

Investigações em Ensino de Ciências – V15(3), pp. 507-525, 2010
**SUBSÍDIOS PARA UMA PRÁTICA PEDAGÓGICA TRANSFORMADORA:
CONTRIBUIÇÕES DO ENFOQUE CTS**
(Subsidy of a transforming pedagogical practice: contribution of STS view)

Marcia Regina Carletto [mrcarletto@utfpr.edu.br]
Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro [nilceia@utfpr.edu.br]

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Av. Monteiro Lobato, Km 04 – Santa Mônica – CEP 84016-210 – Ponta Grossa - Paraná

Resumo

Pretende-se com este trabalho contribuir para a reflexão acerca da inserção da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) e de suas implicações para o Ensino de Ciências. A metodologia utilizada foi a pesquisa qualitativa de natureza interpretativa e ocorreu durante o desenvolvimento da disciplina Princípios Tecnológicos em cooperação com disciplinas das áreas de Ciências, Matemática, Português, História e Sociologia. A pesquisa teve como público-alvo alunos de cinco turmas do Ensino Médio de uma instituição pública de ensino na cidade de Ponta Grossa - PR. A questão-problema que norteou o estudo e que serve de pano de fundo para a apresentação deste texto diz respeito às possibilidades da utilização do enfoque CTS para a implementação de um ensino diferenciado. As opções metodológicas foram definidas a partir de um planejamento participativo, da reflexão teórica e das limitações que foram sendo encontradas. Os resultados relacionam-se com ganhos qualitativos para a prática docente e para o Ensino de Ciências, como: integração curricular, elevado nível de motivação e participação dos alunos; evolução dos alunos em relação à capacidade de análise, argumentação e intervenção; maior compreensão sobre a natureza da ciência, do processo científico-tecnológico e de sua repercussão no meio social e ambiental.

Palavras-chave: Ciência; Tecnologia e Sociedade; Ensino de Ciências; Educação Transformadora

Abstract

This study aims to enrich the reflection concerning the insertion of the STS (Society, Technology and Science) approach and its implications in Science teaching. The methodology used was qualitative research of interpretative nature and occurred during the development of the subject technological principles in cooperation with Science, Math, Portuguese, History and Sociology. The research had as target students from five groups of High School from a public teaching Institution in Ponta Grossa - PR. The problem question that guided the research and served as background for the presentation of this text, concerns the possibilities of using the STS focus for the implementation of a differentiated teaching. The methodological options were defined based on participative planning, a theoretical reflection and limitations which had been found. The results relate to qualitative contributions to the teaching practice and to the teaching-learning process on Science teaching, such as: curricular integration, high level of motivation and students participation, improvement of analysis capability, argumentation and intervention, deeper understanding of the Science nature, the technological scientific process and its social and environmental repercussion.

Keywords: Science; Technology and Society; Science Teaching; Transforming Education

Introdução

No panorama educacional, delineiam-se inúmeros debates em busca de metodologias que visem à superação das contradições decorrentes de um ensino descontextualizado e conteudista, enquanto autores como Aikenhead (2003) e Acevedo (1997), entre outros, apontam para a necessidade de novas metas e abordagens para promover uma alfabetização científica e tecnológica

voltada para o contexto social, de modo a preparar alunos e alunas para compreender o papel da ciência em nosso mundo tecnológico, para pensar criticamente, resolver problemas sócio-científicos, participar de debates coletivos e, para tomar decisões responsáveis.

Considerando-se a atualidade dessas questões, pretende-se neste artigo colaborar para a reflexão acerca das contribuições para o ensino de ciências resultantes da inserção do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no desenvolvimento da disciplina de Princípios Tecnológicos junto a alunos de 2º ano do Ensino Médio de uma instituição de ensino pública da cidade de Ponta Grossa - PR.

A possibilidade que a referida disciplina abriu para a incursão em um processo mais participativo por parte dos alunos, exigiu estudo, reflexão, planejamento e cooperação entre disciplinas das seguintes áreas: Biologia, Física, Química, Matemática, Português, História e Filosofia.

A primeira questão de pesquisa que ocupou o grupo disse respeito à seguinte problemática: que metodologias poderiam proporcionar um ensino diferenciado aos alunos do Ensino Médio a ponto de promover o desenvolvimento de uma visão crítica dos impactos da ciência e da tecnologia na realidade sócio-cultural?

A resposta a essa questão foi encontrada nos fundamentos dos Estudos em Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS (AIKENHAD, 1994; ACEVEDO, 1997, 2001, 2006; OSORIO, 2002; AULER, 2007), nos pressupostos da problematização e da dialogicidade preconizados por Freire (1986, 1987); Delizoicov (2008); Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009), fundamentos esses que, em conjunto, deram respaldo para o desenvolvimento das atividades didáticas, as quais foram se delineando gradativamente, e dando espaço a um processo de construção, reflexão e reconstrução do ato pedagógico.

Dessa forma, o que passou a ser o pano de fundo do estudo, foram as possibilidades metodológicas do enfoque CTS para a condução de um ensino diferenciado que visam à formação de cidadãos críticos, detentores de um entendimento mais coerente acerca da ciência e da tecnologia, capazes de atuar ética e democraticamente no meio social.

Opção Metodológica

Considerando o escopo da pesquisa, buscou-se uma metodologia que propiciasse a superação dos limites superficiais da realidade sócio-cultural, reconhecesse sua dinâmica e sua potencialidade para mudanças e permitisse ainda a co-participação, para ir mais fundo na percepção dos sujeitos. Optou-se, então, por uma abordagem qualitativa de natureza interpretativa (MOREIRA E CALEFFE, 2008), visto que a mesma permite trabalhar com a interpretação, com o significado que os sujeitos dão à sua ação e com as questões subjetivas (percepções, processos de conscientização, compreensão do contexto cultural).

A amostra envolveu alunos de cinco turmas, do segundo ano do Ensino Médio, num total de 185 estudantes de 16 a 18 anos. A coleta de dados ocorreu durante o período escolar normal de um ano letivo. No entanto, destaca-se que os dados foram coletados em dois momentos distintos. O primeiro momento aconteceu junto a três das referidas turmas, que envolviam 109 alunos. O segundo momento da coleta de dados aconteceu no ano seguinte, durante o desenvolvimento da disciplina junto a outras duas turmas, que contavam com 76 alunos, sendo que as autoras atuaram na condução da disciplina, uma em cada momento, pesquisando as mesmas questões.

Os alunos envolvidos foram submetidos a uma sondagem de suas percepções iniciais sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade. A intenção neste momento foi levantar o conhecimento prévio do aluno para então problematizar as questões de estudo que nortearam as discussões e atividades. Diversos temas foram trabalhados com os alunos, dentre eles pode-se citar: Ciência e Tecnologia; Enfoque CTS; Problemática Ambiental e Conhecimento Matemático Crítico Reflexivo; Impactos Sociais da Tecnologia; Trabalho e Tecnologia.

Ao final do conjunto de atividades desenvolvidas, novos dados foram coletados junto aos alunos por meio de um questionário com perguntas abertas (APÊNDICE 1), o qual foi respondido por todos os envolvidos. Também foram realizadas entrevistas semiestruturadas (APÊNDICE 2) com os alunos que se dispuseram a participar, totalizando o número de 40 entrevistas.

E, por fim, o confronto dos dados iniciais com os dados advindos dos questionários e das entrevistas semiestruturadas, ofereceu suporte para análise dos resultados obtidos nos dois momentos da pesquisa. Os parâmetros utilizados para a interpretação e análise de dados começaram a ser formulados, em um período anterior à coleta de dados, quando foram definidas categorias a serem investigadas, baseadas na fundamentação teórica, nos objetivos a atingir e nos dados que pretendia-se levantar.

Os dados analisados foram classificados a partir dos aspectos comuns contidos nas informações, ou das posições divergentes que se destacavam. Estabeleceu-se, então, a partir desses dados concretos, retirados dos depoimentos que retrataram as vivências e percepções, dos sujeitos da pesquisa, a possibilidade de reelaboração de novas categorias, agora mais específicas, como sugerido por Cruz (1994). Foi então da comparação das categorias gerais, definidas *a priori*, com as categorias específicas resultantes do trabalho de campo, que se buscou a interpretação e análise dos dados que serão apresentados mais a frente.

O enfoque CTS e o contexto da pesquisa

O campo CTS pode ser compreendido, segundo Bazzo (2002), como uma área de estudos em que a preocupação maior é tratar a ciência e a tecnologia tendo em vista suas relações, consequências e respostas sociais. Sua emergência soa como resposta às consequências nefastas e repercussões da C e T na sociedade e no ambiente, conforme apresentado a seguir:

A partir de meados do século XX, nos países capitalistas centrais, foi aumentando a percepção de que o desenvolvimento científico e tecnológico não estava conduzindo, automaticamente ao bem-estar social e econômico, como queria fazer crer o modelo linear de desenvolvimento (AULER, 2002). O lançamento do pequeno satélite *Sputnik*, que colocava a então União Soviética na vanguarda da ciência e da tecnologia, sinalizava que algo estava falhando (SANMARTÍN *et al.*, 1992).

Daí para frente, os desastres e as desigualdades vinculadas ao desenvolvimento técnico-científico como o vazamento de resíduos contaminantes, os acidentes nucleares em reatores civis, o envenenamento pela indústria química e a crescente exclusão social contribuíram para desfazer a fé cega, de que a tecnologia poderia, por si só, resolver todos os problemas.

Esses acontecimentos contribuíram para o início de um movimento de mudanças no cenário dos países europeus e da América do Norte, vindo mais tarde a refletir-se no mundo de forma geral. Movimento pautado em questionamentos em torno da ciência e da tecnologia, com relação às armas nucleares e químicas, no agravamento dos problemas ambientais e seus impactos

Investigações em Ensino de Ciências – V15(3), pp. 507-525, 2010
na vida das pessoas. A partir desses questionamentos, algumas organizações começaram a tomar corpo em prol de uma educação científica e tecnológica.

Considerando suas bases conceituais, o enfoque CTS, não se constitui em um campo de estudos e trabalho homogêneo, mas corresponde a duas grandes tradições: a europeia e a norte-americana. Devido à diversidade de estilos, perspectiva e âmbito de trabalho (investigação acadêmica de um lado; política e educação de outro), pode-se dizer que constituem elementos complementares de uma visão crítica da ciência e da tecnologia, o chamado “silogismo CTS”.

O silogismo CTS é tratado por López Cerezo (1998), quando aborda a complementaridade entre as duas tradições, assim como a consequência que deriva da mesma, pois se a C e a T constituem um produto social (tradição europeia), e se os complexos científico-tecnológicos têm consequências sociais de primeira magnitude (tradição americana), então a promoção da avaliação e do controle social do desenvolvimento tecnológico deve ocorrer em função de um compromisso democrático básico e isso significa constituir bases educativas para uma participação social formada.

Devido às circunstâncias em que esses movimentos surgiram e aos seus objetivos para com a sociedade, verificou-se a importância de trazê-los para a sala de aula, com o intuito de promover a compreensão da dimensão social da ciência e da tecnologia, numa visão crítico-reflexiva, como afirmam Palácios, Otero e García (1996, p. 60):

Através desses estudos, possibilitou-se a compreensão da dimensão social da ciência e da tecnologia, tanto do ponto de vista dos seus antecedentes sociais como de suas consequências sociais e ambientais, ou seja, tanto no que diz respeito aos fatores de natureza social, política ou econômica que modulam a mudança científico-tecnológica, como pelo que concerne às repercussões éticas, ambientais ou culturais dessa mudança.

Dessa forma, o enfoque CTS ganhou espaço no contexto educacional, visando à promoção do letramento científico e tecnológico, assim como ultrapassar conteúdos isolados, inclusos no currículo dos alunos sem a devida contextualização. Além disso, o enfoque CTS permite uma ação conjunta com as várias disciplinas que compõem o currículo, desenvolvendo um trabalho que leva o aluno a compreender a influência da ciência e da tecnologia e a interação entre elas.

É nessa perspectiva, que a necessidade de relacionar a ciência e a tecnologia com as demais instâncias sociais encontra respaldo nas várias competências constantes nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEMs), distribuídas entre as suas três áreas: Linguagens, Códigos e suas tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias; Ciências Humanas e suas tecnologias (BRASIL, 1999).

Tomando-se por base algumas aplicações concretas do enfoque CTS no Ensino Médio, citadas tanto na literatura internacional (RUBBA e HARKNESS, 1993; AIKENHAD, 1994; RUBBA, SCHONEWEG e HARKNESS, 1996; PALÁCIOS, OTERO E GARCIA, 1996; SANZ, MORTALLA e GÓMEZ, 1996; TORTAJADA e PELÁEZ, 1997; ACEVEDO, 2001; ACEVEDO, ALONSO e MANASSERO 2004; CEREZO, LUJÁN e GORDILLO, 2003), quanto nas referências nacionais (BAZZO, 1998; SANTOS E MORTIMER, 2000; LEAL E GOUVEIA, 2001; CRUZ, 2001; BAZZO E COLOMBO, 2001; AULER, 2002; KOEPEL, 2003), identifica-se que essas experiências seguem as três modalidades definidas por Walks (1990) e Medina y Sanmartim (1990) como exposto a seguir:

1- Enxerto CTS. Trata-se de introduzir nos currículos de Ciências temas CTS especialmente relacionados com aspectos que levem os estudantes a serem mais conscientes das

implicações da ciência e da tecnologia. Exemplos dessa linha de trabalho são os projetos SATIS e "Harvard Project Physics", desenvolvidos nos Estados Unidos. O projeto SATIS consiste em pequenas unidades CTS, elaboradas por docentes que desde 1984 publicaram mais de cem dessas unidades, cuja utilidade principal é complementar os cursos de Ciências. Alguns títulos são: O Uso da Radioatividade, A Reciclagem do Alumínio, A Chuva Ácida e o Tratamento de Resíduos Sólidos.

2- Ciência e tecnologia através de CTS. Ensina-se mediante a estruturação dos conteúdos das disciplinas de cunho científico e tecnológico, a partir de CTS ou com orientação CTS. Essa estruturação pode ser levada a cabo tanto por disciplinas isoladas como através de cursos multidisciplinares, inclusive por linhas de projetos pedagógicos interdisciplinares. Um exemplo do primeiro caso é o programa holandês conhecido como PLON (Projeto de Desenvolvimento Curricular em Física). Trata-se de um conjunto de unidades onde, em cada uma delas, tomam-se problemas básicos relacionados com os futuros papéis dos estudantes (como consumidores, como cidadãos, como profissionais); a partir daí seleciona-se e estrutura-se o conhecimento científico e tecnológico necessário para que o estudante esteja capacitado para entender um artefato, tomar uma decisão ou entender um ponto de vista sobre um problema social relacionado, de algum modo, com a ciência e com a tecnologia.

3- CTS puro. Significa ensinar CTS de forma que o conteúdo científico passe a ter um papel subordinado. Em alguns casos, o conteúdo científico é incluído para enriquecer a explicação dos conteúdos CTS em sentido estrito; em outros, as referências aos temas científicos ou tecnológicos são apenas mencionadas, porém não são explicadas. O programa mais representativo de CTS puro é SISCON na escola. Trata-se de uma adaptação para a educação secundária do programa universitário britânico SISCON (ciência no contexto social). Na educação secundária SISCON é um projeto que usa a história da ciência e da sociologia da ciência e também da tecnologia para mostrar como as questões sociais vinculadas à ciência e à tecnologia foram abordadas no passado, ou como se chegou a situações problemáticas no presente.

Tais modalidades de inserção do enfoque CTS objetivam despertar no aluno a curiosidade pela ciência, o espírito investigador, questionador e transformador da realidade, fazendo emergir a necessidade de se buscar elementos para a resolução de problemas que façam parte do cotidiano do aluno, de modo a ampliar o conhecimento para utilizá-lo nas soluções desses problemas.

Osorio (2002) sintetiza essa condição ao afirmar que na educação média e superior o enfoque CTS sugere que a alfabetização científica contribua com o ensino dos estudantes para a busca de informação relevante sobre as ciências e as tecnologias da vida moderna, com a perspectiva de que possam analisá-la, avaliá-la, refletir sobre essa informação, definir os valores nela implicados e tomar decisões a seu respeito.

Ressalta-se que no contexto desse trabalho o enxerto CTS ganhou destaque, por ser a modalidade que mais se aproximou dos objetivos da disciplina em foco. Além disso, boa parte das atividades desenvolvidas adequam-se às orientações contidas no capítulo IV do manual de trabalho para docentes e estudantes da educação fundamental e média proposto por Osorio; Cuartas Jaramillo e Muriel Restrepo (2005).

Somando-se a isso, todos os alunos foram submetidos a um diagnóstico inicial, realizado por meio da aplicação de um questionário com perguntas abertas sobre as concepções que possuíam a respeito de ciência, tecnologia, sociedade e suas relações. Esses dados permitiram estabelecer as compreensões que os alunos possuíam sobre o tema; auxiliaram a planejar e aplicar sequências didáticas visando a uma reflexão contínua; mais tarde contribuíram para identificar se, no decorrer

do estudo, ocorreram ou não mudanças na compreensão dos estudantes; e, por fim, possibilitaram a avaliação (em caso positivo) da qualidade dessas mudanças.

Como afirmam Manassero, Vázquez e Acevedo (2001), diagnosticar as idéias prévias do aluno é uma atividade necessária e essencial para adaptar a elas os planejamentos didáticos, sem perder de vista os objetivos a alcançar, como uma adequada compreensão da natureza da ciência, da tecnologia e da sociedade. Os autores também indicam que as perguntas utilizadas para o diagnóstico podem perfeitamente servir como instrumento de desenvolvimento curricular para a aprendizagem CTS, uma vez que cada pergunta pode ser utilizada para um debate sobre o significado e implicações de todas as alternativas de respostas que foram propostas.

Para colocar em prática as atividades CTS, foi necessária a transferência dos temas e da autoridade do docente para o coletivo. De modo que, o professor deixou de ser o distribuidor de informação sistematizada e passou a ser um facilitador do processo de aprendizagem, que acontecia a partir da contextualização de conteúdos escolhidos coletivamente considerando-se a realidade de alunos e alunas.

Nesse sentido, Bazzo et al (2003) ressaltam o papel do professor ao afirmarem que é importante entender que o objetivo geral do professor é a promoção de uma atitude criativa, crítica e ilustrada, na perspectiva de construir coletivamente a aula e em geral os espaços de aprendizagem. Mais que manejar informações, em tal “construção coletiva” procurou-se articular conhecimentos, argumentos e contra-argumentos, baseados em problemas compartilhados e, nesse caso, relacionados com as implicações do desenvolvimento científico-tecnológico.

Todavia, importa lembrar que essas escolhas não aconteceram aleatoriamente, uma vez que o ponto de partida foi o planejamento conjunto com os professores envolvidos, momento em que se buscou a integração de conteúdos, sem desconsiderar a relevância dos temas para cada uma das disciplinas.

Então, a partir do planejamento realizado e discutido com os docentes, no início de cada bimestre foram apresentados aos alunos os objetivos, competências e habilidades que deveriam ser desenvolvidas. Os alunos recebiam explicações e esclarecimentos sobre o porquê da escolha desses objetivos e sobre como eles poderiam contribuir para sua formação.

Na continuidade, foi apresentada aos alunos uma lista de atividades que poderiam ser utilizadas para atingir os objetivos previstos. Cada aluno elegia, dessa lista, quatro temas que mais lhe despertassem interesse e, dessa forma, com a participação de todos, foram selecionados os temas mais votados. Destaca-se que eram fornecidas aos alunos diversas alternativas, definidas previamente nas reuniões de planejamento e adequadas aos conteúdos propostos, mas a definição se dava pela escolha da maioria.

Estando escolhidos os temas, os alunos constituíam pequenos grupos e eram orientados a pesquisar e estudar sobre o assunto, de modo a ampliar o seu conhecimento, nesse caso a base de dados se deteve na bibliografia disponível, análise de documentos, estudo comparativo dos problemas em outras comunidades/regiões ou países de modo a incentivar os alunos a relação dos temas estudados com as problemáticas e contextos da vida real e ainda auxiliá-los a desenvolver habilidades de pesquisa, análise e argumentação.

As principais atividades didáticas utilizadas foram: seminários participativos com propostas de trabalhos em grupo e debates, tendo como referência a análise de vídeo, leitura de livros, periódicos ou reportagens; elaboração de textos curtos estabelecendo posicionamentos críticos e analíticos sobre temas relacionados à ciência, tecnologia e sociedade; pesquisa de temas

que envolviam conflitos sóciotécnicos; estudo exploratório envolvendo pesquisa de opinião; levantamento de dados; elaboração de mapas conceituais e relacionais; estudos de casos reais ou simulados, entre outros.

Apresentam-se a seguir, dois exemplos diferenciados, mas representativos do trabalho realizado, de onde emergem as dúvidas iniciais, os avanços e, em algumas situações, a definição de novos caminhos: a problemática ambiental e o viés matemático.

A problemática ambiental

Para atingir o objetivo de analisar a importância da evolução tecnológica e identificar suas implicações sociais, econômicas, ambientais e culturais, os alunos optaram por palestras sobre os seguintes temas: o surgimento do plástico; a robótica e a automação; as novas tecnologias na área da medicina; os impactos da industrialização, entre outros. A metodologia utilizada se aproximou do modelo de análise de situações e de compreensão sistêmica proposto por Osorio; Cuartas Jaramillo e Muriel Restrepo (2005).

Neste caso a intenção é levar o aluno a identificar claramente a situação problema (CTS), o objeto de análise em relação ao seu próprio contexto (escola, vizinhança, localidade,...), os envolvidos, as causas, os efeitos.

Assim, de acordo com as escolhas dos alunos seguiram-se as seguintes atividades: Palestras realizadas por professores visitantes e/ou especialistas; ciclo de discussões dirigidas pelos professores presentes, cujo objetivo era identificar as implicações da tecnologia em foco. Foi nesse espaço interativo que a problemática ambiental despertou a atenção dos alunos a partir da palestra que versou sobre “a evolução do plástico”, proferida por uma engenheira de materiais, docente do Curso Superior de Tecnologia em Mecânica.

Os temas abordados foram: caracterização da sociedade antes do advento do plástico; história da descoberta; constituição química, tipos e utilidades; impactos que o plástico trouxe para a sociedade, as indústrias que surgiram a partir dele; os empregos que gerou; o que foi desvalorizado e deixou de ser utilizado; o surgimento dos resíduos e da poluição; o tempo de vida na natureza; como a tecnologia de fabricação evoluiu até aquele momento; a indústria da reciclagem; potencialidades e limitações. No decorrer de sua fala, a palestrante citou exemplos de ações que se realizam no cotidiano.

No debate que se seguiu à palestra os alunos identificaram as implicações da utilização do plástico e montaram sua rede de relações. A partir desse quadro, os participantes optaram por realizar trabalhos investigativos, em grupos, sobre as implicações da utilização do plástico para o meio ambiente e para a sociedade. Cada equipe ficou responsável por investigar uma área. Foi acordado que os trabalhos versariam sobre produção, descarte, poluição e reciclagem do plástico.

Com a orientação do professor, as equipes elaboraram planos de ação que incluíam: pesquisa bibliográfica, pesquisa de opinião, montagem do relatório e apresentação dos resultados em seminário. Também, sugeriu-se aos estudantes leitura da obra intitulada, “*Plástico: bem supérfluo ou necessário?*”, na qual Canto (1997) traz à tona uma discussão sobre a utilização do plástico e os danos que ele pode causar ao ambiente, a função do plástico na sociedade, possibilidades de substituição e seus vários usos.

Assim, conforme as atividades foram se desenvolvendo, foi possível perceber o quanto os alunos se envolveram com a questão. No entanto, algumas questões problematizadas pelas equipes

estavam ainda sem respostas e foi necessário buscar novos caminhos para que esses alunos pudessem interagir melhor com a realidade e encontrar pontos de apoio para responder às questões que haviam problematizado.

Acredita-se que o envolvimento com atividades CTS contribuiu para que essas dúvidas emergissem. A esse respeito, Bazzo (1998, p. 34) comenta:

O cidadão merece aprender a ler e entender – muito mais do que conceitos estanques - a ciência e a tecnologia, com suas implicações e consequências, para poder ser elemento participante nas decisões de ordem política e social que influenciarão o seu futuro e o dos seus filhos.

Dentre as sugestões dadas pelo grupo de professores, a mais aceita foi a de proporcionar aos alunos o contato mais direto possível com as questões estudadas. Procuraram-se, então, situações que estivessem mais próximas do contexto em que esses alunos estavam inseridos.

É nesse sentido que Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009, p. 193) evidenciam que “é a apreensão do significado e a interpretação dos temas por parte dos alunos que precisam estar garantidas no processo didático-pedagógico, para que os significados e interpretações de dados possam ser problematizados”.

A forma coletiva como esses dados foram coletados abriu caminhos para outros questionamentos e oportunizou a construção de uma rede de interações que envolvem a ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Possibilitou o reconhecimento, pelos educandos, de que as questões ambientais não aparecem isoladas, mas são partes de uma mesma problemática que envolvem também questões econômicas, éticas, políticas e sócio-culturais.

Foi nesse contexto que a produção dos alunos emergiu, nascida da ação dialógica problematizadora no sentido expresso por Silva (2004), quando diz que: “Dialogar é problematizar o fazer pedagógico e suas respectivas consequências, é suscitar exigências para a mudança. Sem apresentar respostas prontas, mas de questionar as intenções e contradições do constituído...” Assim, o diálogo, os questionamentos e o confronto com o que estava posto na literatura, parecem ter levado os alunos a uma aprendizagem motivadora e à constatação da dinâmica do processo de transformação tecnossocial, de causas e efeitos que fizeram desencadear a crise ambiental.

Segundo seus relatos, os alunos passaram a compreender que toda ação interfere no meio; que a degradação ambiental e a exclusão social são consequências de uma produção que privilegia o lucro. Essa constatação identifica o desenvolvimento de um nível mais elevado de conhecimento que integra as questões de cunho social, cultural, político, econômico, histórico e ambiental.

O viés matemático

Outra questão que foi ganhando espaço no desenvolvimento da disciplina foi o conhecimento matemático. Considerou-se, por isso, a importância de abordar de uma forma mais explícita sua participação nos assuntos referentes ao contexto científico-tecnológico e social. Fez-se necessário trazer para a discussão a sua importância como conhecimento que tanto exerce influência como é influenciado em nossa sociedade, necessitando também de reflexão crítica, como qualquer outro conhecimento.

Para tanto, procurou-se selecionar atividades que se voltassem para a abordagem crítico-reflexiva da Matemática, a qual está em perfeita sintonia com os objetivos do enfoque CTS, uma

vez que considera a necessidade de oportunizar estratégias de ensino que visem à formação de competência crítica e reflexiva frente à ciência e à tecnologia. (Skovsmose, 2001, 2004, 2007).

Inicialmente discutiu-se a importância e influência que a matemática tem nas demais ciências, principalmente através dos modelos que são construídos a partir desse conhecimento para explicar e estudar os vários fenômenos de nossa realidade. Sendo assim, de posse de alguns dados da realidade, elaboraram-se modelos matemáticos analisando, refletindo e questionando sua precisão e validade quanto aos fenômenos a serem estudados.

Dois desses modelos partiram da análise dos talões de conta de água e luz. Verificaram-se alguns arredondamentos que são feitos para beneficiar sempre o lado mais forte da economia e como o cidadão não está atento a isso, acaba pagando um valor acima daquele considerado justo.

Um terceiro modelo foi construído a partir de dados referentes à poluição de um rio, o qual, após sofrer um derrame de produtos tóxicos, passou por um processo de limpeza equivalente a 10% ao mês. O modelo conseguido resultou em uma equação exponencial que não permite zero como resposta, assim os alunos perceberam que teriam de estabelecer um valor que tendesse a zero.

Diante disso, veio o questionamento: um dia a limpeza do rio poderá ser total? Mas o modelo estabelecido através da equação exponencial não permite que a resposta seja zero! Isso possibilitou aos alunos perceberem o cuidado que deve ser tomado ao se utilizar modelos e considerar seus resultados como definitivos. Não se pode deixar de averiguar que nem sempre é possível introduzir no modelo todas as variáveis que interferem em seu funcionamento, pois dessa forma, pode-se estar dando margem ao erro.

Para dar continuidade à discussão sobre modelos, realizou-se a leitura e debate do texto “Erros, fraudes e acertos”, de Lewenkopf (2003). Tal texto apresenta como destaque a influência que a matemática exerce no contexto científico-tecnológico através da precisão nas medições realizadas em estudos científicos. Nos comentários tecidos pelos alunos, foi ressaltado o cuidado a ser tomado quando nos deparamos com dados, informações de nível matemático, científico, tecnológico e os relacionamos com a sociedade. Deve-se, segundo os alunos, lembrar que tais dados podem conter erros, pois há uma série de fatores que os influenciam.

Devido ao fato de os alunos terem desenvolvido até aquele momento várias atividades que visaram ao enfoque CTS, eles conseguiram trazer essa visão para o contexto da matemática, reconhecendo-a como ciência que não é absoluta e tampouco neutra, podendo ser influenciada e influenciar no cotidiano.

Sendo assim, constatou-se que o entendimento dos alunos sobre a importância da matemática e sua influência/relação com o desenvolvimento científico-tecnológico vai além do estudo ou da ferramenta que serve de auxílio para as outras ciências. Eles começam a perceber que o conhecimento matemático contribui para a compreensão dos processos científico-tecnológicos.

Avaliação

Os desafios de se ministrar uma disciplina que carrega em sua proposta a intenção de promover um ensino diferenciado se estendem também ao processo de avaliação, o qual teve como eixo principal o nível de envolvimento do aluno, sua evolução em termos de participação em debates, comentários e até mesmo sugestões, suas possibilidades de intervenção, de demonstrações de solidariedade e de consideração pela equidade social.

Contou-se com registros de sala de aula, anotações individuais do perfil de cada aluno a respeito das atividades desenvolvidas em grupo, com avaliação das sínteses que eram redigidas ao final de palestras, vídeos e debates, além de relatórios finais de atividades desenvolvidas e participação na apresentação de seminários.

Todos os alunos tinham conhecimento de que o processo de avaliação era contínuo, sendo que algumas atividades avaliativas foram individuais e outras foram consideradas em grupo. E a avaliação final de cada bimestre ocorria com a realização de um único seminário, com a participação de todas as disciplinas envolvidas, para a apresentação dos principais resultados.

Apesar dessa forma de avaliação parecer trabalhosa inicialmente, possuía algumas facilidades que a compensavam, como: a possibilidade de acompanhamento dos resultados pelo próprio aluno, clareza do que se espera do aluno, maior responsabilidade, envolvimento com as atividades propostas e evidências da evolução individual e coletiva, como exposto a seguir.

Resultados

Tendo como base as pesquisas realizadas por Rubba et al (1993); Rubba et al (1996); Acevedo (1997); Acevedo et al (2003); Acevedo et al (2005, 2004a, 2004b), foi possível comparar a sequência dos trabalhos realizados com os alunos participantes do estudo e perceber que a concepção inicial que eles tinham de ciência, tecnologia e suas relações na sociedade aproximava-se bastante da concepção que grande parte dos alunos possui.

Em relação à categoria Ciência e Tecnologia, pode-se afirmar que inicialmente alunas e alunos pesquisados entendiam que a ciência e a tecnologia foram criadas somente para o benefício da humanidade. Porém, no decorrer do trabalho, através das falas e registros escritos, pôde-se averiguar que, quando estimulados a refletir e discutir de forma mais aprofundada sobre o assunto, eles conseguiam fazer suas avaliações de maneira mais crítica.

Assim, foi possível observar que 91% dos estudantes conseguiram reformular suas concepções sobre ciência e tecnologia, como também as relações desses conhecimentos com o contexto social. Foi interessante verificar que as concepções foram repensadas e que os alunos conseguiram escrever de uma forma mais “solta” e mais completa, extrapolando os costumeiros “sim” e “não”, ou seja, houve também melhora na comunicação escrita.

No que se refere à categoria Conhecimento Matemático Crítico-Reflexivo, 83% dos alunos pesquisados demonstraram perceber que todos os conhecimentos interferem de uma forma ou de outra no desenvolvimento científico-tecnológico. Evidenciaram compreender que a matemática é uma das responsáveis por esse desenvolvimento e que ela influencia em igual valor os demais conhecimentos no contexto social.

Quanto à categoria Problemática Ambiental, 77% dos educandos reconheceram ser urgente a participação cidadã nas decisões que envolvem o contexto científico-tecnológico, principalmente porque ele vem impactar diretamente a natureza. Em relação a essa questão, 93% abordaram a necessidades de as pessoas reverem seus hábitos de consumo e eliminarem o desperdício, ao mesmo tempo em que reconheceram que a educação voltada para o enfoque CTS contribuiu para que percebessem a problemática de forma mais crítica.

Esses resultados estão expressos nas falas dos alunos, as quais colocadas na sequência a título de exemplo dão representatividade a algumas das categorias referenciadas. Cabe salientar que

para a identificação das transcrições foram utilizadas as iniciais dos alunos e entre parênteses estão discriminadas suas turmas.

Os comentários que os educandos fizeram sobre a disciplina Princípios Tecnológicos revelaram que as atividades desenvolvidas foram consideradas dinâmicas, permitindo a tomada de decisões e a exposição de idéias, opiniões. Além disso, esses comentários possibilitaram a busca e a aquisição de vários conhecimentos, fato observado neste relato de CA (023) quando diz: “Eu adorei participar das aulas, elas foram diferentes, fizeram a gente pensar. Tivemos que pesquisar, ler, elaborar textos, expressar opinião, acho que aprendi muito mais, gostaria de ter outras disciplinas como essa”. Também RF (022) expõe que: “As aulas foram me deixando motivada, no início não entendia direito, e até me chateava porque tinha mais tarefas. Depois que fui entendendo os objetivos, comecei a gostar, aprendi a dizer o que penso, e eu sempre fui tímida”.

Os alunos confessaram que essa forma de trabalho lhes causava surpresa, uma vez que sempre recebiam sem esforços, da maioria das disciplinas, os assuntos a serem trabalhados. Ressaltaram como importante para eles, a relação feita entre os vários conhecimentos e disciplinas. Reconheceram que os professores que trabalharam com a disciplina, mesmo sendo de outras áreas (Biologia e Matemática), não deixaram de focar a importância dos demais conhecimentos, como a Filosofia, Física, Química, Português, entre outros. Isso fez com que buscassem informações, considerando que todos eram responsáveis e capazes de construir o novo saber, como expressou JL(023) ao afirmar que:

Em Princípios as coisas nunca estão prontas, nós escolhemos os temas para estudar os conteúdos, ao mesmo tempo em que a gente estudou meio ambiente, a gente acabou também estudando química, português, matemática, economia. Claro que as leituras, debates, e até as matérias estudadas na filosofia, na química, física, biologia, também ajudaram, a gente percebe que o conhecimento não vem pronto, nós tivemos que construir isso juntos.

Nesse sentido, o aprender ganhou uma nova conotação. O conhecimento não foi considerado algo pronto e transmitido somente pelo professor. O aprender se construía à medida que o aluno tinha sua curiosidade aguçada, pois como Freire (1996, p. 77) indicou: “[...] aprender é uma aventura criadora, algo, por isso mesmo, muito mais rico do que meramente repetir a lição dada. Aprender para nós é construir, reconstruir, constatar para mudar [...]”. Tais palavras justificam os comentários dos alunos envolvidos acerca das atividades vivenciadas, consideradas por eles como uma oportunidade sem igual, pois nunca haviam tido a possibilidade de criar seus diálogos, defender suas posições e tomar decisões. Segundo Delizoicov et al (2009, p. 153), é nessa perspectiva que: “... a sala de aula passa a ser espaço de trocas reais entre os alunos e os professores, diálogo que é construído entre conhecimentos sobre o mundo onde se vive e que, ao ser um projeto coletivo, estabelece a mediação entre as demandas afetivas e cognitivas de cada um dos participantes”.

As atividades desenvolvidas durante o trabalho pedagógico levaram os alunos ao reconhecimento da importância de assumirem uma postura crítica ao analisar os feitos científico-tecnológicos. Eles comentaram que se descobriram como cidadãos, com o direito, o dever e, principalmente, a capacidade de intervir em seu cotidiano. A afirmação de GB (021), transcrita a seguir, demonstra o entendimento que conquistaram sobre a importância da participação democrática e cidadã na tomada de decisões:

As atividades que fizemos me despertaram um sentimento de responsabilidade com o que está acontecendo à minha volta, acho que me tornei mais crítica. Se as coisas estão ruins, eu tenho que ter voz; muitas vezes juntas podem fazer mudanças, por isso temos que estar informados, usar o conhecimento em nosso dia a dia, a nosso favor. Não sei, sinto que agora, depois das aulas, estou diferente, escuto o jornal e penso sobre as coisas, antes eu não fazia isso.

Os educandos entenderam que se é o homem que constrói o meio social no qual vivem, mudanças podem ser realizadas. Argumentam que as pessoas não precisam apenas adaptar-se a essa realidade, mas têm que lutar por suas decisões e escolhas, pois nada lhes é dado pelo destino. Se tudo é construído, há o direito de se desconstruir, mudar e reconstruir para melhor.

Os posicionamentos sobre o enfoque CTS indicam que os alunos o identificam como uma força que os fez despertar para o mundo, abrindo-lhes os olhos para o senso crítico, encorajando-os a irem atrás de maiores informações a respeito dos fatos. Iniciaram um processo de conscientização a respeito de sua capacidade de intervir no mundo, de comparar, romper, escolher, formalizar grandes ações em busca de soluções que venham a beneficiar um maior número de pessoas. O importante é sempre otimizar os resultados, como destaca VH (021) em seu depoimento:

Se tivermos um pensamento mais crítico e questionador, e nisso o CTS nos ajuda bastante, passamos a participar mais intensamente da vida em sociedade. Estudar CTS me despertou, fazendo-me ver como o meio nos manipula, como por exemplo, a televisão. Assistia às coisas e não entendia, mas deixava passar. Mas o enfoque CTS nos diz para não deixar passar. Vejo que a disciplina foi bem útil nesse aspecto. Eu comecei a olhar para certos acontecimentos, certas coisas de um jeito diferente mais crítico. Porque todo mundo pensa assim: “Ah, está acontecendo, mas não é comigo. Comigo não acontece e eu não tenho nada a ver com isso”. Porém, depois que eu aprendi com CTS, eu comecei a ver o outro. Eu posso fazer alguma coisa para que não aconteça nem comigo e nem com os outros. Foi algo que marcou bastante e mudou a minha visão. Eu leio e penso: “Ah! Poderia levar para sala e aplicar o enfoque CTS!” Eu consigo ver as aplicações agora.

Foi nessa perspectiva que os alunos, mesmo que de forma ainda pouco elaborada, perceberam que a Matemática participa de forma decisiva na estruturação do debate político, o que explicita sua dimensão política na sociedade. Assim sendo, aqueles que não têm o acesso à Matemática estão sujeitos ao controle e à vontade daqueles que o têm e que detêm o poder autoritário na sociedade, já que a impossibilidade de acesso significa não participar do complexo debate político, sustentado por essa ciência. Como consequência, essa não participação pode reforçar as desigualdades sociais, o racismo, a discriminação sócioeconômica, entre outros problemas ou preconceitos.

Dessa forma, também enquanto se trabalha com a matemática em sala de aula é preciso desenvolver esse escutar/falar sob forma de diálogo. A matemática também pode ser colocada como conhecimento aberto, que desperta curiosidade, indagação e dúvida. Discutir sobre a matemática a torna um saber construído pela humanidade, mas inacabado. DL (022) acrescenta:

Eu achei interessante isso, eu preferia estudar matemática assim, vendo onde ela é utilizada. Porque nós, alunos, sempre temos essa curiosidade e perguntamos para o professor. Seria bom se trouxessem a matemática para nosso dia a dia. Não ficar só naquele livro, naqueles exercícios.

De modo geral, os alunos conseguiram vivenciar as possibilidades do enfoque CTS, e identificar a própria evolução, pois se tornaram mais questionadores. É importante destacar que as mudanças ocorridas na prática pedagógica não afetaram apenas os alunos envolvidos, mas também as docentes: ao conduzir as atividades, elas puderam rever seus conceitos, na medida em que buscaram a superação do ensino descontextualizado e fragmentado.

A percepção da evolução dos alunos proporcionou aos docentes maior segurança e entusiasmo na condução das atividades, maior credibilidade por parte dos educandos, que passaram a dedicar-se mais na execução das tarefas na medida em que ganharam maior abertura e espaço para fala, questionamentos e discussão. Dessa forma, pode-se afirmar que a experiência em questão nos permitiu certificar os ganhos com a implementação do enfoque CTS e a viabilidade da proposta,

bem como as contribuições da investigação-ação para a formação de professores e alunos mais críticos, constituindo-se como uma importante via de transformação pedagógica.

Considerações finais

O estudo ora apresentado objetivou contribuir para a reflexão acerca da inserção da abordagem CTS no contexto educacional do Ensino Médio. Os resultados encontrados trazem implicações óbvias para o ensino de Ciências, ao demonstrarem que essa abordagem é capaz de promover uma renovação educativa, integrando as unidades curriculares CTS aos conteúdos trabalhados.

Dentre as principais contribuições que a inserção do enfoque CTS proporcionou à formação dos alunos, podem ser citadas as seguintes: a superação da abordagem estritamente disciplinar e conteudista; a flexibilização dos conteúdos curriculares, que permitiu um enfoque mais atualizado das disciplinas; maior motivação e interesse por parte dos alunos em estudar e buscar fundamentos ligados à ciência e à tecnologia e a contextualizá-los com os problemas atuais; cooperação e renovação pedagógica, já que os professores envolvidos necessitavam estar preparados adequadamente e dispostos a preparar ambiente favorável ao estudo CTS.

A mudança docente desencadeou também um processo de maior produtividade prática discente, maior capacidade reflexiva e, por conseguinte, um novo proceder, desejável ao perfil do cidadão. Nessa perspectiva e em decorrência de um novo proceder pedagógico, que exigiu integração e flexibilização curricular, planejamento e atualização científica, ganhos significativos podem ser também relacionados.

Da confluência das contribuições acima enumeradas emergiu um espaço educativo positivo e sutil, que despertou um novo olhar para as disciplinas da área de ciências, caracterizado pela busca de um entendimento novo, que ultrapassou o academicismo e o cientificismo, como expresso por Cerezo (2003), na medida em que os alunos foram aprendendo a utilizar os conhecimentos para fazer leituras diferenciadas do mundo, para aplicá-los, no entendimento e na busca por soluções para problemas do cotidiano.

Tal espaço efetivou-se a partir da conexão com outras esferas (social, política, econômica, ambiental, histórica e cultural), e isso denota que as metodologias CTS contribuem para que os alunos desenvolvam percepções mais complexas da realidade e visões de mundo mais integradas, adequadas ao entendimento de como todas as questões de estudo se inserem, interagem e derivam de modelos tecnocientíficos.

Em relação às limitações enfrentadas durante o desenvolvimento do trabalho pedagógico, cita-se o número de alunos por turma, cerca de 40, fato que impedia uma participação maciça por reduzir as oportunidades de intervenção, ou diminuir o tempo de argumentação de cada aluno. Percebia-se, também, certa impaciência por parte de uma parcela dos alunos em relação à proposta, a qual contemplava atividades diferenciadas que exigiam deles leituras, pesquisas, elaboração de textos, participação nos debates e avaliações.

Essas dificuldades foram diminuindo gradativamente, na medida em que alunas e alunos perceberam-se participantes ativos do processo ensino-aprendizagem. Sua motivação e participação foram aumentando visivelmente, conforme foram sendo introduzidos na problematização e reflexão acerca da ciência e da tecnologia, seus impactos e contradições. Sujeitos da aprendizagem, os alunos foram se tornando capazes de criticar, de posicionar-se contra ou a favor, argumentando e defendendo suas posições.

Além disso, responder às perguntas da pesquisa só foi viável pela cooperação que se firmou entre as disciplinas, que passaram a usar uma linguagem mais próxima, pela participação das diferentes áreas nas discussões e planejamento e pelo espaço de uma manhã semanal que a instituição determinava no horário de todos os professores para discussão, estudo e planejamento.

No decorrer das atividades chegou-se ao entendimento de que o espaço curricular destinado às discussões acerca dos temas CTS em uma única disciplina precisava avançar. As reflexões críticas semeadas na disciplina Princípios Tecnológicos extrapolaram o domínio disciplinar e fizeram com que alunos e professores chegassem ao consenso de que elas precisavam ser incorporadas a temas desenvolvidos nas demais disciplinas constantes na matriz curricular do Ensino Médio da instituição pesquisada. Assim, ao reestruturá-lo, a disciplina desaparece formalmente do currículo do Ensino Médio, e em contrapartida os objetivos, temas, competências e habilidades são assumidos nos espaços de cada disciplina, formando um corpus interdisciplinar.

Caracteriza-se assim um avanço positivo, metodológico e epistemológico ocasionado pela abrangência que o enfoque CTS impôs no decorrer do desenvolvimento das atividades realizadas, o qual permitiu resgatar a unidade e o saber numa experiência compartilhada, cuja construção via processo cotidiano de investigação tornou-se pesquisa, elemento permanente de reflexão e inovação na busca de soluções para questões problemas e de construção do conhecimento.

Apesar das limitações comentadas, as atividades desenvolvidas, surpreendentemente, entrelaçaram-se de diferentes maneiras com os conteúdos da Física, da Química, da Biologia, da Matemática e favoreceram a abordagem de temas transversais, como nos exemplos citados - a questão ambiental e o conhecimento matemático, desenvolvidos a partir dos estudos CTS. Verificou-se que a relação neles estabelecida encontra-se em harmonia com os pressupostos da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB) e dos PCNEMs, sem, no entanto, que isso represente uma receita pronta aos docentes que desejarem desenvolver um trabalho semelhante.

Porém, faz-se necessário, que o docente tenha subsídios que lhe permitam desenvolver tal trabalho, uma vez que não se trata de uma simples intervenção pedagógica. É preciso que ele possa, antes de iniciar uma atividade desse porte, rever suas concepções de conhecimento e de ensino-aprendizagem, já que elas estarão guiando suas ações e determinando as atitudes e aprendizagem de seus alunos. (Manassero et al, 2001).

Dessa forma, por considerar que a relação estabelecida entre as questões ambientais, o conhecimento matemático e o enfoque CTS seriam caminhos possíveis para pôr em prática os pressupostos da atual proposta educacional, acredita-se que tal reflexão deveria ser inserida, primeiramente, na formação docente, seja ela inicial ou continuada.

Ressalta-se que essa interação foi favorecida pelo fato de semanalmente, no horário de todos os professores do Ensino Médio, a manhã de quarta-feira ser destinada a reuniões pedagógicas e de estudos. Dessa forma, as reuniões que orientavam as atividades da disciplina aconteciam semanal ou quinzenalmente (de acordo com as necessidades), espaço esse que passou a ser utilizado para planejamentos, discussões e estudos ligados às atividades que estavam sendo desenvolvidas.

Referências

Aikenhead, G. S. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G.S. *STS education: international perspectives on reform*. New York: Teachers College Press, Chapter 5. p. 47-59. 1994

Investigações em Ensino de Ciências – V15(3), pp. 507-525, 2010

Aikenhead, G. S. STS Education: a rose by any other name. In: Cross, R. *A vision for science education: responding to the work of Peter Fensham*. New York: Roulthege Falmer, 2003. p.59-75.

Acevedo, J. A. Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Un enfoque innovador para la enseñanza de las ciencias. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, 10, 269-275, 1997.

Acevedo, J. A. *La formación del profesorado de enseñanza secundarias para la educación CTS: una cuestión problemática*. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo9.htm>>. Acesso em: 10 de set. 2001.

Acevedo, J. A. Modelos de relaciones entre ciencia y tecnología: un análisis social e histórico. *Revista Eureka*, v.3, n.2, p.198-219, 2006.

Acevedo, J. A.; Vazquez, a.; Massanero, M. A. Cambiando la práctica docente em la enseñanza de las ciências a través de CTS. *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo2.htm>>, acesso em 17/04/2005.

Acevedo, J. A.; Vázquez, A.; Massanero, M. A. Romero, Acevedo, P. Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. v. 2, n. 3, 2003. Disponível em: <<http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen2/numero3/Art9.pdf>>. Acesso em: ago 2003.

Acevedo, J. A.; Vazquez, A.; Massanero, M. A. Progresos en la evaluación de actitudes relacionadas con la ciencia mediante el cuestionario de opiniones CTS. *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo.htm>>. Acesso em: out. 2004 a.

Acevedo, J. A.; Manassero, M. A.; Vazquez, A. Avances metodológicos en la investigación de actitudes y creencias CTS. *Revista Iberoamericana de Educación*. Edición Electrónica de los lectores. Disponível em: <<http://www.campusoei.org/revistadeloslectores/acevedo.pdf>>. Acesso em: nov. 2004 b.

Auler, D. *Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de ciências*. Tese (Doutorado em Educação: Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. 248 p.

Auler, D. Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. *Revista Ciência & Ensino*, v.1, número especial, nov 2007. Disponível em: <<http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/issue/view/109>> Acesso em : jul.2008.

Bazzo, W. A. *Ciência, Tecnologia e Sociedade: e o contexto da Educação Tecnológica*. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998.

_____. A pertinência de abordagens CTS na educação tecnológica. *Revista Iberoamericana de Educação Tecnológica*, Madri, n.28, jan.-abr., 2002. Disponível em: <http://www.campus-oei.org/revista/rie28f.htm> Acesso em 20 abr. 2004.

Bazzo, W. A.; Colombo, C. R. Educação tecnológica contextualizada: ferramenta essencial para o desenvolvimento social brasileiro. *Revista de Ensino de Engenharia*, Florianópolis, v. 20, n. 1, p. 9-16, 2001.

Bazzo, W. A.; Linsingen, I.; Pereira, L. Introdução aos estudos CTS (ciência, tecnologia e sociedade). *Cadernos de Ibero-América*, Madri, Espanha: OEI – Organização dos estados Ibero-americanos para a educação, a ciência e a cultura, 2003.

Brasil, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio*. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

Canto, E. L. *Plástico: bem supérfluo ou mal necessário?* São Paulo: Moderna, 1997.

- Investigações em Ensino de Ciências – V15(3), pp. 507-525, 2010
- Cerezo, J. A. L.; LUJÁN, J. L.; Gordillo, M. M.; Osório, C. *Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)*. Madrid: OEI, 2003.
- Cruz, S. M. S. C. de S. *Aprendizagem centrada em eventos: uma experiência com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade no Ensino Fundamental*. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001. 247 p.
- Cruz, O. N. O trabalho de campo como descoberta e criação. In: MINAYO, M. C. de S. (Org.) *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*, 23. ed. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 1994.
- Delizoicov, D. ; Angotti, J. A; Pernambuco, M. *Ensino de ciências, fundamentos e métodos*. 3ª Edição, São Paulo: Cortez, 2009.
- Freire, P. *Educação como prática de liberdade*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1986.
- Freire, P. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- Freire, P. *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 31ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- Koepsel, R. *CTS no Ensino Médio: aproximando a escola da sociedade*. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. 128 p.
- Leal, M. C. E; Gouvêa, G. Ensino de Ciência, Tecnologia e Sociedade: comparando perspectivas do ensino formal e não formal. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2., Valinhos. *Anais...* Valinhos: ABRAPEC, 1999. 1 CD-ROM.
- Lewenkopf, C. Erros, fraudes e acertos. *Revista Ciência Hoje*, São Paulo, v. 32, n. 192, p. 40-41, 2003.
- López Cerezo, J. A. Ciencia, tecnología y sociedad: el estado de la cuestión en europa y estados unidos. *Revista Iberoamericana de Educación*. Madrid, n.18, p.41-68, 1998.
- Manassero, M. A.; Vázquez, A. y Acevedo, J.A. *Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat*. Palma de Mallorca – Espana: Conselleria d' Educació i Cultura del Govern de Illes Ballears, 2001.
- Medina, M.; Sanmartin, J. El programa Tecnología, Ciencia, Natureza y Sociedad. In: _____; _____. *Ciencia, Tecnología y Sociedad: estudios interdisciplinarios en la Universidad, en la Educación y en la Gestión Pública*. Barcelona: Anthropos, 1990. cap. 1. p. 114-121.
- Moreira, H; Caleffe, L. G. *Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador*. 2ª.ed. Rio de Janeiro, Lamparina, 2008.
- Osorio, C.; Osório, M. La Educación Científica y Tecnológica desde el enfoque en Ciencia, Tecnología y Sociedad. Aproximaciones y Experiencias para la Educación Secundaria. *Enseñanza de la Tecnología / Ensino da Tecnologia*, n. 28, enero-abril 2002.
- Osorio, C.; Cuartas Jaramillo, M.; Muriel Restrepo, J. *Tecnología y Sociedad: manual de trabajo para docentes y estudiantes de educación básica secundaria y media*. Colciencias, Universidad del Valle y OEI, 2005. Acesso em: mar/2006, <http://www.oei.es/salactsi/uvalle/>.
- Palacios, F. A.; Otero, G. F.; García, T. R. *Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Madrid: Ediciones Del Laberinto, 1996.
- Rubba, P.A.; Harkness, W.L. Examination of Preservice and In-Service Secondary Science teachers' beliefs about Science-Technology-Society interactions. *Science Education*, v. 77 n.4, p. 407-431, 1993.

- Investigações em Ensino de Ciências – V15(3), pp. 507-525, 2010
_____; Schoneweg, C.; Harkness, W.L. A new scoring procedure for the Views on Science-Technology-Society instrument. *International Journal of Science Education*, v.18 n. 4, p. 387-400, 1996.
- Sanmartín, J.; et al. *Estudios sobre sociedad y tecnología*. Barcelona: Anthropos, 1992.
- Santos, W. L. P. dos; Mortimer, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da Educação Brasileira. *Ensaio*, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2000.
- Sanz, M. A.; Mortalla, T. D.; Gómez, Y. H.; González, A. R. R. *Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Madrid: Noesis, 1996.
- Silva, A. F. G. da. *A construção do currículo na perspectiva popular crítica das falas significativas às práticas contextualizadas*. 2004, 375f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Católica de São Paulo. São Paulo. 2004.
- Skosmose, O. *Educação Matemática Crítica: a questão da democracia*. Campinas, SP: Papirus, 2001.
- _____. Matemática em ação. In: BICUDO, Maria A. V.; BORBA, Marcelo C. (Org.) *Educação matemática: pesquisa em movimento*. São Paulo: Cortez, 2004. p. 30- 57
- _____. *Educação crítica: incerteza, matemática, responsabilidade*. São Paulo: Cortez, 2007.
- Tortajada, J. F. T.; Peláez, A. L. *Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Madrid: Sistema, 1997.
- Walks, L. Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos intelectuales. In: Medina, M.; Sanmartín, J. *Ciencia, tecnología y sociedad, estudios interdisciplinares en la universidad, en la educación y en la gestión pública*. Barcelona: Anthropos, 1990, p. 42-75.

Recebido em: 13.03.2008

Aceito em: 19.04.2011

APÊNDICE 1

Baseie-se nas observações e discussões realizadas no decorrer das atividades da disciplina de Princípios Tecnológicos e responda as perguntas abaixo:
1- O que você pensa sobre a ciência?
2- O que você pensa sobre tecnologia?
3- Qual o papel da ciência e da tecnologia no contexto do desenvolvimento tecnológico atual?
4- Como os produtos tecnológicos influem na sua vida, família, comunidade, economia, política?
5- Existe relação entre o processo de desenvolvimento tecnológico e impactos ambientais? Explique:
6- Que critérios são utilizados para definir quais produtos devem ser desenvolvidos em uma sociedade?
7- O que é neutralidade? Você considera que a ciência e a tecnologia são neutras? Argumente:
8- Mais desenvolvimento trará mais progresso e mais bem-estar social?
9- Os impactos negativos, poluição, por exemplo, poderão ser resolvidos com mais tecnologia?
10- Quem deve decidir sobre os rumos da Ciência e da Tecnologia? Por quê?
11- Aponte pontos positivos e/ou negativos sobre os estudos CTS e as atividades desenvolvidas na disciplina de Princípios.
12- Comente sobre como foi o seu rendimento / aprendizagem no decorrer da disciplina.

Questionário final aplicado aos alunos da Disciplina de Princípios Tecnológicos de 2001

Fonte: Autoria Própria

APÊNDICE 2

1- O que você entende por ciência?
2- O que você entende por tecnologia?
3- Que relação existe entre ciência e tecnologia? Esses saberes apresentam respostas definitivas?
4- Você acredita que nossa sociedade poderia funcionar sem tecnologia? Por quê?
5- Você poderia estabelecer alguma relação entre política, desenvolvimento econômico e desenvolvimento científico-tecnológico? Qual?
6- Você acredita que o desenvolvimento científico-tecnológico ajuda a reduzir as desigualdades sociais? Como e por quê?
7- É possível o cidadão interferir nas decisões científico-tecnológicas? Como?
8- Você acha que a ciência e a tecnologia possuem interesses próprios, ou são atividades neutras?
9- Você poderia citar alguns impactos provocados pelo avanço científico-tecnológico?
10- Os problemas causados pelo avanço científico-tecnológico têm sua solução na própria ciência e tecnologia? Como seria possível solucioná-los?
11- Para você, o que é matemática? Que influência este conhecimento exerce sobre o contexto da ciência, da tecnologia e na vida das pessoas, de forma geral?
12- O que você entende por enfoque CTS? Que contribuições ele pode trazer para nosso dia a dia?
13- É possível estabelecer alguma relação entre o conhecimento matemático e o enfoque CTS? Qual?

Entrevista final feita junto aos alunos da Disciplina de Princípios Tecnológicos de 2003

Fonte: Autoria Própria