

## IMPLICAÇÕES CTSA NA VISÃO DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO A PARTIR DO ACESSO A MÚLTIPLAS PERSPECTIVAS DE UM CASO DE DANO AMBIENTAL

João Amadeus Pereira Alves<sup>1</sup>  
Washington Luiz Pacheco de Carvalho<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Colégio São José – Curitiba-Pr - [jpalves@yahoo.com.br](mailto:jpalves@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>DFQ/FEIS-Unesp – Ilha Solteira-SP - [washcar@dfq.feis.unesp.br](mailto:washcar@dfq.feis.unesp.br)

**Resumo:** Desde a década de 1970, a visão não crítica pela qual a ciência e a tecnologia (C&T) são apresentadas aos alunos da educação básica vem sendo combatida através da chamada ênfase nas relações CTS (ciência-tecnologia-sociedade) nos currículos e disciplinas de ciências naturais, em alguns países. Entretanto, evidências diárias da utilização dos conhecimentos em C&T visando lucro e poder, em detrimento da qualidade ambiental, não têm sido objetos de estudos na escola. Na busca de ações educacionais a favor de uma abordagem reflexiva sobre as implicações das relações CTSA (ciência, tecnologia, sociedade e ambiente), desenvolveu-se uma pesquisa que visou explorar as visões que alunos do ensino médio tinham sobre diferentes perspectivas de um caso de contaminação por chumbo, no qual a ciência e a tecnologia poderiam não aparecer como mito ou guardiãs.

**Palavras-chave:** ensino de ciências, implicações CTSA, ambiente e desenvolvimento humano.

**Abstract:** Since the beginning of the decade of 1970, the non-critical vision about science and technology (S&T) presented by basic school students has systematically been combated through the so called STS (science-technology-society) emphasis in the curriculums and course of natural sciences, in some countries. However, everyday evidences of the application of S&T knowledge motivated by business, profits and different forms of power, at the expenses of environmental quality, have not been constituted a focus of studies in the basic school. In the search for educational actions that could embase a reflexive approach about the implications of the STSE (science-technology-society-environment) relations, an investigation was developed aiming at exploring high school students views about different perspectives of a lead-contamination case, in which science and technology could not appear as a myth or guardian.

**Key-words:** science teaching, STSE implications, environment and human development

### 1. Introdução

A ausência da ciência no contexto da “educação em ciências” em nível básico (LEMKE, 1992) pode ser constatada, dentre outras maneiras, pelo desconhecimento que a maioria dos alunos tem não apenas da figura social do cientista, uma vez que para muitos deles é quase impossível cruzar com um desses profissionais em lugares comuns, mas, sobretudo, das escritas técnico-científicas, que são praticamente inacessíveis na educação básica e da linguagem utilizada de fato pela ciência (simplificada pelos autores dos livros didáticos e pelo discurso do professor).

Percebe-se, assim, um grande desnível entre as representações relativas à ciência levadas à escola, por intermédio do professor (TRIVELATO, 2000), inclusive sob influência da mídia, e a forma que a ciência acontece de fato (LEMKE, 1997). A consequência disso é que o educando passa a apresentar uma visão sobre a ciência pautada predominantemente na objetividade, no seu

lado positivista, que é sistematicamente parte do discurso do professor em sala de aula (LEMKE, 1997; TRIVELATO, 2000), em detrimento de uma ótica mais abrangente, que contemple uma multiplicidade de relações e variáveis que permeiam as criações científicas (AIKENHEAD, 1988; FREIRE-MAIA, 2000; LATOUR, 2000; SANTOS E MORTIMER, 2000; DE MEIS, 2002).

Na leitura do Professor Newton Freire-Maia, a respeito da visão de neutralidade da ciência, incorporada pela sociedade e incidente na escola, percebe-se que a ciência sofre influências de uma multiplicidade de fatores, como políticos, econômicos e sociais, mas que ao seu ver não são discutidos na sociedade e na escola, o que vem a consolidar alguns indícios que tínhamos e que se confirmaram nessa pesquisa.

Para Freire Maia (2003):

*Não se pode ingenuamente acreditar que a ciência, como um conjunto de conhecimentos (ciência-disciplina) e de atividades (ciência-processo), seja algo independente do meio social, alheio a influências estranhas e neutro em relação às várias disputas que envolvem a sociedade. Analisada por qualquer um de seus dois ângulos, a ciência representa um corpo de doutrinas gerado ou em geração num meio social específico e, obviamente, sofrendo as influências dos fatores que compõem a cultura de que faz parte. Produto da sociedade, influi nela e dela sofre as influências. (FREIRE-MAIA, 2000, p. 128).*

Agravantes tão importantes como os que foram descritos anteriormente acerca da ciência, são evidenciados em relação à tecnologia, quanto à sua produção e conseqüências sociais, econômicas, ambientais etc, e envolvem visões distorcidas que se faz sobre esta, primordialmente nos meios escolar e social. Um exemplo dessas distorções pode ser evidenciado na concepção de tecnologia como dotada de poderes capazes de solucionar todos os problemas do mundo, a qual tem emergido na educação em ciências das escolas (BENCZE, 1998; SANTOS e MORTIMER, 2000; TRIVELATO, 2000; SOUZA CRUZ e ZYLBERSZTAJN, 2001; BAZZO, 2002) e da tecnologia como ciência aplicada (FREIRE-MAIA, 2000; LATOUR, 2000; BAZZO et al., 2003)..

Para Latour (2000), há um distanciamento muito grande entre as pessoas que não são cientistas, nem engenheiras e as produções decorrentes da ciência e da tecnologia:

*Nós, os leigos, distantes da prática da ciência e da lenta construção de artefatos, não temos idéia da versatilidade das alianças que os cientistas estão dispostos a fazer. Pensamos sempre em limites bem definidos que excluem elementos “irrelevantes”: elétrons nada têm a ver com altos negócios; micróbios de laboratórios nada têm a ver com fazendas de gado; a termodinâmica de Carnot está infinitamente distante dos submarinos. E estamos certos. Há inicialmente uma enorme distância entre esses elementos; no começo, eles são de fato irrelevantes. Mas “relevância”, como todo o resto, é coisa que se faz. (LATOUR, 2000, p. 209).*

Partindo dessa reflexão inicial, é possível questionar como propiciar aos nossos alunos da educação básica um contato mais aprofundado com aquilo que poderia ser chamado de conseqüências da C&T? Assim, no primeiro semestre de 2002 iniciamos a construção de um trabalho no sentido de potencializar o contato direto de um grupo de alunos com “atores sociais” que produzem, utilizam, analisam e divulgam criações em C&T, com a finalidade de encontrarmos as percepções dos alunos acerca desse assunto, o que poderia embasar ações contrárias à propagação de visões unilaterais sobre temas científico-tecnológicos, como é a prática das escolas.

## 2. A Pesquisa Desenvolvida

O trabalho de pesquisa foi efetivado durante as práticas educacionais na disciplina “Enriquecimento Curricular de Biologia”, com a participação de 36 alunos do ensino médio de uma escola pública, na Cidade de Bauru, Estado de São Paulo, entre agosto de 2002 e junho de 2003, e teve a colaboração da professora que ministrava a referida disciplina.

Durante essa pesquisa objetivávamos aproximar os alunos a múltiplas perspectivas sobre as implicações da ciência e da tecnologia pela via oferecida por um “caso” de dano sócio-ambiental, o qual se constituiu pela contaminação de pessoas, vegetação e animais por partículas de chumbo emanadas durante muitos anos das chaminés de uma unidade metalúrgica voltada à reciclagem de lingotes metálicos provenientes de baterias (elétricas) de carros, e que se localizava na periferia da cidade de Bauru (SP).

Em razão do impacto ambiental causado por essa metalúrgica, até meados de 2002, foi detectada a presença excessiva de chumbo no sangue de mais de trezentas crianças que residiam na sua vizinhança. Devido à grande repercussão do caso na mídia, ao envolvimento de diferentes setores da sociedade e à geração de informações desencontradas, esse episódio de contaminação ambiental foi escolhido como um caso a ser trabalhado em uma escola.

### 2.1 – As atividades desenvolvidas com os alunos do ensino médio

Ao todo foram realizadas oito atividades com os alunos, registradas em fitas de vídeo com duração aproximada de duas horas-aula (1h e 40min) cada uma. Sete das atividades efetivaram-se nas dependências da Escola e apenas uma ocorreu externamente – no plenário da Câmara Municipal de Bauru (SP). Entretanto, nem todos os profissionais envolvidos no caso, e que foram convidados para encontros com os alunos, vieram a participar das reflexões e análises propostas. Parece que o motivo destas ausências eram os interesses que tinham, em que as coisas permanecessem como sempre foram.

As atividades escolares aconteceram com o propósito de propiciar aos 36 alunos uma abordagem que não se limitasse aos conteúdos científicos, próprios da área de ciências naturais, mas que também possibilitasse a eles a percepção de que esses conteúdos, em determinados contextos, estão envolvidos com aspectos tecnológicos, sociais e ambientais. Assim, trabalhávamos com a perspectiva de combater visões superficiais sobre os fatos relacionados ao caso, de modo a incentivar que os alunos refletissem sobre eles e que pudessem chegar a determinados pontos de vista e, defendê-los com argumentação consistente. Tal orientação era traduzida por questões como:

– que interesses orientam a “sociedade”, os “representantes da ciência” e principalmente os “representantes da tecnologia”, na complexa relação entre “desenvolvimento social, científico e tecnológico” e “qualidade ambiental”?

– que conhecimentos e que recursos técnicos, científicos e judiciais são arregimentados por alguns desses atores sociais (LATOURETTE, 2000), na defesa ou na acusação do dano ambiental ocorrido?

– que pensa a sociedade sobre “si”, sobre a “tecnologia” e sobre a “ciência”, como agentes altamente influentes no ambiente, mas também influenciados por este?

Esses oito eventos encontram-se sintetizados na tabela abaixo, onde são descritas as atividades efetivadas em sala com os alunos e o que objetivou a realização de cada uma delas.

**Tabela 1 – Atividades desenvolvidas com os alunos participantes da pesquisa**

Evento	Descrição das Atividades	Objetivos
--------	--------------------------	-----------

1º	– Análise de uma produção cinematográfica baseada em fatos reais, envolvendo contaminação ambiental por Cromo Hexavalente, registrada entre 1980 e 1990.	– Estabelecer relações entre o filme e os acontecimentos locais tornados públicos.
2º	– Análise de dezesseis publicações recentes veiculadas pela mídia local e da cidade de São Paulo a respeito da contaminação em foco.	– Perceber a linguagem e os interesses da mídia sobre o caso.
3º	– Audiência Pública constituída pela Comissão de Saturnismo da Câmara Municipal de Bauru, com palestra proferida pelos Pesquisadores e Professores Doutores Mônica Maria Bastos Paoliello (Bióloga-UEL/Pr) e Eduardo Mello De Capitani (Médico-HU/Unicamp) – especialistas em toxicologia do chumbo.	– Aproximar-se da linguagem técnico-científica sobre o tema e conhecer os interessados diretos (atores e instituições) no referido caso.
4º e 5º	– Análise da referida Audiência Pública (acima), com ênfase às escritas técnico-científicas apresentadas pelos palestrantes e outros atores sociais presentes no evento.	– Entrar em contato com as produções em C&T e diversos outros aspectos sobre chumbo.
6º	– Encontro com um conselheiro/advogado da ONG Instituto Ambiental Vidágua, responsável pela Ação Civil Pública Ambiental que embargou o funcionamento da metalúrgica contaminadora.	– Conhecer os fatores que motivaram a interrupção das atividades industriais da metalúrgica.
7º	– Encontro com um Engenheiro-Técnico da CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo), o qual monitorou o ambiente local contaminado.	– Propiciar o contato com escritas e produções tecnológicas inerentes ao saneamento ambiental.
8º	– Encontro com o Promotor Público Estadual do Meio Ambiente de Bauru (SP), o qual efetivou o embargo à unidade metalúrgica contaminadora.	– Perceber a importância do amparo legal na intervenção de tecnologias que potencializam danos ambientais.

## 2.2 – A metodologia nas entrevistas e em suas análises

Na perspectiva de saber “se” e “como” os alunos contextualizam tais vivências no campo das relações CTSA, a entrevista individual com um número representativo dos envolvidos mostrou-se como o recurso mais apropriado para o registro e constituição de dados que posteriormente possibilitassem uma análise minuciosa. Para isso, a abordagem fenomenológica apresentou-se como recurso metodológico adequado ao tipo de entrevistas e às análises dos discursos gerados a partir delas.

Para os pesquisadores que trabalham com a abordagem fenomenológica, a entrevista compreende um recurso que propicia ao pesquisador o mais fiel entendimento dos significados atribuídos pelo sujeito entrevistado sobre determinado fenômeno, evento ou acontecimento, decorrente da experiência que teve sobre o mesmo. Assim, para o entrevistador a entrevista consiste na contemplação do “mundo-vida” do entrevistado (FINI, 1994; MARTINS e BICUDO, 1994).

As primeiras entrevistas ocorreram em meados de julho e a última aconteceu no final de agosto de 2003. Foram realizadas entrevistas com nove alunos. Duas delas foram descartadas da pesquisa por solicitação expressa dos entrevistados após seus depoimentos. Para preservar a identidade dos entrevistados, foram utilizados os pseudônimos: Alessandra, Antonio, Beatriz, Claudine, Giovana, Graziela e Luciana.

Para compreender os significados atribuídos por eles às vivências que tiveram sobre o caso, e assim ter-se uma visão das convergências e divergências entre as significações que os sujeitos manifestaram, a pesquisa fenomenológica se vale de duas formas de análise: a ideográfica e a nomotética.

A primeira diz respeito à análise das descrições ingênuas (espontâneas, pré-reflexivas, naturais) de cada sujeito. Este tipo de análise dirige-se aos significados que cada sujeito atribuiu àquilo que “experenciou”, que percebeu, e não à análise que ele faz. Neste momento, o pesquisador está interessado em destacar, no discurso do sujeito, os pontos que são reveladores de significação.

Por sua vez, a análise nomotética busca a confrontação entre os significados que foram atribuídos pelos diferentes sujeitos que vivenciaram o mesmo fenômeno. Desse modo, como resultado dessa confrontação, há a possibilidade de se obter convergências ou divergências entre as significações apresentadas pelos diferentes indivíduos.

No presente artigo, por questão de brevidade, apresentaremos apenas os principais elementos gerados pela análise nomotética.

## **2.3 – Os significados atribuídos pelos alunos do ensino médio:**

### **2.3.1 – A ciência e a resolução de problemas**

Luciana e Graziela entendem que os conhecimentos teóricos produzidos pela ciência não são praticáveis quando se necessita aplicá-los na solução dos danos ambientais. Para elas, os representantes da ciência sabem muito na teoria, mas quando se exigem aplicações práticas de seus conhecimentos, eles ficam confusos. É quando ocorre uma grande discrepância entre teoria e solução dos problemas.

Nesse sentido, Graziela vê que em relação a esse caso de contaminação por chumbo, os conhecimentos científicos chegaram até um certo ponto e depois não foi mais possível saber o que iria acontecer.

Segundo Antonio, Luciana e Beatriz, os conhecimentos produzidos pela ciência devem ser acessíveis à sociedade, de modo que contribuam para uma conscientização a favor da necessidade de ações.

Para Giovana, se a ciência está muito avançada ela teria condições de buscar meios de solucionar os problemas ambientais, pois poderia ampliar seus estudos visando métodos voltados à solução de casos como o da contaminação por chumbo. Compartilhando da mesma concepção, Alessandra entende que a ciência deveria procurar novos estudos e novas técnicas em favor da descontaminação ambiental causada pelo chumbo.

Para Alessandra, a ciência enfatiza a cura de algumas doenças, inclusive sob influência da mídia. Assim, para ela a ciência privilegia determinadas questões em detrimento de outras. Portanto, Antonio e Alessandra comungam, em parte, da idéia de que não tem havido a dosagem certa entre o que a ciência prioriza estudar e o que não prioriza, ainda que saiba ser algo relevante.

### **2.3.2 – A tecnologia e suas faces**

Todos os alunos entrevistados, exceto Alessandra, reconhecem que o uso de certas tecnologias apresenta duas faces antagônicas. Uma opera a favor não só da qualidade de vida do homem, mas também em prol da preservação do meio ambiente. A outra, totalmente oposta à

primeira, é utilizada visando interesses de minorias, normalmente na perspectiva do lucro. Para todos os alunos, quando há um prejuízo para o meio ambiente, causado pelo mau encaminhamento do desenvolvimento tecnológico, o homem também é lesado.

Segundo Antonio e Beatriz as tecnologias associadas às baterias automotivas propiciam o conforto da vida moderna, mas isto não poderia ocorrer em detrimento ao meio ambiente. Além disso, Giovana reconhece que a industrialização dessas baterias favorece a geração de empregos, mas ela enfatiza que isso não justifica uma ação destrutiva ao meio ambiente.

Luciana, Giovana e Beatriz entendem que, em algumas situações, certos recursos tecnológicos são utilizados a favor meio ambiente. Para Luciana, a tecnologia pode até sobrepor a ineficácia da ciência em se tratando de questões ambientais. Esta aluna pensa que um exame, um remédio e a retirada de uma camada de terra, enfim, ações técnicas, poderiam contribuir para a atenuação dos efeitos da contaminação em questão.

Claudine entende que a intervenção dos representantes da tecnologia poderia ter ocorrido previamente aos acontecimentos, se fosse de interesse dos dirigentes da empresa acusada. Já, Antonio posiciona-se apenas com a idéia de que prejuízos foram causados pelo mau uso desses recursos pelas pessoas.

Se fossem proprietárias de empresas de reciclagem de chumbo, Giovana, Graziela, Beatriz e Alessandra julgam que contariam com técnicas e tecnologias muito bem estruturadas, tendo o apoio de pessoas que entendem do assunto, a exemplo de técnicos e cientistas. Assim, ao planejar suas atividades estariam prevenindo-se e, segundo elas, dificilmente contaminariam seus arredores, por contarem com recursos de controle de emissão de poluentes, evitando assim gastos com indenizações.

### **2.3.3 – Interesses dos empresários e da sociedade**

Todos os alunos entrevistados entendem que muitos problemas ambientais têm sido causados por grandes empresas, algumas vezes com o claro conhecimento dos seus dirigentes, e pela sociedade, que juntos operam muitos artefatos tecnológicos com descaso ou sem o preparo e a sensibilidade necessários para fazê-lo. Geralmente, na visão dos alunos, a meta que orienta essas pessoas é o lucro. Assim, a ambição capitalista dessas pessoas acaba por degradar exaustivamente os recursos naturais.

Para Antonio, Alessandra e Claudine, o crescimento desordenado de uma indústria que busca produzir sempre mais, pode implicar em sérios danos ambientais. Se, para Giovana, a manutenção de empregos favorece as classes trabalhadoras, isso não deve significar a permissividade da agressão ao meio ambiente. Para Beatriz, a atividade de reciclagem é uma contribuição à natureza, mas não pode ser interpretada como aceitação à agressão ambiental.

Antonio, Luciana, Giovana e Alessandra, entendem que o comodismo da sociedade em relação às questões ambientais é reflexo do seu desinteresse e desconhecimento nesse assunto, mas esse comodismo também decorre da lentidão e da falta de rigor na atuação dos mecanismos de justiça e dos órgãos de fiscalização ambiental, que favorecem, assim, a geração de danos ambientais por pessoas dessa mesma sociedade e por grandes empresas, indústrias, num sistema onde todos se sentem à vontade para infringir as leis e, por consequência, acabam por condenar a sua própria existência.

### **2.3.4 – A mídia: seu poder e sua utilização**

Para Antonio, Luciana, Giovana, Graziela e Claudine, a mídia tem em mãos um poderoso recurso comunicativo que lhe permite, teoricamente, estar afinada com os interesses da sociedade. Claudine percebe que a união entre o conhecimento científico e a mídia poderia permitir que as informações chegassem à população em geral com mais precisão.

Ademais, Antonio, Luciana, Giovana, Graziela e Alessandra entendem que os meios de comunicação operam enfaticamente em favor da comercialização da notícia, o que se traduz no sensacionalismo jornalístico que se constata atualmente, que dá uma ênfase questionável a assuntos de saúde coletiva. Tal sensacionalismo é sinônimo, segundo esses alunos, de ausência de profundidade e comprometimento social, vindos de veículos que foram criados com o intuito de bem informar a sociedade.

Luciana, Giovana, Graziela e Alessandra, notaram que somente no ápice dos acontecimentos da situação de contaminação ambiental registrada em Bauru é que a mídia se mobilizou, mas, ainda assim, com procedimentos normalmente contestáveis. Após essa fase, esses veículos de comunicação têm destacado o caso de forma esporádica e desleixada, demonstrando claramente seus interesses centrados em não deixar de dar a notícia que outro veículo, concorrente, pode publicar. Mesmo assim, esses alunos entendem que, se eles fossem jornalistas, estariam interessados em elaborar reportagens sérias e claras, que fossem comprometidas com as necessidades da população local.

### **2.3.5 – A escola e o seu papel de conscientização**

O conhecimento de algumas perspectivas que compõem a complexidade de um caso de dano ambiental representou, para Luciana, Giovana, Graziela, Alessandra e Claudine, uma maneira de bem fundamentar certos valores, que algumas delas até já possuíam parcialmente, e que são relativos à necessidade de se dar mais importância aos impactos sócio-ambientais decorrentes da utilização de determinadas tecnologias.

Para todos os alunos entrevistados, o aprofundamento nesse caso de dano ambiental por chumbo foi obtido em razão do acesso direto deles aos diferentes agentes sociais envolvidos no caso e às diferentes perspectivas emanadas desses. Segundo Luciana, Graziela, Beatriz e Alessandra, tal fundamentação no referido caso propiciou-lhes um olhar mais cuidadoso para a questão sócio-ambiental, bem como lhes permitiu potencializar as suas argumentações referentes ao dano constatado.

Para Antonio, Luciana e Claudine, a presença dos profissionais em sala de aula permitiu conhecer o caso de outras formas (abrir horizontes, segundo Luciana), que não são possíveis por meio do trabalho do professor apenas, pois este não é especializado, nem tem a obrigação de sê-lo em determinadas questões que demandam de conhecimentos muito técnicos. A experiência vivenciada, na condição de estudantes de um curso de magistério, no ensino médio, é marcante, segundo Luciana, Giovana e Alessandra, pois elas até poderão levar adiante projetos nos moldes da experiência que tiveram.

Segundo Beatriz e Alessandra, a tomada de consciência implica em conhecer os diferentes lados de uma mesma situação. E, Giovana e Beatriz percebem que os professores formados e aqueles em formação devem trabalhar em prol da tomada de consciência das crianças para as questões ambientais, sendo esta uma contribuição em favor da qualidade de vida futura e um auxílio à conscientização ambiental.

Finalmente, pode-se dizer que todos os alunos entrevistados explicitaram a visão de que compete à escola desenvolver um trabalho em prol da conscientização de seus alunos para os assuntos ambientais, por meio do desenvolvimento de projetos.

## **3. Considerações finais**

Para que possamos refletir com mais atenção acerca de alguns fundamentos que estão implícitos na sociedade atual, quanto a sua relação com a ciência, a tecnologia e o ambiente, nos balizamos pelo texto *‘Técnica e Ciência enquanto “Ideologia”*’, lançado em 1968 por Jürgen Habermas, o qual se reporta, inicialmente, a Max Weber e Hebert Marcuse acerca do

entendimento de “racionalização”, pelo fato desta racionalidade ser almejada e absorvida pela sociedade moderna de forma cada vez mais acentuada, em razão da institucionalização do progresso científico e técnico (HABERMAS, 1980).

Jürgen Habermas entende, a partir da concepção de Max Weber, que a racionalização se delimita como a ampliação dos setores sociais submetidos a padrões de decisão racional, onde se incorpora a “industrialização do trabalho social”, em prol de uma “ação instrumental”. Contudo, revela-se muito evidente o paradoxo levantado por Marcuse e analisado por Habermas, onde a dominação imposta pela racionalidade técnico-científica perde o status de “dominação da consciência” das pessoas, quando estas passam a ver a tecnologia como coadjuvante daquilo que hoje denominamos “qualidade de vida”.

Percebemos tal paradoxo na maioria dos discursos dos alunos entrevistados, bem como em alguns dos autores que temos utilizando na presente pesquisa, como Bencze (1998), Santos e Mortimer (2000), De Meis (2002) e Bazzo et al. (2003), onde a ciência e tecnologia são vistas à luz de duas faces oponentes: a face que promove guerras, danos sócio-ambientais, declínio do trabalho humano, redução das interações humanas etc, e a face que promove fácil locomoção, rápidos diagnósticos médicos, comunicações virtuais rápidas, aumento na expectativa de vida dentre outras promoções.

Para os alunos entrevistados, há uma percepção mais decifrável e comunicável a respeito da racionalidade técnica relativa à tecnologia e seus representantes. Porém, para eles o papel das ciências nesta racionalidade é obscuro, e suas percepções são um tanto quanto confusas acerca desse papel. Isto ocorre, provavelmente, em razão de que hoje temos uma proximidade muito maior com produções e implicações tecnológicas, e ainda, por mais estranho que possa parecer, a ciência, em termos de posicionamentos, valores etc, não é tão evidente. Tal obscuridade parece decorrer da falta de discussão aprofundada dessas questões na formação escolar dos alunos, conforme eles relataram, e a nosso ver se deve também ao fato de se falar pouco sobre a natureza da ciência no ensino básico. Mas, os alunos percebem uma importante relação entre ciência e tecnologia ao relatarem que estas estão consideravelmente próximas uma da outra principalmente pelo fato de os cientistas utilizarem artefatos tecnológicos em suas pesquisas para melhor entender certos elementos, tais como: a toxocinética e a toxodinâmica do chumbo no organismo humano.

Ainda a respeito da racionalização da técnica e da ciência, Habermas (1980) prefere levantar a hipótese de que ela seja “perceível”, ou seja, apoiando-se em Marcuse, ele percebe que a racionalidade imposta pela tecnologia e pela ciência, ou operante em nome destas, legitima o poder político que, entre outras coisas, permeia a cultura e a liberdade – a autonomia – do ser humano.

Alguns alunos entrevistados se remeteram aos dirigentes dessa empresa bauruense, como sendo os estes, os portadores da visão centrada unicamente no lucro – acúmulo de capital, o que pode ter sido incorporado pelos estudantes a partir da vivência que tiveram, em especial durante o pronunciamento do Engenheiro-Técnico da CETESB, em sala de aula, o qual constatou pessoalmente o progressivo crescimento do chumbo emanado das chaminés dos fornos da unidade metalúrgica, onde se dava a reciclagem desse metal, após a intensificação na produção dessa unidade. Neste sentido, encontramos respaldo em Habermas (1980) e Giroux (1986), para os quais a instituição de mercado apresenta “padrões de racionalidade” a partir do crescimento da produtividade do trabalho, pela introdução de novas tecnologias e de novas estratégias, de maneira que tal inovação se encontra também institucionalizada.

Porém, é necessário destacar que a referida empresa acusada de contaminação teve sua interdição decorrente também da falta de equipamentos de controle apropriados à emissão de poluentes metálicos, após ter aumentado sua produção e recebido inúmeras advertências. Isso denota total ausência de responsabilidade ambiental de seus dirigentes.



Noutro ponto, vemos a partir do discurso espontâneo de alguns alunos a demonstração da percepção deles de que o motivo pelo qual essa empresa se manteve durante alguns anos produzindo a qualquer custo, decorreu de uma postura ideológica, amplamente difundida no país, em que a manutenção de uma estrutura social de poder (aos olhos dos aparatos institucionais do estado e da justiça) está vigorosamente centrada na posse do capital (HABERMAS, 1980, GIROUX, 1986). Em outras palavras, a dificuldade em se conseguir a interdição da unidade metalúrgica dessa empresa, ocorreu pela sua imposição sócio-econômica local, na forma de arrecadação de impostos, que normalmente aparece sob o pretexto da geração de empregos e, também pela tecnocracia imperiosa que ainda obstrui a justiça no nosso país.

Em se tratando de posturas ideológicas, outro fato que merece destaque diz respeito ao papel da mídia, quando esta se propõe a tratar de questões técnico-científicas, especialmente, no que se refere aos casos de danos ambientais. Nossa crítica decorre da demonstração de deriva e superficialidade da mídia ao informar a população sobre assuntos que demandam um certo conhecimento e rigor técnico-científico, pois, em significativa quantidade de reportagens os alunos constataram a existência de informações carregadas de equívocos, que tratavam o leitor como analfabeto técnico-científico ou contribuía para que viesse a ser isto.

Em termos educacionais, um outro problema que surge com as publicações escritas da mídia diz respeito a como elas chegam nas escolas. O problema não está em inseri-las nesse contexto, mas em como ocorre essa inserção, que geralmente é um tanto acrítica, e com isso elas acabam ofuscando suas reais intenções. Assim, cabe ao professor se preparar para introduzir essas matérias nas suas salas de aula.

Outro ponto merecedor de análise diz respeito à questão da “conscientização” e ao freqüente uso deste termo pelos alunos entrevistados. Todos os alunos entrevistados referiram-se a esse termo, passando a imagem de que “conscientização” faz parte do vocabulário usual nas suas vidas escolares, ações cotidianas e aspirações. Para alguns alunos, a “tomada de consciência” é o sinônimo de “conscientização”, mas através de Freire (1980) percebe-se que “A conscientização implica, pois, que ultrapassemos a esfera espontânea de apreensão da realidade, para chegarmos a uma esfera crítica na qual a realidade se dá como objeto cognoscível e na qual o homem assume uma postura epistemológica” (FREIRE, 1980, p. 26). Portanto, a apreensão da realidade (tomada de consciência), que buscamos despertar nesses educandos, acerca da contaminação ambiental registrada em Bauru, não significou uma conscientização deles (e muito menos nossa sobre eles), mas apenas uma iniciação a uma preocupação ambiental sistêmica que, dependendo de como esse sujeito venha a atuar na sua realidade poderá tornar-se um sujeito em processo contínuo de conscientização.

Hoje, ao analisarmos os propósitos que tínhamos e que alcançamos nesta pesquisa, conseguimos ver que se trata antes de tudo de um trabalho que visa entender “se” e “quando” há humanização na ciência, na tecnologia e na sociedade, mas que também busca compreender como se formam as estruturas dominantes que cercam estas perspectivas. Segundo Freire (1980), a busca pela conscientização implica noutra busca, a de se tomar posse da realidade, que por ser uma iniciativa utópica, é, pois, também um afastamento da realidade. O fato de aproximarmos os alunos a um caso de dano ambiental naquilo que foi possível (permeável), bem como incentivá-los a abstrair muitas questões que ainda se apresentam densas (impenetráveis) e envolventes, ou seja veladas a todos nós, é caracterizado por Freire (1980) como um ato de reflexão dialógica. Ainda assim, percebemos em alguns alunos que eles esperavam um contato direto com as pessoas contaminadas e com as instalações da unidade metalúrgica, o que infelizmente não foi possível por várias questões, mas que nos chamam atenção para a reflexão sobre futuros trabalhos dessa natureza.

Finalmente, podemos dizer que analisando este trabalho nos permitimos avaliar que a experiência de conhecer com mais profundidade um caso de dano ambiental gerou nos alunos inquietações sobre como a sociedade tem acesso a informações e também sobre a

responsabilidade sócio-ambiental desta e de todos que se propõem a usar, criar ou comercializar tecnologias.

Dentre os significados percebidos nos discursos dos alunos entrevistados, é relevante destacar alguns que fornecem pistas para futuras ações educacionais do professor:

- a oportunidade de conhecimento “direto” de perspectivas diversas de um mesmo fenômeno rompe com a tradição escolar de buscar informações apenas nos meios de comunicação;

- o conhecimento de um caso através de atores sociais que estiverem mais próximos a ele, faz surgir no aluno dúvidas próprias, assim como percepções próprias de contradições e visualização da não uniformidade das informações, o que, do ponto de vista educacional, é mais interessante do que as tradicionais especulações;

- ao se colocar na posição de empresário, ou de jornalista, e conhecendo, até certo ponto, através da imersão no caso, as conseqüências geradas pelas decisões tomadas nestas funções, o aluno sente, de maneira mais contundente, o problema da responsabilidade de um sujeito que exerce um relevante papel social;

- iniciativas pedagógicas que trabalhem sobre a realidade social de uma comunidade escolar são estimulantes e contribuem para que o aluno perceba a escola como um importante espaço de socialização do conhecimento.

## REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, Glen. S. An annalysis of four ways of assessing students belifes about STS topics. **Journal of Research in Science Teaching**. Tempe. v. 25, n. 8, p. 607-629, 1988.

BAZZO, Walter Antonio. **A pertinência de abordagens CTS na educação tecnológica**, Janeiro-Abril, 2002, Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/revista/rie28a03.htm>>, Acesso em: 30 agosto 2002.

BAZZO, W.A. et al.. **Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Cadernos de Ibero-América. OEI. Madri, 2003.

BENCZE, J. Laurence. **Tecnology: Friend or Foe?** An STSE activity debating an issue. 1998. Disponível em: <[www.oise.utoronto.ca/~ibencze/stsedebate.pdf](http://www.oise.utoronto.ca/~ibencze/stsedebate.pdf)>, acesso em: 20 junho 2002.

DE MEIS, Leopoldo. **Ciência, Educação e o Conflito Humano-Tecnológico**. 2ª Edição. São Paulo: Editora Senac, 2002.

FINI, Maria Inês. Sobre a pesquisa qualitativa em educação que tem a fenomenologia como suporte. In: BICUDO, M.A.V. e SPOSITO, V.H.C. (Org.) **Pesquisa Qualitativa em Educação**. Piracicaba: Editora Unimep, 1994. p.23-34.

FREIRE, Paulo. **Conscientização**. 3ª Edição. São Paulo: Moraes, 1980.

FREIRE-MAIA, Newton. **A Ciência por Dentro**. 6ª Edição. Petrópolis: Vozes, 2000.

GIROUX, Henry. **Teoria Crítica e Resistência em Educação**. Petrópolis: Vozes, 1986.

HABERMAS, Jürgen. Técnica e Ciência Enquanto “Ideologia”. In: **Os Pensadores: textos escolhidos**. São Paulo: Abril Cultural, 1980. p.313-343.

LATOUR, Bruno. **Ciência em Ação**. São Paulo: Ed. Unesp, 2000.

LEMKE, Jay. The Missing Context in Science Education: Science. In: **AERA**. Atlanta, 1992.

- \_\_\_\_\_. **Aprender a Hablar Ciencia: language, aprendizaje y valores.** 1ª Edição. Barcelona: Paidós, 1997.
- MARTINS, J. e BICUDO, M.A.V. **A Pesquisa Qualitativa em Psicologia: fundamentos e recursos básicos.** 1ª Edição. São Paulo: Ed. Moraes, 1994.
- SANTOS, W.L.P. e MORTIMER, E.F. Uma análise de pressupostos teóricos na abordagem C-T-S (CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE) no contexto da educação brasileira. **Ensaio.** Belo Horizonte. v. 2, n. 2, p. 133-162, dez, 2000.
- SOUZA CRUZ, S.M.S.C. e ZYLBERSZTAJN, A. O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos. In: PIETROCOLA, Mauricio (Org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora.** Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001. p. 171-196.
- TRIVELATO, Silvia L. Frateschi. O Ensino de Ciências e as Preocupações com as Relações CTS. **Educação em Foco.** Juiz de Fora. v. 5, n. 1, mar-set/2000, p. 43-54, 2000.