philosophy and social theory*. Berkeley, Calif.; London: University of California Press, c1995. 251 p.
- KURZMANN, S. M. ; PICCINI, I. P. ; LAMARQUE, T. ; TERRAZZAN, E. A. . Produções em Educação em Ciências sob a perspectiva CTS-CTSA. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009, Florianópolis/SC. Anais em VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009.
- LUDD, N. ; SINGER, A. . *Apocalipse motorizado: a tirania do automóvel em um planeta poluído*. São Paulo: Conrad Ed. do Brasil, 2004. 154 p.
- MAIA, A. M. . *A era Ford: filosofia, ciência, técnica*. Salvador: Casa da Qualidade, 2002. 139 p.
- MAIA, J. O. ; SILVA, J. S. ; JESUS, K. ; PASSOS, M. S. ; GOMES, V. B. ; SILVA, A. F. A. . Concepções de ciência, tecnologia e construção do conhecimento científico para alunos do Ensino Médio. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009, Florianópolis/SC. Anais em VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009.
- MUMFORD, L. . *A cidade na historia: Suas origens, transformações e perspectivas*. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998. 741 p.
- VASCONCELLOS, E. A. . *Transporte e meio-ambiente: conceitos e informações para análise de impactos*. São Paulo: Editora do Autor, 2006. 199 p.