

Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de CTS

WILDSON LUIZ PEREIRA DOS SANTOS

Instituto de Química, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Programa de Pós Graduação em Educação – Universidade de Brasília (wildson@unb.br)

Resumo: O movimento de ensino de ciências com enfoque CTS surgiu com uma forte tendência de crítica ao modelo econômico desenvolvimentista, todavia o seu discurso foi incorporado em outros contextos, que levou ao aparecimento de muitas propostas de ensino que acabam por reforçar uma visão reducionista de CTS. A partir da concepção humanística de educação de Paulo Freire são discutidos princípios a ser incorporados ao ensino de CTS, visando resgatar o caráter político dessa abordagem educacional. Considerando concepções de diferentes modelos curriculares de CTS são apresentadas congruências e divergências desse ensino com a perspectiva freireana e discutidos modelos curriculares com essa perspectiva. Propõem-se assim a inclusão de aspectos sociocientíficos ao currículo que seja abordado no sentido de desvelar o contexto de exploração da sociedade científica e tecnológica que amplie a visão reducionista de muitas propostas de CTS para a construção de uma educação humanística com uma perspectiva freireana.

Abstract: The Science education movement with a focus on STS sprang with a strong tendency to criticize the economical developmentist movement. However, its speech was incorporated into other contexts, which led to the sprouting of many teaching proposals which, in the end, reinforce a reductionist view of STS. From the humanistic conception of education by Paulo Freire, principles are discussed herein which should be incorporated to the teaching of STS, with a view to recovering the political character of that educational approach. Considering conceptions of different STS curricular models, instances of congruence and of divergence of this teaching approach with the Freirean perspective are presented, and models with such perspective are then discussed. An inclusion of socioscientific issues in the curriculum is therefore proposed, so that it maybe approached with an aim to unveiling the exploratory context of the technological and scientific society. This aims at widening the reductionist scope of many STS proposals onto the construction of a humanistic education from a Freirean perspective.

Palavras-chave: CTS, Paulo Freire, educação humanística, aspecto sócio-científico, ensino de ciências.

Key words: STS, Paulo Freire, humanistic education, socioscientific issues, science education.

Introdução

No Brasil, como apontam Krasilchik (1980, 1987) e Amaral (2001) desde a década de 1970 já existia a preocupação de educadores do ensino de ciências em incorporar no currículo dessas disciplinas temáticas relativas às implicações da ciência na sociedade. Em 1990, foi organizada pelo Ministério da Educação, em Brasília, a “Conferência Internacional sobre Ensino de Ciências para o Século XXI: ACT – Alfabetização em ciência e tecnologia”, na qual foram apresentados vários trabalhos do movimento internacional de Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) no ensino de ciências.

Nos anos seguintes, começam a surgir pesquisas em Programas de Pós-Graduação envolvendo a temática CTS no ensino de ciências (SANTOS, 1992; TRIVELATO, 1993; AMORIM, 1995; CRUZ, 2001; AULER, 2002; KOEPEL, 2003). Na década de 1990, começa a aparecer, então, apresentação de trabalhos em congressos e publicação de artigos sobre a temática CTS, além da publicação de livros (SANTOS e SCHNETZLER, 1997; BAZZO, 1998). Na

presente década, vem se intensificando o interesse da temática CTS que começa a ficar cada vez mais presente nos periódicos de ensino de ciências, podendo-se destacar a publicação em 2002 de seis artigos relacionados à CTS em um número a revista *Ciência e Educação* (vol. 7, n. 2). Com destaque nesses estudos, pode-se citar o Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina, que já produziu seis dissertações de mestrado e duas teses de doutorado sobre a temática CTS.

Em outros países, o movimento CTS no ensino de ciências teve início na década de 1970 e intensificou-se nas duas décadas seguintes, com a publicação de centenas de artigos em periódicos de ensino de ciências, alguns dos quais dedicaram números especiais para a temática, além da publicação de livros sobre o assunto (SOLOMON, 1993; YAGER, 1993; SOLOMON e AIKENHEAD, 1994). Na presente década, o movimento CTS continua ainda ativo, porém sem o mesmo brilhantismo que teve no período áureo dos anos 80 e 90. Esse movimento agora começa a tomar novas denominações e muitas das questões debatidas em CTS passaram a serem tratadas em artigos relativos à *socioscientific issues* – SSI (aspectos sociocientíficos – ASC¹). Por exemplo, Aikenhead (2006) agrupou as propostas curriculares de CTS no ensino de ciências com outras que apresentam foco na formação para a cidadania e as denominou de ensino de ciências humanístico.

Vários propósitos vêm sendo atribuídos à inclusão de ASC no currículo de ciências (RATCLIFFE, 2003), todavia ênfase tem sido dada na sua abordagem para a compreensão da natureza da ciência (ZEIDLER et al., 2002), bem como da argumentação científica (NEWTON et al., 1999). Nessa perspectiva, inclusive, Zeidler et al. (2005) tem criticado os propósitos de CTS, que na visão desses autores são muito genéricos e não apresentam uma consistência metodológica para serem alcançados.

O que se identifica nesses debates é que os objetivos do movimento CTS no ensino de ciências, ao mesmo tempo em que apresentam convergências com o de outros movimentos, como o de alfabetização/letramento² científico e tecnológico (ACT ou LCT), apresentam focos diferenciados. Nesse sentido, pode-se dizer que a educação científica tem apresentado diferentes domínios, os quais englobam aspectos que são abordados por diferentes estudiosos do campo com

¹ Em nossa tese de doutorado (Santos, 2002) adotamos o termo aspectos, ao invés, de questão ou problema (*issue*), isso porque em nossa concepção eles não se referem somente a problemas para discussão, mas a qualidades inerentes à atividade científica.

² O termo *literacy* em inglês é traduzido para o Português de Portugal como literacia e para o Português no Brasil pode ser traduzido para alfabetização ou letramento. Conforme discutido em Santos (2007), letramento pode ser entendido como usado nas Ciências Linguísticas e na Educação como prática social da leitura, dessa forma, preferimos adotar aqui essa denominação, apesar de, em geral, ser mais usual a denominação alfabetização científica.

ênfase diferenciada (SANTOS, 2007). Assim, alguns enfatizam o papel social do ensino de ciências na tomada de decisões; outros privilegiam conteúdos específicos destinados à formação de cientistas; enquanto outros destacam a importância da natureza do conhecimento científico, da linguagem científica e da argumentação científica (SANTOS, 2007).

Sendo fora de nosso propósito discutir aqui todas essas adjetivações para o movimento CTS ou até mesmo defendê-lo de críticas como a de Zeidler et al. (2005), no presente artigo apresenta-se o que poderia ser tomado como uma visão humanística de ensino de ciências em uma perspectiva educacional de Paulo Freire, a qual vai além de visões reducionistas do movimento CTS. O argumento central defendido é o de que a justificativa sociológica para a inclusão das abordagens das inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino de ciências deve avançar do foco restrito sobre as discussões de suas implicações sociais para uma abordagem mais radical. Essa engloba na perspectiva freireana uma educação política que busca a transformação do modelo racional de ciência e tecnologia excludente para um modelo voltado para a justiça e igualdade social. Resgatar essas discussões no ensino de ciências possibilita uma recontextualização do movimento CTS.

O movimento CTS

Com o agravamento dos problemas ambientais e diante de discussões sobre a natureza do conhecimento científico e seu papel na sociedade, cresceu no mundo inteiro um movimento que passou a refletir criticamente sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Esse movimento levou a proposição, a partir da década de 1970, de novos currículos de ensino de ciências que buscaram incorporar conteúdos de CTS. Isso ocorreu, sobretudo, em países do chamado Primeiro Mundo, que desenvolveram projetos relevantes nesse campo, dos quais pode-se destacar Inglaterra, EUA, Canadá, Holanda e Austrália (CRUZ e ZYLBERSZTAJN, 2001).

Segundo Aikenhead (1997), o movimento CTS surgiu em um contexto marcado pela crítica ao modelo de desenvolvimento científico e tecnológico. Conforme discute Walks (1990), esse movimento foi defendido por teses anti-tecnocráticas, defendidas por educadores liberais e de esquerda preocupados com questões ambientais e com o temor da guerra nuclear. Fourez (1997) afirma que o movimento CTS não seria contra a tecnologia, mas propriamente contra um modelo particular de desenvolvimento tecnológico.

Bybee (1987) caracteriza a orientação curricular de CTS como pesquisa e desenvolvimento de currículos que contemplem, entre outros: (i) a apresentação de conhecimentos e habilidades

científicos e tecnológicos em um contexto pessoal e social; (ii) a inclusão de conhecimentos e habilidades tecnológicos; (iii) a ampliação dos processos de investigação de modo a incluir a tomada de decisão e (iv) a implementação de projetos de CTS no sistema escolar.

Por sua vez, Hofstein, Aikenhead e Riquarts (1988) caracterizam o ensino de ciências com enfoque em CTS, como aquele cujo conteúdo de ciências é abordado no contexto do seu meio tecnológico e social, no qual os estudantes integram o conhecimento científico com a tecnologia e o mundo social de suas experiências do dia-a-dia. A proposta curricular de CTS corresponderia, portanto, a uma integração entre educação científica, tecnológica e social, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos (López e Cerezo, 1996).

Já segundo Roberts (1991), o currículos de ciências com ênfases em CTS são aqueles que tratam das inter-relações entre explicação científica, planejamento tecnológico e solução de problemas e tomada de decisão sobre temas práticos de importância social. Tais currículos apresentam uma concepção de: (i) ciência como atividade humana que tenta controlar o ambiente e a nós mesmos, e que é intimamente relacionada à tecnologia e às questões sociais; (ii) sociedade que busca desenvolver, no público em geral e também nos cientistas, uma visão operacional sofisticada de como são tomadas decisões sobre problemas sociais relacionados à ciência e tecnologia; (iii) aluno como alguém que seja preparado para tomar decisões inteligentes e que compreenda a base científica da tecnologia e a base prática das decisões; e (iv) professor como aquele que desenvolve o conhecimento e o comprometimento com as inter-relações complexas entre ciência, tecnologia e decisões.

O objetivo central, portanto, do ensino de CTS na educação básica é promover a educação científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões (SOLOMON, 1993; YAGER, 1993; AIKENHEAD, 1994; SANTOS e SCHNETZLER, 1997; SANTOS e MORTIMER, 2000). Deve-se destacar, contudo que o foco de muitas propostas de CTS nem sempre são convergentes.

Dezenas de projetos curriculares foram propostos em diversos países, os quais podem ser classificados segundo Pinheiro et al. (2007) em “três modalidades: introdução de CTS nos conteúdos das disciplinas de ciências (enxerto CTS); a ciência vista por meio de CTS; e CTS puro” (p. 76). Santos e Mortimer (2000) apresentam outra classificação de cursos de CTS desenvolvida por Aikenhead (2004), a qual engloba oito categorias que vão desde a inserção de CTS como

elemento de motivação em currículos de ciências tradicionais até o estudo de questões sociais relativas às inter-relações CTS com menção restrita de conteúdos científicos apenas para estabelecer vinculação científica.

Nesse sentido, pode-se dizer que de o movimento educacional inicial de CTS com forte conotação política-ideológica, conforme apontam Walks (1990) e Fourez (1997), aos poucos se tornou um slogan e foi sendo apropriado por propostas educacionais que se dizem com enfoque CTS, mas que se encontram muito distantes dos reais propósitos daqueles que defendiam a incorporação de CTS no currículo de ciências nos anos de 1970 e 1980.

Auler e Delizoicov (2001) apresentam uma interessante discussão sobre as visões de tecnologia, denominadas por eles *reducionista* e *ampliada*, as quais refletem diferentes concepções de enfoques que podem ser atribuídos às propostas de ensino de CTS. Afirmam esses autores sobre essas visões:

A reducionista, em nossa análise, desconsidera a existência de construções subjacentes à produção do conhecimento científico-tecnológico, tal como aquela que leva a uma concepção de neutralidade da Ciência-Tecnologia. Relacionamos a esta compreensão de neutralidade os denominados mitos: superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, perspectiva salvacionista da Ciência-Tecnologia e o determinismo tecnológico. A perspectiva ampliada [...] busca a compreensão das interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), associando o ensino de conceitos à problematização desses mitos. (AULER e DELIZOICOV, 2001, p. 105).

Conforme Santos (2007) discute sobre concepções de letramento científico, estudos nesse campo, muitas vezes levantam argumentos práticos e utilitaristas do conhecimento científico e tecnológico. Esses argumentos de certa forma também aparecem em algumas propostas de CTS, as quais podem ser tomadas com uma perspectiva reducionista. Por exemplo, Tenreiro-Vieira e Vieira (2005), ao comentarem sobre o quadro da reorganização curricular do ensino básico português, em que segundo esses autores, a perspectiva CTS deverá constituir o eixo integrador e globalizante da organização curricular, assim argumentam sobre a defesa desse enfoque:

(...) Defende-se, ainda, que a literacia científica é um componente importante no mundo do trabalho e, conseqüentemente, no *crescimento econômico* em um quadro de cidadania efetiva e responsável.

Na opinião de alguns autores, como Prieto e outros (2000), a meta da literacia científica entronca diretamente numa orientação do ensino das ciências em torno de contextos (CTS). Isto porque uma orientação CTS para o ensino das ciências ao advogar a aquisição de conhecimentos científicos e o desenvolvimento de capacidades de pensamento e de atitudes a propósito da abordagem de assuntos e problemas em contexto real, isto é, a propósito de problemas sociais que envolvem a ciência e a tecnologia, cria

condições para que tais aprendizagens se tornem *úteis* no dia-a-dia, não numa perspectiva meramente instrumental, mas sim numa perspectiva de ação. (p. 193, grifos nossos).

Aqui foram adotados os argumentos de Millar (1996) econômico e utilitário para o letramento científico. Esses argumentos podem reforçar o modelo reducionista de visão de tecnologia, na medida em que, pode ser entendido que ele reproduz a idéia de que a tecnologia sempre acarreta desenvolvimento econômico ou é útil para a sociedade. Entendemos que pensar em uma educação científica crítica significa fazer uma abordagem com a perspectiva de questionar os modelos e valores de desenvolvimento científico e tecnológico em nossa sociedade. Isso significa não aceitar a tecnologia como conhecimento superior, cujas decisões são restritas aos tecnocratas. Ao contrário, o que se espera é que o cidadão letrado possa participar das decisões democráticas sobre ciência e tecnologia, que questione a ideologia dominante do desenvolvimento tecnológico. Não se trata de simplesmente preparar o cidadão para saber lidar com essa ou aquela ferramenta tecnológica ou desenvolver no aluno representações que o preparem a absorver novas tecnologias. Quando essas percepções não são claramente explicitadas nos cursos com enfoque CTS, pode-se dizer que eles podem gerar uma concepção ingênua da visão de ciência.

Nesse sentido, com o propósito de resgatar a visão inicial mais radical do movimento de CTS no ensino de ciências é que recupera-se aqui a concepção educacional de Paulo Freire a qual contribui para a construção de uma proposta de ensino de CTS humanística.

A concepção humanística de educação de Paulo Freire

Para Paulo Freire (1970), educação é sempre um processo humano; portanto, ela é fundamentada na transmissão ou na geração de valores. Para ele, não existe educação fora da sociedade humana, sendo assim sua proposta é essencialmente uma pedagogia humanística voltada para as condições humanas, que deve considerar o mundo no qual homens e mulheres estão inseridos.

A sua proposta foi de uma educação revolucionária de acordo com o contexto histórico da sociedade brasileira, em sua época, caracterizada pela opressão. Segundo ele, essa sociedade estava em transição e tinha todas as características de uma sociedade fechada em um contexto cultural de alienação. Para essa sociedade, era necessário um processo educacional como prática da liberdade que tivesse como meta a mudança do contexto de alienação gerado pela opressão.

Desenvolvendo uma teoria da ação dialógica, Freire (1970) discute que, enquanto no processo de dominação o sujeito, o eu, transforma o outro, o tu, em um mero isto, no processo

dialógico tem-se uma dialética onde um não anula o outro, mas um se transforma no outro. Na medida em que um considera o outro, ele incorpora o outro e, assim “esse *tu* que o constitui se constitui, por sua vez, como *eu*, ao ter no seu *eu* um *tu*. Desta forma, o eu e o tu passam a ser, na dialética dessas relações constitutivas, dois *tu* que se fazem dois *eu*” (FREIRE, 1987, p. 96, grifos do autor).

A educação dialógica possibilita a liberação do oprimido, enquanto a educação que Paulo Freire denominou de “bancária”, é a educação dos opressores que mantém o processo de opressão. Disse Paulo Freire:

Em lugar de comunicar-se, o educador faz “comunicados” e depósitos que os educandos, meras incidências, recebem pacientemente, memorizam e repetem. Eis aí a concepção “bancária” da educação, em que a única margem de ação que se oferece aos educandos é de receberem os depósitos, guardá-los e arquivá-los. Margem para serem colecionadores ou fichadores das coisas que arquivam. No fundo, porém, os grandes arquivados são os homens, nesta (na melhor das hipóteses) equivocada concepção “bancária” da educação. Arquivados, porque, fora da busca, fora da práxis, os homens não podem ser. Educador e educandos se arquivam na medida em que, nesta distorcida visão da educação, não há criatividade, não há transformação, não há saber. Só existe saber na invenção, na reinvenção, na busca inquieta, impaciente, permanente, que os homens fazem no mundo, com o mundo e com os outros. (FREIRE, 1987, p. 33).

De acordo com a teoria de ação dialógica de Paulo Freire, enquanto no processo de dominação o sujeito conquista a outra pessoa e a transforma em “coisa”, no processo dialógico, a característica central é o fato de que uma pessoa não anula a outra. No processo dialógico, os sujeitos encontram-se em cooperação para transformar o mundo. Seria a práxis dialógica que permitiria o desvelamento, pelos oprimidos, da sua situação de opressão. Afirmou Paulo Freire:

A educação libertadora, problematizadora, já não pode ser o ato de depositar, ou de narrar, ou de transferir, ou de transmitir “conhecimentos” e valores aos educandos, meros pacientes, à maneira da educação “bancária”, mas um ato cognoscente. Como situação gnosiológica, em que o objeto cognoscível, em lugar de ser o término do ato cognoscente de um sujeito, é o mediatizador de sujeitos cognoscentes, educador, de um lado, educandos de outro, a educação problematizadora coloca, desde logo, a exigência da superação da contradição educador-educandos. Sem esta não é possível a relação dialógica, indispensável à cognoscibilidade dos sujeitos cognoscentes, em torno do mesmo objeto cognoscível. (FREIRE, 1987, p. 39).

Essa é a fundamentação de sua proposta de educação para a liberdade. Para ele, não há como conscientizar sem a dialética inerente a todo processo que implica diálogo entre as pessoas. É só por meio dela que homens e mulheres se humanizam, que fazem da palavra não a palavra do

outro, mas a sua própria palavra, capaz de dizer-se, de se pensar no mundo. Para ele, palavra não é mero pensamento expresso, é práxis, ação transformadora no mundo e do mundo. Diálogo não é o que impõe, o que maneja, mas o que desvela a realidade. Daí a importância da problematização.

Quanto mais se problematizam os educandos, como seres no mundo e com o mundo, tanto mais se sentirão desafiados. Tão mais desafiados, quanto mais obrigados a responder ao desafio. Desafiados compreendem o desafio na própria ação de captá-lo. Mas, precisamente porque captam o desafio como um problema em suas conexões com outros, num plano de totalidade e não como algo petrificado, a compreensão resultante tende a tornar-se crescentemente crítica, por isto, cada vez mais desalienada. (FREIRE, 1987, p. 40).

Para Freire (1970), problematizar é exercer uma análise crítica sobre a realidade problema. Para que isso ocorra, os sujeitos precisam voltar-se dialogicamente para a realidade mediatizadora, a fim de transformá-la. Esse processo não se dá por imposição, como é feito na educação “bancária”. Ele se dá por meio da colaboração e da comunhão de idéias, que para Freire implica um processo de fé nos homens, de confiança mútua, que se instaura a partir de uma ação com amor, humildade e solidariedade (FREIRE, 1970).

Segundo Freire (1970), a educação deveria ir muito além da repetição, se constituindo em um instrumento de libertação, de superação das condições sociais vigentes. Como afirmava: “Ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo” (FREIRE, 1987, p. 68). Essa mediatização ocorre por meio de uma educação problematizadora, de caráter reflexivo, de desvelamento da realidade, na qual o diálogo começaria a partir da reflexão das contradições básicas da situação existencial. É nessa reflexão que o diálogo permite a educação para a prática da liberdade.

A sua proposta é uma nova forma de práxis educativa, que em vez de reproduzir o mundo vai transformá-lo. As palavras geradoras, repletas de sentido para os educandos, são instrumentos de repensar o mundo. Nesse sentido, a sua proposta é de uma educação para a conscientização, que vai além do ato de ensinar a ler e a escrever. O educando usaria a leitura e a escrita para desencadear um processo social de transformação de sua realidade.

Podemos considerar a educação de ciências que se faz na maioria das escolas com memorização de termos científicos, sistemas classificatórios e algoritmos como sendo uma educação bancária na concepção freireana. Essa educação neutra, não problematizadora, carrega consigo valores dominantes da tecnologia que têm submetido os interesses humanos àqueles puramente de mercado. Essa educação acaba sendo opressora, na medida em que reproduz um

valor de ciência como um bem em si mesmo a ser consumido e aceito sem questionamentos.

Paulo Freire e o ensino de CTS: congruências e divergências

O Prof. Luiz Carlos de Menezes relata que na década de 1970 constituiu um grupo de professores de Física na Universidade de São Paulo (USP) que discutiu uma metodologia de inspiração freireana para tentar transformar o ensino escolar dessa disciplina, tradicionalmente formal e propedêutico (MENEZES, s/d). Desse grupo foram derivados vários trabalhos segundo relata o Prof. Luiz Carlos. Os Profs. Demétrio Delizoicov e José André Angotti desenvolveram uma proposta de ensino de ciências para a escola elementar em Guiné-Bissau. Já as Profas. Maria Pernambuco e Cristina Dal Pian desenvolveram projeto de educação comunitária em torno da problemática nordestina da água e da seca, na periferia de Natal-RN. Foi ainda desse grupo que se deu início a constituição do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF). Segundo Menezes (s/d), os materiais produzidos pelo GREF incorporaram procedimentos que refletem a vivência e a condição sociocultural dos educandos, orientando os professores a apreenderem a realidade deles e a preparar-se para uma efetiva interlocução.

Não só esse grupo de professores de Física da USP buscou incorporar idéias freireanas no ensino de ciências, pois na verdade, Freire sempre está presente no referencial teórico de muitas pesquisas nessa área de pesquisa. Nesse sentido, no presente artigo, são resgatadas idéias de Freire na perspectiva de apontar um olhar crítico sobre visões reducionistas do enfoque CTS no ensino de ciências.

O trabalho de Freire (1970) foi centrado na reflexão sobre o processo de opressão que caracteriza a sociedade capitalista. Com uma visão marxista, Freire (1970) propunha uma educação libertadora em que o educando pudesse tomar consciência da sua situação existencial e pudesse agir sobre ela para transformá-la em direção à construção de uma sociedade mais justa e igualitária.

Nesse sentido, um dos focos de CTS com perspectiva freireana seria o processo de dominação do atual sistema tecnológico que impõe valores culturais e oferece riscos para a vida humana (SANTOS e MORTIMER, 2002). No caso do Brasil e dos países do chamado Terceiro Mundo, ele é caracterizado por um processo de exclusão social em que apenas uma parcela da população usufrui seus benefícios, enquanto a maioria fica na marginalidade. Na perspectiva global, ele é caracterizado pela divisão desigual do trabalho, do lucro e da exploração ambiental. Enquanto aos países pobres são destinados serviços produtivos de extração de matéria-prima em

que muitas vezes há exploração de mão-de-obra e de recursos naturais; aos países ricos concedem-se condições favoráveis para o acúmulo de bens de serviços e do lucro do controle da alta tecnologia e do capital sob a custa dos marginalizados e excluídos.

Tendo o movimento CTS surgido no contexto de países do Primeiro Mundo, a perspectiva desse movimento acabou se restringindo ao contexto daqueles países. As questões centrais discutidas nas propostas curriculares com enfoque CTS nesse movimento centravam-se muito mais nos impactos tecnológicos na sociedade e, sobretudo, em suas conseqüências ambientais, razão pela qual, muitos também adotam a sigla CTSA, que acrescenta o ambiente como mais um foco de análise nas inter-relações da tríade CTS.

Certamente, ao se pensar em uma proposta CTS na perspectiva freireana, deve-se ampliar o olhar desses pontos para os que caracterizam o processo de globalização atual que vem aumentando o fosso da diferença entre pobres e ricos, ou seja, que vem reforçando um processo de opressão. Nesse contexto, um outro foco em uma proposta CTS freireana poderia ser a discussão, por exemplo, de aspectos quanto à exclusão tecnológica.

Auler (2003) já discutia a necessidade dessa ampliação no movimento CTS, incorporando a perspectiva de Paulo Freire. Assim, afirmou Auler (2003):

Neste sentido, assume-se que a ACT deve propiciar uma leitura crítica do mundo contemporâneo, cuja dinâmica está crescentemente relacionada ao desenvolvimento científico-tecnológico, potencializando para uma ação no sentido de sua transformação. O encaminhamento político-pedagógico deste pressuposto está alicerçado na aproximação de dois referenciais imbuídos da democratização dos processos decisórios. Assim, de um lado, tem-se o denominado movimento CTS. De outro, a concepção educacional de Paulo Freire (1987, 1992). O movimento CTS, emergente por volta de 1960-1970, em alguns contextos específicos, postula, dentre outras coisas, a superação do modelo de decisões tecnocráticas relativamente a temas sociais que envolvem CT. Freire, por sua vez, enfatiza a necessidade da superação da “cultura do silêncio” para a constituição de uma sociedade mais democrática. (AULER, 2003, p. 2).

Enquanto o movimento CTS foi defendido inicialmente por educadores de esquerda, nos parece que naquela época de alguma forma os seus propósitos muitas vezes incorporaram a dimensão política considerada por Freire em busca do ideal de justiça e igualdade social. O enfoque nesse sentido de questionar valores dominantes reproduzidos no ensino de ciências tem sido defendido não só por autores vinculados ao movimento CTS, como em trabalhos, nem sempre identificados como CTS.

Cross (1995) aponta que concepções de letramento científico, como a que considera a neutralidade científica, têm contribuído para reproduzir a estrutural social dominante. Aikenhead

(1996, 1997, 2000) chama atenção para o fato de que o modelo dominante de ensino de ciências acaba por reproduzir um modelo de monocultura de ciência ocidental dominada pelas elites, que privilegia uma classe política e social e que cria, implicitamente, uma agenda de *status quo*. Estudos no campo de educação científica urbana (BARTON e TOBIN, 2001, BARTON et al., 2003; ROTH e BARTON, 2004; ELMESKY e TOBIN, 2005) têm focado no contexto educacional específico de comunidades excluídas residentes em periferias de grandes aglomerados urbanos. Considerando que essas comunidades vivem em um contexto de pobreza fruto do modelo desigual das ocupações urbanas, o princípio educacional defendido nesse campo está na busca de um ideal de justiça social e o referencial teórico adotado tem se baseado em autores da pedagogia crítica, como Paulo Freire. Finalmente, Roth e Désautels (2002), no livro “Ensino de ciências como/para ação sociopolítica”, apresentam uma coletânea de artigos que discutem como o ensino de ciências pode engajar estudantes na solução de problemas sociais, envolvendo-os em debates de questões políticas, ideológicas e éticas.

Todos esses autores estão de certa maneira reconhecendo uma perspectiva política no ensino de ciências e propondo um ensino que produza ações que venham a transformar o contexto sociopolítico do mundo moderno. Essas concepções se enquadram no que pode ser chamado como uma visão humanística de ensino de CTS em uma perspectiva freireana.

É nesse sentido, que Teixeira (2003) defende a conjugação de idéias propostas pelo movimento CTS e idéias defendidas por correntes progressistas em educação, alinhadas no pensamento de educadores, como, dentre outros, a de Paulo Freire. Para Teixeira (2003) as reflexões estabelecidas pela pedagogia crítica, poderiam ser incorporadas às idéias do enfoque CTS.

Conforme Santos e Mortimer (2002) já apontaram, deve-se destacar, contudo, que a visão de CTS que muitas vezes vêm sendo veiculada na literatura ou interpretada pelos professores longe está da visão ampliada defendida por Auler e Delizoicov (2001). Não se trata de considerar todo o movimento de CTS como sendo reducionista ou com uma visão ingênua, mas de se analisar criticamente o que está por de trás do discurso que se veicula sobre CTS. Em, outras palavras, trata-se de se questionar sobre a que concepção de CTS que se está propondo.

Uma proposta de CTS em sua acepção original significava fazer uma abordagem temática e nesse ponto pode-se identificar uma intersecção com a proposta freireana (DELIZOICOV et al., 2002). Na proposta de educação libertadora de Paulo Freire, a conscientização do indivíduo ocorre por meio do diálogo mediado pelas suas condições de existência. Isso seria feito por meio de

“temas geradores”, os quais organizam o conteúdo programático. Como afirmou Freire (1987), “será a partir da situação presente, existencial, concreta, refletindo o conjunto de aspirações do povo, que poderemos organizar o conteúdo programático da educação ou da ação política, acrescentemos” (p. 49).

De acordo com Freire (1970), a importância dos temas está no fato deles permitirem o estabelecimento de relações de homens e mulheres com o mundo. Nesse sentido, é fundamental que a temática esteja vinculada às questões próximas à vida do aluno, pois a condição para a educação libertadora é a problematização das questões existenciais do educando. A sua proposta de alfabetização³ é identificada por uma dinâmica, em que uma das etapas do processo é constituída pela criação de situações existenciais típicas do grupo com quem se vai trabalhar.

Estas situações funcionam como desafios aos grupos. São situações-problemas, codificadas, guardando em si elementos que serão decodificados pelos grupos, com a colaboração do coordenador. O debate em torno delas irá, como o que se faz com as que nos dão o conceito antropológico de cultura, levando os grupos a se conscientizarem para que concomitantemente se alfabetizem.

São situações locais que abrem perspectivas, porém, para análise de problemas nacionais e regionais. Nelas vão se colocando os vocábulos geradores, na gradação já referida, de suas dificuldades fonéticas. (FREIRE, 1967, p. 114).

O que se percebe na proposição de Freire (1970) é o foco que ele atribui para os temas. Para ele, os temas são fontes de conscientização para a transformação do contexto de exploração em uma perspectiva libertadora. Enquanto Freire (1970) se concentra em uma visão humanística para as condições existenciais; CTS, na sua visão clássica, está centrado nas questões ambientais e no desenvolvimento de habilidades para a argumentação e a participação. O foco do trabalho de Freire está no HOMEM. Para ele, os temas geradores devem ter sua origem na situação presente, existencial, concreta dos educandos, refletindo as suas aspirações. Assim, na sua concepção, o tema se origina nas relações de homens e mulheres com o mundo. Freire (1970) destacou em sua proposta educativa a libertação da condição de exploração humana e a transformação de uma sociedade marcada pela opressão para uma sociedade igualitária. A sua proposta dialógica buscava estabelecer relações de igualdade, em que um não explora o outro, mas ambos se fazem humanos, na co-constituição de visões de mundo. Esse é o foco que uma proposta de CTS poderia convergir

³ Embora alfabetização pode ser entendida no significado de letramento, empregamos o termo alfabetização por ter sido esse o usado por Paulo Freire.

e que não aparece explicitamente na literatura da área.

A identificação de um tema social em CTS segue critérios que até podem se aproximar de uma concepção freireana, mas não necessariamente. RAMSEY (1993) apresenta três critérios para identificar um tema social relativo à ciência: (1) se é de fato um problema de natureza controvertida, ou seja, se existem opiniões diferentes a seu respeito; (2) se o tema tem significado social; e (3) se o tema, em alguma dimensão, é relativo à ciência e à tecnologia. Vários autores apontam ser fundamental que os temas sejam vinculados a problemas da vida real dos estudantes para propiciar o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão (ZOLLER, 1982; SOLOMON, 1988; RUBBA, 1991; RAMSEY, 1993; MURPHY e McCORMICK, 1997).

Ramsey (1993) defende que para um tema propiciar uma discussão que gere um compromisso social é importante que ele tenha um significado real para o aluno. Ele critica a adoção de temas vinculados ao conteúdo que fazem uma simulação de questões que estão distantes da vida dos estudantes. É a partir da discussão de temas reais e da tentativa de delinear soluções para os mesmos que os alunos podem se envolver de forma significativa e assumir um compromisso social. Murphy e McCormick (1997), assim como Ramsey (1993), consideram que o tema, além de ter vinculação com a vida do aluno, deve ser de fato um dilema. Ou seja, deve possibilitar opiniões diferentes na discussão das várias alternativas de solução.

Rubba (1991) acha que os próprios estudantes deveriam escolher os temas. Ele constatou que os alunos aprendem habilidades para investigar assuntos quando eles as aplicam na discussão do próprio tema. São os temas vinculados à vida dos alunos que possibilitam a prática de habilidades básicas para a tomada de decisão (RUBBA, 1991; RAMSEY, 1993). Essas habilidades são, por exemplo, a realização de pesquisas em bibliotecas, o levantamento de dados e informações confiáveis em agências governamentais ou privadas, a aplicação de questionários e entrevistas para coletar dados da sua comunidade etc.

Ocorre que em todas essas proposições o foco sempre está em preparar o aluno de uma forma racional a tomar decisões práticas relativas à tecnologia. O contexto da vida real parece muito mais como “pano de fundo” ou para aumentar o engajamento emocional dos alunos. Ocorre que para Paulo Freire a relação com situações de vivência do aluno tem uma conotação epistemológica muito mais forte no sentido de se relacionar ao verdadeiro sentido do conhecimento como ferramenta cultural para transformação do mundo.

Pensar na função de relevância social pode ser um pensar humanístico, quando o comprometimento social que se pretende é com valores humanos. Mas esse pensar pode ser

centrado muito mais em valores de mercado gerados pela sociedade tecnológica do que em valores essencialmente humanos. Nessa perspectiva, tem-se visto propostas que são apresentadas com o objetivo de relevância social, mas que na verdade são centradas na preparação dos indivíduos para o uso adequado de artefatos tecnológicos de forma a usufruir melhor de seus recursos. Já outras propostas de CTS enfatizam um modelo de tomada de decisão tecnocrática em relação a custos e benefícios, as quais enfatizam muito mais passos racionais na tomada de decisão do que desenvolvimento de valores para ação responsável que seria requerido em uma perspectiva humanística na visão freireana (SANTOS e MORTIMER, 2001).

Essas propostas podem até ser consideradas como de relevância social, pelo fato de preparar os cidadãos ao manejo cada vez mais especializado da tecnologia e de os preparar para adotar uma posição de consumidores exigentes que passam a ter uma seleção refinada sobre o que e como consumir. Mas, essa educação tecnológica, porém, pode ser alienante e determinista. Com a finalidade de produzir um novo consumidor, o consumidor do novo milênio que preserve o ambiente para que a sociedade possa prosseguir no seu afã de exploração e dominação, mantêm-se o modelo consumista de desenvolvimento econômico. Esse, de certa forma, tem sido o lema do desenvolvimento sustentável, que encobre os interesses humanos, pela lógica desenvolvimentista (BOFF, 1995; GADOTTI, 2000). Aqui, o que está em jogo é a busca de uma nova saída para o desenvolvimento tecnológico. O novo contexto produtivo passou a requerer uma população letrada que pudesse dar suporte ao sistema já estabelecido e assim o letramento científico e tecnológico pode ser visto como uma força de manutenção do *status quo*, como uma alternativa para a manutenção do poder estabelecido.

Ao pensar em uma proposta de CTS na perspectiva humanística freireana, busca-se uma educação que não se restrinja ao uso e não uso de aparatos tecnológicos ou ao seu bom e mau uso. Além disso, propõe-se uma educação capaz de pensar nas possibilidades humanas e nos seus valores, em fim em uma educação centrada na condição existencial. Isso significa levar em conta a situação de opressão em que vivemos, a qual é marcada por um desenvolvimento em que valores da dominação, do poder, da exploração estão acima das condições humanas.

Nesse sentido, uma educação com enfoque CTS na perspectiva freireana buscaria incorporar ao currículo discussões de valores e reflexões críticas que possibilitem desvelar a condição humana. Não se trata de uma educação contra o uso da tecnologia e nem uma educação para o uso, mas uma educação em que os alunos possam refletir sobre a sua condição no mundo frente aos desafios postos pela ciência e tecnologia.

Marcar a diferenciação entre uma visão de CTS com enfoque freireano é fundamental, para diferenciar posições, que muitas vezes ingenuamente se apresentam com o argumento da relevância social para esconder o seu discurso de manutenção do *status quo*, do processo de opressão que marca o mundo globalizante de nossos tempos.

Demétrio Delizoicov desenvolveu e coordenou em parceria com André Angotti um projeto de ensino de ciências na perspectiva freireana destinado a 5ª e 6ª séries do ensino fundamental da Guiné-Bissau nos anos de 1979 a 1981, tendo o primeiro coordenado a implantação do projeto da 5ª série e o segundo o da 6ª série (DELIZOICOV, 1982, 1991). O projeto adotou a proposta de seleção temática de Freire que depois veio a se constituir em uma proposta de organização curricular de ensino de Física e de ciências que foi aplicada em outros projetos no Brasil (PERNAMBUCO, 1981) e que tem sido recomendado por Angotti e Delizoicov (1991) e Delizoicov et al. (2002).

Um dos temas abordados no projeto desenvolvido na Guiné-Bissau foi “Agricultura”, a partir do qual se originou outros temas: “A água na agricultura”, “Os instrumentos agrícolas” e “O solo”. O estudo desses temas na perspectiva freireana buscou valorizar o conhecimento da comunidade local e refletir sobre questões existenciais dessa comunidade. Assim, por exemplo, na discussão do tema “Os instrumentos agrícolas” os estudantes perceberam como que o fato de os meios de produção da comunidade tradicional africana permanecerem no estágio manual, não significava que não se havia produzido conhecimento. Mais do que desenvolver uma discussão sobre como novas tecnologias poderia substituir a tecnologia manual do local, em um modelo de imposição tecnológica que pode estar embutido em uma proposta de CTS, as discussões desenvolvidas por Delizoicov avançaram na compreensão do processo de exploração a que os africanos foram submetidos pelos europeus. Assim Delizoicov (1991) introduziu questões como a de ainda naquela época para algumas etnias da Guiné a idéia de acumulação ser inexistente. A partir dessa idéia, Delizoicov (1991) levantou um debate com seus estudantes:

Poderia isto ser um dos fatores determinantes do processo ocorrido na África no que diz respeito à diferença nos modos de “produção-aplicação do conhecimento”? Ou então, até que ponto a escravidão e suas conseqüências sócio-econômicas e culturais, a partir do século XV, teriam influenciado neste processo? (p. 191).

A partir dos temas, Delizoicov (1991) foi introduzindo conteúdos de Física como o estudo da alavanca, da roldana, máquina etc. A introdução de cada um desses conceitos era decodificada com discussões temáticas da comunidade como o uso da bicicleta como meio de transporte na

comunidade, ou uso de roldanas na instalação de poços.

Delizoicov et al. (2002) passaram a desenvolver esse modelo curricular que ficou organizado em três momentos pedagógicos: estudo da realidade, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. A partir desses temas são formuladas questões geradoras, de modo que a busca de suas respostas remeta à compreensão dos fenômenos estudados e a reflexão sobre o contexto de vida dos educandos.

Outro modelo curricular que se aplicaria nessa perspectiva poderia ser o de adoção de temas, a partir dos quais emergiriam ASC que propiciassem discussões de questões existenciais. Santos (2002) desenvolveu estudos de casos de professores que introduziram ASC em aulas de Química e constatou que apesar de professores não selecionarem a temática geradora a partir da vivência dos alunos, a abordagem dela pôde tomar uma perspectiva freireana. Isso ocorreu na medida em que o professor a recontextualizou aproximando-a de situações de vivência dos alunos e mantendo uma abordagem comunicativa que incorporou o discurso dos alunos nos debates em sala de aula.

Essa abordagem vem sendo adotada na utilização de materiais didáticos produzidos pelo Projeto de Ensino Química e Sociedade (Pequis), conforme relataram Santos et al. (2004). Nos materiais didáticos produzidos pelo Pequis, a todo conteúdo programático foi associado um tema social que é explorado por meio de diversos textos entremeados aos tópicos conceituais. Os textos temáticos são abordados em seções denominadas “tema em foco”, ao final das quais são colocadas questões para discussão que exploram ASC que são debatidas com a perspectiva de ampliar a visão de CTS, incorporando questões relativas à vivência do aluno sobre a sua situação existencial, a igualdade social, o modelo de desenvolvimento econômico e a distribuição de renda etc.

Essas questões exploram valores e atitudes na perspectiva de os alunos compreenderem o mundo tecnológico em que estão inseridos e poderem transformá-lo com base em valores humanos. Nesse modelo curricular desenvolvido por Santos et al. (2004), a mediação das questões relativas à ciência e tecnologia é desenvolvida a partir de aspectos ASC, ou seja, de questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais relativas à ciência e tecnologia que estão presentes nos temas sociais abordados no material didático.

Por exemplo, no estudo sobre princípios envolvidos no processo de tratamento de resíduos sólidos urbanos, além da discussão conceitual de substâncias, materiais e suas propriedades (base conceitual mínima para o entendimento de tais processos) uma série de ASC relativos às condições existenciais humanas é discutida com os alunos. Não se trata de apenas acrescentar ao currículo a

discussão técnica sobre o melhor sistema de tratamento de lixo urbano, para que os cidadãos possam discutir junto à administração de sua cidade o tratamento adequado do lixo que produzem. No projeto Pequis são incorporadas questões como: Quem produz mais lixo? Por que uns vivem no e do lixo? Por que produzimos uma grande quantidade de lixo? O lixo é uma necessidade humana ou uma necessidade produzida pela sociedade tecnológica atual? O que podemos fazer enquanto cidadãos para que os efeitos do lixo não sejam agravados? Qual o nosso papel social na busca de uma sociedade igualitária em que seres humanos não vivam como animais desprovidos da condição humana, explorados pelos dejetos daqueles que têm acesso ao que são negados a muitos outros?

Pode-se dizer que é a natureza das questões de ASC que vai caracterizar a perspectiva freireana da visão de CTS. Elas se tornam ampliadas, na medida em que envolvem o contexto de opressão, de exploração, de desigualdade que caracteriza o mundo científico e tecnológico globalizado atual.

Obviamente, essa abordagem de ASC em uma perspectiva freireana humanística envolve a compreensão de processos científicos. Não ocorre letramento científico somente a partir de discussões de valores. Do mesmo modo, não é suficiente apenas o estudo de processos científicos sem uma compreensão mais ampla de aspectos sociais a eles relacionados.

Considerações finais

A tecnologia está melhorando as condições de vida das pessoas, reduzindo a taxa de mortalidade, aumentando a qualidade e a expectativa de vida e reduzindo a distância entre as pessoas pelo uso de novas tecnologias de comunicação. Todavia, a sociedade moderna continua ainda marcada pela divisão entre ricos e pobres. Dois terços da população mundial estão desprovidos das necessidades humanas básicas como saúde, educação e moradia.

A racionalidade do sistema tecnológico tem sido determinada pela lógica da maximização do lucro e a minimização dos custos. Essa lógica mantém a prioridade do capital sobre valores humanos. Os benefícios criados pela tecnologia nem sempre têm liberado as pessoas do trabalho desgastante e repetitivo e tem sido desenvolvido muitas vezes sob péssimas condições de trabalho. A globalização econômica tem aumentado a diferença entre pobres e ricos. Todo esse contexto é marcado por um processo opressivo de exploração humana.

Ampliar a abordagem CTS para uma perspectiva humanística freireana significa resgatar a agenda política do movimento CTS. Como Paulo Freire sempre repetiu, a educação não pode ser

neutra, pois a aprendizagem não ocorre no vácuo (FREIRE, 1970, 1992, 1993). De fato aqueles que acreditam que o professor tem de ser apolítico estão ingenuamente defendendo a ideologia dominante imposta pelos sistemas tecnológicos.

Essa posição política exige o comprometimento político do professor com a mudança social, tomando em conta o contexto de desigualdade presente no processo de globalização atual e buscando construir uma sociedade mais igualitária e justa (FREIRE, 1970, 1996). Para Freire isso exige um compromisso ético com os oprimidos. Para isso o professor deve desenvolver uma postura dialógica em suas aulas, promovendo debates em que o aluno possa tomar parte com suas próprias idéias.

Nesse sentido, o papel do professor não está em revelar a realidade dos educandos, mas de ajudá-los a desvendar a realidade por si só. Isso seria por meio de um processo de decodificação do mundo como denominou Freire (1970). Dessa forma, o papel do professor não é impor valores ou dar a solução para os problemas sociocientíficos, mas de ajudar o educando a compreender diferentes valores e alternativas para selecionar por si mesmo o caminho possível a percorrer (FREIRE, 1992).

Como Paulo Freire (1992) disse:

E não se diga que, se sou professor de biologia, não posso me alongar em considerações outras, que devo *apenas* ensinar biologia, como se o fenômeno vital pudesse ser compreendido fora da trama histórico-social, cultural e política. Como se a vida, a pura vida, pudesse ser vivida de maneira igual em todas as suas dimensões na favela, no cortiço ou numa zona feliz dos “Jardins” de São Paulo. Se sou professor de biologia, obviamente, devo ensinar biologia, mas ao fazê-lo, não posso seccioná-la daquela trama. (p. 78-79, grifo do autor).

Referências

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

_____. Science education: Border crossing into the subculture of science. *Studies in Science Education*, v. 27, p. 1-52, 1996.

_____. STL and STS: common ground or divergent scenarios? In: JENKINS, Edgar (Ed.). *Innovations in science and technology education*, vol. VI. Paris: UNESCO Publishing, 1997. p. 77-93.

_____. Towards a first nations cross-cultural science and technology curriculum. *Science Education*, v. 81, p. 217-238, 1997.

_____. Renegotiating the culture of school science. In: Millar, R.; Leach, J.; Osborne J. (Eds.). *Improving science education: the contribution of research*. Buckingham & Philadelphia: Open University Press, 2000. p. 245-264.

_____. *Science education for everyday life: evidence-based practice*. New York: Teachers College Press, 2006.

AMARAL, I. A. do. Educação Ambiental e o ensino de Ciências: uma história de controvérsias. *Pro-Posições*, v. 12, n. 1(34), p. 73-93, mar. 2001.

AMORIM, A. C. O. *Ensino de Biologia e as Relações entre Ciência/Tecnologia/Sociedade: o que dizem os professores e o currículo do Ensino Médio?* Dissertação de Mestrado em Educação – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

ANGOTTI, J. A.; DELIZOICOV, D. *Física*. São Paulo: Cortez, 1991.

AULER, D. *Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de ciências*. Tese de Doutorado em Educação – Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

_____. Alfabetização científico-tecnológica: um novo “paradigma”? *Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, v. 5, n. 1, p. 1-16, mar. 2003. Disponível em: <<http://www.fae.ufmg.br/ensaio>> Último acesso em 01 out. 2007.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? *Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, v. 3, n. 1, p. 105-115, 2001.

BARTON, A. C.; ERMER, J. L.; BURKETT, T. A.; OSBORNE, M. D. *Teaching science for social justice*. New York: Teachers College Press, 2003.

BARTON, A. C.; TOBIN, K. Urban science education. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 38, n. 8, p. 843-846, 2001.

BAZZO, W. A. *Ciência, tecnologia e sociedade e o contexto da educação tecnológica*. Florianópolis: Editora da UFSC, 1998.

BOFF, L. *Ecologia: grito da terra, grito dos pobres*. São Paulo: Editora Ática, 1995.

BYBEE, R. W. Science education and the science-technology-society (STS) theme. *Science Education*, v. 71, n. 5, p.667-683, 1987.

CROSS, R. Conceptions of scientific literacy: Reactionaries in ascendancy in the State of Victoria. *Research in Science Education*, v. 25, n. 2, p. 151-162, 1995.

CRUZ, S. M. S. C. S. *Aprendizagem centrada em eventos: uma experiência com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade no Ensino Fundamental*. Tese de Doutorado em Educação – Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

CRUZ, S. M. S. C.; ZYLBERSZTAJN, A. O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos. In: PIETROCOLA, M. (Org.). *Ensino de Física: conteúdo e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001. p. 171-196.

DELIZOICOV, D. *Concepção problematizadora para o ensino de ciências na educação formal*. São Paulo. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências – Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

_____. *Conhecimento, tensões e transições*. São Paulo. Tese de Doutorado em Educação – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2002.

ELMESKY, R.; TOBIN, K. Expanding our understandings of urban science education by expanding the roles of students as researchers. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 42, n. 7, p. 807-828, 2005.

FOUREZ, G. Science teaching and the STL movement: A socio-historical view. In: E. Jenkins (Ed.). *Innovations in science and technology education*, vol. VI). Paris: Unesco publishing, 1997. p. 43-57.

FREIRE, P. *Educação como prática da liberdade*. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1967.

_____. *Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970.

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

_____. *Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

_____. *Política e educação*. São Paulo: Cortez, 1993

_____. *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GADOTTI, M. *Pedagogia da terra*. São Paulo: Petrópolis, 2000.

HOFSTEIN, A.; AIKENHEAD, G.; RIQUARTS, K. Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. *International Journal of Science Education*, v. 10, n. 4, p.357-366, 1988.

KOEPSEL, R. *CTS no Ensino Médio: aproximando a escola da sociedade*. Dissertação de Mestrado em Educação – Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

KRASILCHIK, M. Inovação no ensino das ciências. In: GARCIA, W. E. (Org.). *Inovação educacional no Brasil: problemas e perspectivas*. São Paulo: Cortez; Campinas: Autores Associados, 1980. p.164-180.

_____. *O professor e o currículo das ciências*. São Paulo: EDUSP, 1987.

LÓPEZ, J. L. L.; CERESO, J. A. L. Educación CTS en acción: enseñanza secundaria y universidad. In: GARCÍA, M. I. G.; CERESO, J. A. L.; LÓPEZ, J. L. L. *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Editorial Tecnos, 1996. p. 225-252.

MENEZES, L. C. de. Paulo Freire e os físicos. In: *Obra de Paulo Freire*. São Paulo: Instituto Paulo Freire. Disponível em: <<http://www.paulofreire.org>> Último acesso em 01 out. 2007.

MERRYFIELD, M. M. Science-technology-society and global perspectives. *Theory into Practice*, v. 30, n. 4, p. 288-293, 1991.

MILLAR, Robin. Towards a science curriculum for public understanding. *School Science Review*, v. 77, n. 280, p. 7-18, 1996.

MURPHY, P.; McCORMICK, R. Problem solving in science and technology education. *Research in Science Education*, v. 27, n. 3, p. 461-481, 1997.

NEWTON, P.; DRIVER, R.; OSBORNE, J. The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, v. 21, n. 5, p. 553-576, 1999.

PERNAMBUCO, M. M. C. A. *Ensino de ciências a partir de problemas da comunidade*. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências – Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1981.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 1, p. 71-74, 2007.

RAMSEY, J. The science education reform movement: implications for social responsibility. *Science Education*, v. 77, n. 2, p. 235-258, 1993.

RATCLIFFE, M.; GRACE, M. *Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues*. Maidenhead: Open University Press, 2003.

ROBERTS, D. A. What counts as science education? In: FENSHAM, Peter J. (Ed.). *Development and dilemmas in science education*. Barcombe: The Falmer Press, 1991. p. 27-55.

ROTH, W.-M.; DÉSAUTELS, J. (Eds.). *Science education as/for socio-political action*. New York: Peter Lang, 2002. p. 1-16.

RUBBA, P. Integration STS into school science and teacher education: beyond awareness. *Theory into Practice*, v. 30, n. 4, p. 303-315, 1991.

SANTOS, W. L. P. dos. *O ensino de química para formar o cidadão: principais características e condições para a sua implantação na escola secundária brasileira*. Dissertação de Mestrado em Educação – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

_____. *Aspectos sociocientíficos em aulas de química*. Tese de Doutorado em Educação – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

_____. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, v. 12, n. 36, p. 474-492, set./dez. 2007.

SANTOS, W. L. P. dos; MÓL, G. de S.; SILVA, R. R. da; CASTRO, E. N. F de; SILVA, G. de S; MATSUNAGA, R. T.; FARIAS, S. B.; SANTOS, S. M. de O.; e DIB, S. M. F. Química e sociedade: uma experiência de abordagem temática para o desenvolvimento de atitudes e valores. *Química Nova na Escola*, n. 20, p. 11-14, 2004.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2000.

_____. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

_____. Humanistic science education from Paulo Freire's: 'education as the practice of freedom' perspective. In: IOSTE SYMPOSIUM – THE INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY EDUCATION, 10., 2002, Foz do Iguaçu-PR, Brazil. *Proceedings...* Foz do Iguaçu, 2002. v. 2, p. 641-649.

SANTOS, W. L. P. dos; SCHNETZLER, R. P. *Educação em química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Editora da UNIJUÍ, 1997.

SOLOMON, J. Science technology and society courses: tools for thinking about social issues. *International Journal of Science Education*, v. 10, n. 4, p. 379-387, 1988.

_____. *Teaching science, technology and society*. Buckingham: Open University Press, 1993.

SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. *STS education: international perspectives on reform*. New York: Teachers College Press, 1994.

TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-social e do movimento CTS no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003.

TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R. M. A realidade do mundo da ciência: um desafio para a história, a filosofia e a educação científica. *Ciência & Educação*, v. 11, n. 2, p. 191-211, 2005.

TRIVELATO, S. L. F. *Ciência/Tecnologia/Sociedade: mudanças curriculares e formação de professores*. Tese de Doutorado em Educação – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

WALKS, L. Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos intelectuales. In: MEDINA, M.; SANMARTIN, J. (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad, estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública*. Barcelona:

Anthropos, 1990. p. 42-75.

YAGER, Robert E. (Ed.). *The science, technology, society movement*. Washington: National Science Teachers Association – NSTA, 1993.

ZEIDLER, D. L.; SADLER, T. D.; SIMMONS, M. L.; H., E. V. Beyond STS: a research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, v. 89, n. 3, p. 357-377, 2005.

ZEIDLER, D. L.; WALKER, K. A.; ACKETT, W. A.; SIMMONS, M., L. Tangled up views: beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, v. 86, n. 3, p. 343-367, 2002.

ZOLLER, U. Decision-making in future science and technology curricula. *European Journal of Science Education*, v. 4, n. 1, p. 11-17, 1982.

WILDSON LUIZ PEREIRA DOS SANTOS: licenciado em Química pela Universidade de Brasília, mestre em educação pela Universidade Estadual de Campinas e doutor em educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), é professor dos Programas de Pós-Graduação em Educação e de Pós-Graduação de Ensino de Ciências da Universidade de Brasília (UnB). Desenvolve há mais de dez anos estudos sobre educação científica e cidadania e produção de material didático com essa perspectiva. Principais publicações nessa área de pesquisa: *Educação em química: compromisso com a cidadania*, em co-autoria com Roseli Pacheco Schnetzler (Ijuí: Editora da Unijuí, 1997); artigo *Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (ciência-tecnologia-sociedade) no contexto da educação brasileira*, em co-autoria com Eduardo Fleury Mortimer (Revista *Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2000); e *Química e sociedade*, livro didático para o Ensino Médio, escrito em colaboração com professores do Ensino Médio, do qual é um dos coordenadores com Gerson de Souza Mól (Nova Geração: São Paulo, 2005). Coordena pesquisa sobre abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências, financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).