

O contexto científico-tecnológico e social acerca de uma abordagem crítico-reflexiva: perspectiva e enfoque

The social scientific-technological context about an approach critical reflexive: perspective and view

Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro¹
Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Silveira²
Walter Antonio Bazzo³

Resumo

Esse artigo tem como propósito apresentar algumas reflexões sobre ciência-tecnologia-sociedade e suas relações, procurando mostrar como a educação pode contribuir para esse debate. Inicialmente expomos que na visão positivista a ciência e a tecnologia são consideradas como alavancas para o progresso e desenvolvimento humano sem que se considerem suas implicações sociais. Evidenciamos que o uso de novas tecnologias são impulsionadas por interesses políticos, econômicos e militares, o que implica riscos para a sociedade contemporânea. Existe a necessidade de a população alcançar, além do acesso às informações sobre o desenvolvimento científico-tecnológico, também as condições de avaliar e participar de decisões que venham a atingir o meio onde vive. Todavia, para que a sociedade possa se tornar efetiva nessas discussões é necessário que tenhamos uma formação que compreenda o funcionamento da tecnociência. Nesse contexto, ressaltamos que algumas atitudes já começaram a ser tomadas. Uma delas vem se evidenciando em vários setores da sociedade, especialmente na área educacional, por meio da abordagem CTS, a qual se apresenta como uma forma de postura que pode ser assumida pelos educadores, indo muito além do academicismo e cientificismo, ao se preocupar com os problemas sociais relacionados com o contexto científico-tecnológico.

Palavras-chave: CTS, contexto científico-tecnológico-social, educação

Introdução

O desenvolvimento da ciência e da tecnologia tem acarretado diversas transformações na sociedade contemporânea, refletindo em mudanças nos níveis econômico, político e social. É comum considerarmos a ciência e a tecnologia como motores do progresso que proporcionam não só o desenvolvimento do saber humano, mas também uma evolução para o homem. Vistas dessa forma, subentende-se que ambas trarão somente benefícios à humanidade. Porém, confiar excessivamente na ciência e na tecnologia e identificá-las com seus produtos pode ser perigoso, pois isso supõe um distanciamento delas em relação às questões com que se envolvem. (BAZZO, 1998). Por outro lado, as finalidades e interesses sociais, políticos, militares e econômicos que resultam no impulso dos usos de novas

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná

² Universidade Tecnológica Federal do Paraná

³ Universidade Federal de Santa Catarina

tecnologias são também os que implicam enormes riscos, porquanto o desenvolvimento científico-tecnológico e seus produtos não são independentes de seus interesses. (BAZZO, 1998)

Apesar de os meios de comunicação estarem disseminando os pontos preocupantes do desenvolvimento científico-tecnológico – como a produção de alimentos transgênicos, as possibilidades de problemas na construção de usinas nucleares, o tratamento ainda precário do lixo e outros – muitos cidadãos ainda têm dificuldades em perceber porque se está comentando sobre tais assuntos e em que eles poderiam causar problemas, a curto ou longo prazo. Mal sabem as pessoas que, por detrás de grandes promessas de avanços tecnológicos, podem esconderem-se lucros e interesses das classes dominantes. Estas impõem seus interesses persuadindo, muitas vezes, as classes menos favorecidas, cujas necessidades deixam de ser atendidas.

As pessoas precisam ter acesso à ciência e à tecnologia não somente no sentido de entender e utilizar os artefatos e *mentefatos* (grifo da nosso)⁴ como produtos ou conhecimentos, mas também de opinar sobre o uso desses produtos, percebendo que não são neutros, nem definitivos, tampouco absolutos.

Sendo assim, precisamos de uma imagem de ciência e de tecnologia que possa trazer à tona a dimensão social do desenvolvimento científico-tecnológico, entendido como um produto resultante de fatores culturais, políticos e econômicos. Deve ser analisado seu contexto histórico e considerado como uma realidade cultural que contribui de forma decisiva nas mudanças sociais, cujas manifestações se expressam na relação do homem consigo mesmo e com os outros. Tal contexto, resultante de uma construção histórica, carregado de controvérsias e negociações, precisa ser assim compreendido, para que possa garantir a participação pública e democrática dos cidadãos nas decisões.

As propostas vindas do contexto científico-tecnológico deverão ter um caráter efetivo e ativo, podendo influenciar realmente no assunto em debate, permitindo ao público envolver-se nos problemas e não unicamente na decisão final, que poderia já estar planejada.

As afirmativas acima somente serão possíveis se tivermos um público formado na compreensão do funcionamento da tecnociência, que perceba que o debate e a negociação são

⁴ Silogismo utilizado por Ubiratan D' Ambrósio em sua obra *Da Realidade à ação: reflexões sobre a Educação Matemática* (1986), para expressar idéias tais como religião, valores, filosofias, ideologias e ciência como manifestações do saber, que se incorporam à realidade. [...] São os artefatos e mentefatos que resultam da ação, e que ao se incorporarem à realidade, vêm modificá-la. Aí se situa a tecnologia, como síntese de artefatos e mentefatos.

métodos que permitem a resolução de conflitos que envolvam o interesse da sociedade, podendo contribuir com o desafio de viver em uma sociedade voltada para a democracia.

Algumas atitudes já começaram a ser tomadas nesse sentido, envolvendo discussões, questionamentos e críticas em torno do desenvolvimento científico-tecnológico. Uma delas vem ganhando corpo em vários setores de nossa sociedade, sendo conhecida pela sigla CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Os pressupostos do movimento CTS têm se ampliado em toda nossa sociedade e, principalmente, vêm ganhando cada vez mais adeptos na área educacional.

O movimento CTS surgiu por volta de 1970 e trouxe como um de seus lemas a necessidade do cidadão de conhecer os direitos e obrigações de cada um, de pensar por si próprio e ter uma visão crítica da sociedade onde vive, especialmente a disposição de transformar a realidade para melhor. Apesar de esse movimento não ter sua origem no contexto educacional, as reflexões nessa área vêm aumentando significativamente, por entender que a escola é um espaço propício para que as mudanças comecem a acontecer.

Portanto, torna-se pertinente neste artigo rever a origem do movimento CTS, em suas duas principais correntes – a européia e a norte-americana – buscando-se entender os motivos que o fizeram surgir. Logo ressaltamos a sua importância como impulsionador de questionamentos críticos e reflexivos acerca do contexto científico-tecnológico e social e, em especial, destacar sua relevância no campo educacional.

O que é CTS

Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS corresponde ao estudo das inter-relações existentes entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, constituindo um campo de trabalho que se volta tanto para a investigação acadêmica como para as políticas públicas. Baseia-se em novas correntes de investigação em filosofia e sociologia da ciência, podendo aparecer como forma de reivindicação da população para participação mais democrática nas decisões que envolvem o contexto científico-tecnológico ao qual pertence. Para tanto, o enfoque CTS busca entender os aspectos sociais do desenvolvimento tecnocientífico, tanto nos benefícios que esse desenvolvimento possa estar trazendo, como também as conseqüências sociais e ambientais que poderá causar.

Anterior ao surgimento do movimento CTS, apesar de já existirem pessoas preocupadas em refletir sobre o assunto e analisar sobre o papel da ciência e da tecnologia em nossa sociedade, a ênfase maior se dava em traduzir o que significava a atividade científica. A preocupação era definir o método científico, para que se pudesse demarcar o que era ciência e

o que não era. Essa visão ainda se encontra presente nos vários setores de nossa sociedade, de forma tradicional ou positivista, que define a ciência como atividade científica, cujo único fim é o desenvolvimento de conhecimentos que descubram novas verdades. (GORDILLO et al. 2001). Esse entendimento faz com que não se levem em conta as questões históricas ou as relações entre a atividade científica e os contextos sociais em que ela se desenvolve, supondo que a ciência é neutra em relação ao contexto histórico-social.

A sociedade, em geral, tende a acreditar que quanto maior for a produção científica, maior a produção tecnológica, o que aumenta a geração de riquezas para o país e, em consequência, o bem-estar social. Esse tipo de concepção gera o que Cerezo et al. (2003) chamam de “modelo linear” de desenvolvimento: + ciência = + tecnologia = + riqueza = + bem-estar social. Bazzo (1998, p. 145) complementa essa idéia, destacando que vivemos *na crença de que a ciência se traduz em tecnologia, a tecnologia modifica a indústria e a indústria regula o mercado para produzir o benefício social*. Essa posição positivista de progresso faz com que a ciência e a tecnologia sejam vistas como atividades capazes de trazer somente o bem-estar à sociedade.

De acordo com Cerezo et al. (2003), o modelo linear teve grande aceitação no período imediatamente pós-Segunda Guerra, com o clima de intenso otimismo em relação ao que o desenvolvimento da ciência e da tecnologia poderiam trazer. Entre os grandes feitos científico-tecnológicos da época, podemos citar: os primeiros computadores eletrônicos; os primeiros transplantes de órgãos; o uso da energia nuclear para transporte; a pílula anticoncepcional e outros que eram vistos como uma verdadeira revolução em favor da sociedade. Entretanto, reclama-se uma maior autonomia para a ciência e tecnologia, o que culminou no relatório escrito por Vannevar Bush intitulado: *Science: the endless frontier* (Ciência: a fronteira inalcançável), no qual se estabelecia que o avanço tecnológico dependeria do desenvolvimento da ciência básica, de forma que o crescimento econômico e o progresso social viriam por consequência, o que reforça o modelo linear. Vannevar Bush foi diretor da *Office Scientific Research and Development* (Agência para Pesquisa Científica e Desenvolvimento) durante a Segunda Guerra Mundial e teve importante papel no encaminhamento do projeto Manhattan. (CEREZO et al., 2003).

Frente a esses acontecimentos, Palácios et al. (1996) comentam que a ciência e a tecnologia aparecem ocupando nesse modelo uma posição neutra, pois, segundo a visão positivista, a ciência só pode trazer o bem-estar à sociedade, uma vez que gera mais tecnologia, gera riqueza e assim sucessivamente. Essa visão ainda ocupa espaço tanto no mundo acadêmico como nos meios de divulgação. (CEREZO et al., 2003).

Outra observação que podemos fazer em relação ao modelo linear é que a tecnologia aparece como uma aplicação da ciência e, dessa forma, qualquer estudo ou consideração que se faça em relação à ciência, faz-se também acerca da tecnologia, como é o caso da neutralidade. De acordo com Tuñón et al. (2001), a neutralidade atribuída à ciência e à tecnologia, pode ser classificada como: a) neutralidade ontológica – ciência e tecnologia não modificam o mundo, deixam as coisas como estão; b) neutralidade gnosiológica – as ciências são objetivas e compatíveis entre si, sem conflitos entre os conteúdos; c) neutralidade axiológica – os conhecimentos científicos e tecnológicos estão livres de valores e isentos de deformações ideológicas.

Bazzo (1998) comenta que os anos de 1960 e 1970 foram períodos em que o desenvolvimento científico-tecnológico conseguiu passar de um extremo ao outro, indo do milagre à destruição. Cerezo et al. (2003) confirmam essa posição, ao ressaltar que apesar do otimismo tão prometido no modelo linear, a ciência e a tecnologia começam a entrar em decadência devido aos sucessivos desastres que vinham acontecendo, entre os quais estão os resíduos contaminantes, os acidentes nucleares e a bomba atômica.

De acordo com Garcia et al. (1996), podemos identificar três períodos importantes que caracterizaram a relação entre ciência, tecnologia e sociedade. Um primeiro período se caracterizou pelo otimismo frente aos grandes feitos apresentados pela ciência e pela tecnologia num período pós-guerra. O segundo período vem caracterizado pelo estado de alerta, diante dos acontecimentos tidos entre os anos de 1950 e 1960, quando começam a aparecer os desastres oriundos da tecnologia fora de controle (o primeiro acidente nuclear grave; revoltas contra guerra do Vietnã). O terceiro período vem marcado pelo despertar da sociedade contra a autonomia científico-tecnológica, que se iniciou por volta de 1969 e se estende até os dias atuais, como uma reação aos problemas que a ciência e a tecnologia vêm trazendo para a sociedade.

Por conta disso, os anos de 1960 e 1970 são marcados por uma intensa revisão do modelo linear, que teve como principal objetivo rever o processo de delineamento científico-tecnológico. Visa-se, assim, à participação pública com iniciativas relacionadas à regulação da ciência e da tecnologia. Essa revisão fez com que surgisse o movimento CTS por volta de 1970, como forma de rever, entender, propor e, principalmente, tomar decisões em relação às conseqüências decorrentes do impacto da ciência e da tecnologia na sociedade contemporânea. Isso, de certa forma, justifica o fato do movimento ter surgido em vários países em uma mesma época.

Cerezo (2002) afirma que um importante fator para o desencadeamento do movimento foi a publicação de duas obras: *A Estrutura das Revoluções Científicas* de Thomas Kuhn, centrada no estudo dos antecedentes ou condicionantes sociais da ciência, contribuindo para novas discussões no campo da história e filosofia da ciência e *Silent Spring* de Rachel Carsons, a qual influenciou a mobilização de movimentos sociais que passam a denunciar as conseqüências negativas da ciência e da tecnologia.

Buscando compreender a dimensão da ciência e da tecnologia dos pontos de vista histórico, social e cultural, começam a aparecer, na Europa e nos Estados Unidos, alternativas para vigiar o desenvolvimento científico-tecnológico, por meio dos primeiros indícios do movimento CTS. Ele aparece como alternativa da comunidade acadêmica, com o intuito de avaliar o modelo linear que havia se estabelecido e de entender a ciência e a tecnologia como um processo social no qual valores morais, concepções religiosas, interesses políticos e econômicos, entre outros, agem de maneira a formatar as idéias do contexto científico-tecnológico.

Origem Européia

A tradição européia, de acordo com Garcia et al. (1996), originou-se por volta de 1979 na Universidade de Edimburg, no chamado “Programa Forte”, cujos autores foram Barry Barnes, David Bloor e Steven Shapin. Caracteriza-se como uma tradição de investigação acadêmica, mais que educativa ou de divulgação, tendo como principais conhecimentos formadores de sua base as ciências sociais, dentre elas a sociologia, a antropologia e a psicologia. Coloca ênfase na dimensão social antecedente ao desenvolvimento científico-tecnológico, centrando-se na explicação da origem das teorias científicas e, portanto, da ciência como processo. Nesse sentido:

Bloor apresenta seu Programa Forte como uma ciência da ciência. Seu significado, tal e como é defendido, implica a morte da reflexão epistemológica tradicional e a reivindicação da análise empírica: só uma ciência, a sociologia, pode explicar adequadamente as peculiaridades do mundo científico. (Tradução nossa) (GARCIA, et al. 1996, p. 76).

Portanto, o enfoque do referido programa volta-se para a visão macrosocial, buscando um contexto mais amplo, de maneira a explicitar de que forma a diversidade dos fatores sociais (políticos, econômicos, culturais, religiosos etc) influenciam no contexto científico-tecnológico. É viável questionar o desenvolvimento tecnológico como um processo

linear, no qual ocorrem benefícios e acúmulos, pois a idéia de evolução é algo que pode ocorrer nos vários sentidos, dependendo do caminho que se escolhe.

De acordo com Garcia et al. (1996), existem ainda diversos enfoques que possuem suas raízes no Programa Forte. Entre eles, podem ser citados:

- O construtivismo social: teve seu início com H. Collins e posteriormente foi desenvolvido por T. Pinch, por meio do EPOR (*Empirical Program of Relativism*), que faz três importantes colocações no entendimento do contexto científico-tecnológico: a) a flexibilidade interpretativa dos resultados experimentais mostra que os descobrimentos científicos são susceptíveis de mais de uma interpretação; b) ao desvendar os mecanismos sociais, retóricos, institucionais etc, que limitam a flexibilidade interpretativa, tal contexto favorece o fechamento das controvérsias científicas, promovendo o consenso em torno do que é a verdade em cada caso; c) os mecanismos de fechamento em torno da verdade sobre as controvérsias científicas relacionam-se com o meio sociocultural e político mais amplo. Dessa forma, enfatiza o enfoque microsocial, começando por descrever, por exemplo, os acontecimentos inerentes aos lugares onde se produz a ciência – os laboratórios.

As pesquisas de reflexividade de S. Woolgar surgiram da análise etnográfica⁵ da ciência, que culminou no livro denominado - *Laboratory Life* (1979/1986) escrito em parceria com Bruno Latour. Aponta-se, nessa obra, uma análise decididamente microsocial da atividade científica. Os autores centram-se em um laboratório de neuroendocrinologia norte-americano, utilizando a observação participativa e a análise do discurso para coletar, interpretar e relatar o dia-a-dia da comunidade científica.

Segundo Garcia et al. (1996), a reflexividade proposta pelo Programa Forte, coloca que é mediante o exame dos textos científicos ou outras formas de divulgação científica, que se tenta entender os mecanismos a que os autores recorrem para transformar seus interesses em conhecimentos e, dessa forma, persuadir aos que por meio deles têm seus problemas resolvidos. Garcia et al. (1996) comentam que Steve Woolgar e Malcolm Ashmore chamam atenção, quando se afirma que a atividade científica é uma representação fiel do mundo real, ou então que a reflexão sociológica é uma representação fiel da atividade científica. Isso significa dizer que não é possível nos distanciarmos o suficiente de nossas próprias atividades para analisá-las externamente. Em relação à chamada teoria da rede de atores, de Bruno

⁵ A análise etnográfica, de acordo com Bogdan e Biklen (1994), consiste em uma descrição profunda. Quando se examina a cultura com base nessa perspectiva, o etnógrafo se depara com várias interpretações de vida, de senso comum, as quais se tornam difíceis de separar. Nesse sentido, o etnógrafo visa a aprender os significados que os membros da cultura têm como dados adquiridos e, posteriormente, apresentar um novo significado às pessoas exteriores à cultura. O etnógrafo preocupa-se essencialmente com as representações.

Latour e Michel Callon, Garcia et al. (1996) comentam que a ciência se define como uma rede cujos nós estão formados tanto por atores humanos, quanto por atores não humanos. Os autores analisam como se formam essas redes e como os nós se formam e se inter-relacionam. Garcia et al. (1996, p. 82) apontam que:

Tanto os desenvolvimentos científicos como os tecnológicos podem ser analisados em termos de lutas entre diferentes atores para impor sua definição do problema a resolver. Os atores humanos têm, por conseguinte, que atender ao comportamento tanto de outros atores como de atores não humanos. (Tradução nossa)

É importante lembrar que, a princípio, a preocupação européia se volta para a investigação científica; foi somente a partir de 1980 que houve a incorporação da tecnologia. Assim, passou-se a entender que a tecnologia era também um processo social e não somente uma aplicação da ciência de forma neutra. Por conseqüência, ciência e tecnologia começam a ser analisadas em forma conjunta, conforme nos afirmam Garcia et al. (1996, p. 87):

Na teoria de redes de atores de Latour e Callon, a ciência não consiste em pura teoria e nem a tecnologia em pura aplicação, mas sim ambas, fundidas no termo “tecnociência” (como algo vivo e distinto de nossa percepção oficial delas: a “ciência e a tecnologia”) consistem em redes de cujos nós também formam parte de todo tipo de instrumentos relevantes. Os produtos da atividade científica, as teorias, não podem, portanto, seguir separando-se dos instrumentos que participam da sua elaboração. (Tradução nossa)

Os programas até aqui citados foram os primeiros impulsionadores do movimento CTS na Europa. Porém, daí por diante, começam a aparecer novos programas como é o caso do Programa SCOT (*Social Construction of Technology*) derivado do Programa EPOR, já citado. O Programa SCOT traz um enfoque voltado para a sociologia do conhecimento científico, entendendo-se que o desenvolvimento tecnológico é concebido como um processo de variação e seleção. Alguns autores, como Trevor Pinch e Wiebe E. Bijker, destacam-se nesse programa. De acordo com Garcia et al. (1996), os autores procuram explicar porque na construção dos modelos multidirecionais algumas variáveis sobrevivem e outras não. Estudam-se as controvérsias científico-tecnológicas e analisam-se as opções dos grupos diretamente envolvidos, de forma a poder diminuir a variabilidade interpretativa chegando-se ao consenso quanto a um possível fechamento.

Deixamos claro que existem outras propostas em CTS que continuam a surgir na Europa, porém, o que consideramos relevante é selecionar os pontos em que essa tradição se

detém, no que diz respeito à relação ciência-tecnologia-sociedade. Nesse sentido, de acordo com Garcia et al. (1996) é possível resumir alguns pontos importantes que a tradição européia aponta: institucionalização acadêmica na Europa (em sua origem); ênfase nos fatores sociais antecedentes; atenção à ciência e, secundariamente à tecnologia; caráter teórico e descritivo; marco explicativo: ciências sociais.

Origem Norte-americana

As preocupações expostas nessa origem centram-se mais nas conseqüências sociais e ambientais que o desenvolvimento científico-tecnológico pode causar. Ela enfatiza as conseqüências sociais das inovações tecnológicas e sua influência sobre nossas formas de vida e suas relações com o meio, por isso sua relevância maior é defender a participação cidadã nas políticas públicas sobre ciência e tecnologia. Nesse sentido, estabelece três importantes argumentos para defender a participação pública no contexto científico tecnológico: o argumento instrumental, que defende a participação pública como a melhor garantia para evitar resistências e desconfianças; o argumento normativo, para o qual os cidadãos são os melhores juizes e defensores de seus próprios interesses; o argumento substantivo, que considera as posições dos leigos tão válidas quanto as dos especialistas. (Cerezo et al., 2003). De acordo com esses pesquisadores as formas mais comuns que a tradição coloca para as participações públicas são audiência pública, gestão negociada, painéis de cidadãos e pesquisas de opinião.

Para Garcia et al. (1996), a tradição norte-americana apresenta um caráter mais prático do que a européia, mesmo que, em muitos casos, seja desenvolvida na universidade. Nela, a tecnologia é vista como um produto que tem capacidade de influenciar nas estruturas e na dinâmica social. Para tanto, recorre à reflexão ética, política, baseada num caráter humanístico. É uma tradição mais ativista que se insere em movimentos de protesto social ocorridos durante os anos de 1960 e 1970, buscando reflexões nos âmbitos educativo e ético, além de incentivar a democratização na tomada de decisões nas políticas tecnológicas. Tem como mote impulsionador a criação da *Environmental Protection Agency* – 1969 e do *Office of Technology Assessment* – 1972 e como fundo epistemológico os conhecimentos da ética, história da tecnologia, teoria da educação, ciências políticas e filosofia social. Podemos citar alguns dos autores dessa corrente: Albert Borgmann, Stanley Carpenter, Steve Cutcliffe, Paul Durbin, Steven Goldman, Larry Hickmann, Don Ihde, Melvin Kranzberg, Helen Longino, Dorothy Nelkin, Leonard Walks, Ivan Illich, Carl Mitcham, Kristin Shrader-Frechette e Langdon Winner.

Aparecem, de acordo com Garcia et al. (1996), como alguns dos antecedentes dessa tradição, os movimentos contraculturais, pró-tecnologia alternativa e diversas correntes ecologistas e pacifistas que tinham como principal objetivo estudar as conseqüências sociais e o controle das inovações tecnológicas. Nessa tradição, a origem do movimento CTS está principalmente na preocupação com o uso da tecnologia a serviço da indústria armamentista.

Os autores dessa corrente foram influenciados, principalmente pelas correntes fenomenológica, existencialista e pragmatista. Algumas bibliografias começam a ser produzidas dentro desse quadro e referem-se principalmente a: História da cultura tecnológica; Filosofia da tecnologia; Ética da ciência e da tecnologia; Temas da autonomia da tecnologia e determinismo tecnológico; Crítica política da tecnologia; Avaliação e controle social ; Crítica religiosa da tecnologia. (GARCIA et al, 1996).

Como precursores da corrente fenomenológica-existencialista, Garcia et al. (1996) citam a contribuição de José Ortega y Gasset e Martin Heidegger. Ortega y Gasset destaca-se pela sua obra *Meditação da Técnica* (1939), na qual coloca que o ser humano é um ser técnico porque suas necessidades vão além do que a natureza pode lhe oferecer. Nessa linha de pensamento, a técnica tem a função de satisfazer as necessidades humanas para que o indivíduo possa adaptar o meio às suas necessidades.

Martin Heidegger apresenta alguns pontos de sua reflexão que vão ao encontro dos de Ortega y Gasset. Em sua obra “A pergunta pela Técnica”, trata das características que diferenciam as técnicas antigas das modernas, caracterizando a tecnologia mais como uma técnica científica do que como uma ciência aplicada. Para o autor, a tecnologia moderna implica ações que forcem a natureza e cujo resultado são artefatos de consumo sem valor intrínseco.

Segundo Garcia et al. (1996), um autor bastante conhecido que se destacou nos E.U.A. por meio do pragmatismo americano foi John Dewey. Ele defendeu a engenharia social, afirmando que tanto a ciência quanto a tecnologia possuem uma carga de valores que devem ser manipuladas numa gestão democrática. Autores como Paul Durbin e Larry Hickman também se enquadram na tradição pragmatista. Outro autor que se destaca na tradição americana é Jacques Ellul. Ele apresenta uma orientação mais sociológica que filosófica ao afirmar que os seres humanos estão condicionados à civilização tecnológica. Defende como saída para isso:

[...] a ética do não-poder, segundo a qual os seres humanos devem aceitar não levar a prática tudo aquilo que são capazes de realizar, deste modo à

humanidade poderá libertar-se da escravidão tecnológica e buscar novas atitudes não determinadas pela tecnologia. (Tradução nossa) (GARCIA et al., 1996, p. 98).

Em complemento, Garcia et al. (1996) comentam que Winner (1977) desenvolve a idéia sugerida por Ellul de que a tecnologia moderna gera a criação de novas formas de vida política. Porém, destaca que essas novas maneiras de se entender a atuação política podem permitir a participação de todos os envolvidos, sejam eles especialistas ou não.

Contribuindo com os demais trabalhos já citados, Ivan Illich também trouxe para as discussões sobre a ciência e a tecnologia as críticas a numerosos aspectos estruturais que definem e determinam nossa cultura ocidental, entre eles: a educação, a medicina, o gênero, as relações de produção, o sistema de transportes, entre outros, concebendo estes como tecnologias sociais. (GARCIA et al., 1996)

Cerezo et al. (2003) comentam que autores como Doroty Nelkin, Langdon Winner, K. Shrader-Frechette, D. Collingridge ou S. Carpenter contemplam a origem de trabalhos práticos e teóricos americanos, em alguns casos ensaiados institucionalmente, com o objetivo de aprofundar democraticamente a regulação social das mudanças científico-tecnológicas. Entre esses trabalhos podemos encontrar a análise sobre as conseqüências sociais da engenharia genética humana.

Para finalizar, conforme na origem européia, Garcia et al. (1996) também citam alguns pontos importantes da tradição norte americana: institucionalização administrativa e acadêmica nos Estados Unidos (em sua origem); ênfase nas conseqüências sociais; atenção à tecnologia e, secundariamente à ciência; caráter prático e valorativo; marco avaliativo: ética, teoria da educação entre outras.

De acordo com Garcia et al. (1996), se compararmos as duas tradições até aqui expostas, percebemos que a americana busca identificar os efeitos sociais das tecnologias, enquanto a européia estuda o caráter dos processos das mudanças científicas.

Porém, Garcia et al. (1996, p. 146) alegam existir uma complementaridade entre as duas tradições:

[...] se a ciência e a tecnologia constituem um produto social (segundo a tradição européia), que é difícil analisar como ciência pura ou técnica não teorizada, e se os complexos científico-tecnológicos têm conseqüências sociais de primeira magnitude (segundo a tradição americana), então deveríamos promover a avaliação e controle sociais do desenvolvimento científico-tecnológico (dado um compromisso democrático básico). (Tradução nossa)

Contudo, podemos dizer que as duas tradições buscam um mesmo objetivo, que é o de ultrapassar a visão positivista, herdada e tradicional do que seja ciência e tecnologia, objetivando cada vez mais compreender as relações existentes entre elas e a sociedade, trazendo uma nova concepção do que seja a relação entre ciência-tecnologia-sociedade. Ambas as tradições, visam ao caráter social da ciência e da tecnologia, procurando ultrapassar a ciência como conhecimento autônomo e a tecnologia como aplicação direta da primeira. É possível verificar também, preocupações com a necessidade de mudança cultural, de postura frente ao universo científico-tecnológico. Destaca-se nas duas tradições, a necessidade de se promover a participação pública dos cidadãos nas decisões que orientam o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, para que a democracia esteja sempre presente na solução dos problemas.

Dessa forma, aparece nas duas tradições a perspectiva de, por meio do CTS, superar a visão manipulativa da ciência e da tecnologia, incorporando-as em relações mais íntimas com a sociedade. E isso somente será possível se existirem pessoas que possam reivindicar, entender, refletir, criticar, questionar e dar sua opinião na resolução de problemas que envolvam o interesse dos vários grupos existentes na sociedade.

Todas as necessidades propostas pelas duas tradições, em relação ao contexto científico-tecnológico, levaram os vários setores da sociedade a levantar a importância de se estender o enfoque CTS em várias direções. Cerezo et al. (2003) estabelecem essas direções:

- No campo da pesquisa: promovendo uma nova reflexão sobre a filosofia e sociologia da ciência, de modo a entender a atividade científica como um processo social.
- No campo das políticas públicas: defendendo o debate público da ciência e da tecnologia, de forma a promover a criação de meios democráticos que auxiliem a participação de todos nas tomadas de decisão sobre o domínio científico-tecnológico.
- No campo da educação: considerando que as reflexões sobre as concepções de ciência e tecnologia como construções sociais têm incentivado ao aparecimento de diversos programas curriculares que têm dado ênfase ao debate CTS em nível secundário e universitário.

De maneira geral, fica difícil poder separar os três segmentos, pois acreditamos que um complementa o outro, de forma que as influências ocorrem mutuamente. Porém, como o segmento que mais tem relevância para nosso trabalho é o educacional, no próximo item passaremos, a fazer uma abordagem um pouco mais detalhada sobre ele.

O enfoque CTS na educação

Num país onde se preza a democracia, é necessário que não somente os representantes políticos possam representar os cidadãos em decisões que envolvam interesses mútuos, mas também que todos possam ter voz e vez. É importante que as pessoas possam avançar nas compreensões sobre o mundo que as cerca, agindo de forma mais crítica frente às situações para as quais estão expostas no dia-a-dia.

É nesse sentido que a perspectiva educacional precisa atingir um patamar muito mais abrangente, uma vez que, de acordo com Cruz (2001, p. 171):

O papel mais importante a ser cumprido pela educação formal é o de habilitar o aluno a compreender a realidade (tanto do ponto de vista dos fenômenos naturais quanto sociais) ao seu redor, de modo que ele possa participar, de forma crítica e consciente, dos debates e decisões que permeiam a sociedade na qual se encontra inserido.

Nesse contexto, ressaltamos a importância do enfoque CTS para educação visando *à alfabetização para propiciar a formação de amplos seguimentos sociais de acordo com a nova imagem da ciência e da tecnologia que emerge ao ter em conta seu contexto social.* (CEREZO et al., 2003, p. 144)

Desde que se iniciou o movimento CTS, há mais de trinta anos, um dos principais campos de sua investigação e ação social tem sido o educativo. Nesse campo de investigação, que comumente chamamos de “enfoque CTS no contexto educativo”, percebemos que ele traz a necessidade de renovação na estrutura curricular dos conteúdos, de forma a colocar a ciência e a tecnologia em novas concepções vinculadas ao contexto social. De acordo com Medina e Sanmartín (1990), é importante que alguns objetivos sejam seguidos, quando se pretende incluir o enfoque CTS no contexto educacional: Questionar as formas herdadas de estudar e atuar sobre a natureza, as quais devem ser constantemente refletidas. Sua legitimação deve ser feita por meio do sistema educativo, pois só assim é possível contextualizar permanentemente os conhecimentos em função das necessidades da sociedade; Questionar a distinção convencional entre conhecimento teórico e conhecimento prático, assim como sua distribuição social entre 'os que pensam' e 'os que executam', que reflete, por sua vez, um sistema educativo dúbio que diferencia a educação geral da vocacional.; Combater a segmentação do conhecimento, em todos os níveis de educação; Promover uma autêntica democratização do conhecimento científico e tecnológico, de modo que ela não só se difunda, mas que se integre na atividade produtiva das comunidades de maneira crítica.

Dessa forma, a importância de se discutir com os alunos os avanços da ciência e da tecnologia, suas causas, conseqüências, interesses econômicos e políticos, de forma

contextualizada, está no fato de que devemos conceber a ciência como fruto da criação humana. Por isso, ela está intimamente ligada à evolução do ser humano, desenvolvendo-se permeada pela ação reflexiva de quem sofre/age as diversas crises inerentes a esse processo de desenvolvimento.

Verificamos, que o enfoque CTS, vem sendo muito difundido nas últimas décadas no campo educacional, principalmente no ensino de ciências, acentuando-se a partir de 1980. Em nível internacional impulsionou os periódicos da área de Ensino de Ciências e Matemática a publicarem vários artigos sobre o tema, entre eles destacamos a Revista *Science & Education* e *International Journal of Science Education*, tendo esta última publicado um volume especial – *Special issues: Science, Technology and Society* (v. 10, n. 04, 1988). Além disso, citamos também, a existência da *International Organization for Science and Technology Education* (IOSTE), que realizou em 2006 seu décimo segundo simpósio internacional, com o intuito de discutir assuntos que envolvem o contexto científico-tecnológico e social.

É importante lembrar que vários trabalhos sobre o tema, vêm sendo desenvolvidos há algum tempo dentro de instituições escolares. Cruz (2001) cita, em sua tese, alguns dos mais conhecidos:

- Nos Estados Unidos: *Chemistry and Community* da *American Chemical Society*; *Chautauqua Program* de Iowa; Projeto 2061 da *American Association for the Advancement of Science*; Projeto Scope, *Sequence and Coordination da International Assessment of Education Progress*.
- Na Europa: SATIS (*Science And Technology In Society*) e SISCON (*Science In a Social Context*) na Inglaterra.

De acordo com Cerezo et al. (2003), além dos trabalhos já citados, duas associações merecem destaque por suas pesquisas nessa área: *National Science Teachers Association* (Norte-americana) e a *Association for Science Education* (Britânica).

Entre outros autores que vêm escrevendo sobre o movimento CTS e ressaltando sua importância para a educação, podemos citar os trabalhos desenvolvidos na Espanha: Palácios et al (1996); Sanz et al (1996); Tortajada et al (1997); Acevedo et al (2001, 2004); Cerezo et al (2003), entre outros. A Espanha conta também com a revista *Enseñanza de Las Ciencias*, que entre outros periódicos, procura trazer artigos que enfoquem tal preocupação.

Osorio (2002) cita a relevância de alguns seminários apresentados em universidades, os quais podem retratar a importância do movimento para os países latinos. Entre eles, encontramos: Seminário do Programa Universitário de Investigação -PUI- Ciência, Tecnologia e Cultura, da Universidade Nacional de Bogotá; Seminário de História da

Biologia, da Universidade Nacional de Medellín; Seminário de História das Matemáticas na Universidade do Valle em Cali; Seminário de História da Medicina da Universidade do Bosque de Bogotá. Outras experiências realizadas na Universidade Tecnológica de Pereira e na Universidade de Antioquia em Medellín, também merecem ser destacadas, em termos do enfoque CTS.

Voltando nosso foco para o Brasil, os trabalhos sob a perspectiva CTS podem ser encontrados em periódicos da área de Ensino de Ciências e Matemática, como por exemplo, a Revista Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências, a Revista Ciência & Educação, entre outras, alguns são também encontrados em livros, teses e dissertações. Desses trabalhos destacamos: Bazzo (1998); Auler, (2002); Mion et al (2001); Leal e Gouveia (2001); Cruz (2001); Bazzo e Colombro (2001); Mortimer e Santos (2000); Koepsel (2003); Pinheiro e Bazzo (2004); Pinheiro (2005); entre outros.

É importante lembrar que, independente de qualquer abordagem que seja feita no campo educacional com o enfoque CTS, alguns aspectos são relevantes. De acordo com a tradução de Santos e Schnetzler (2003, p. 65), o Quadro 2 expressa os nove aspectos a serem levados em consideração quando pretendemos levar o enfoque CTS para sala de aula.

Aspectos CTS	Esclarecimentos
1- Natureza da ciência.	1- Ciência é uma busca de conhecimentos dentro de uma perspectiva social.
2- Natureza da Tecnologia.	2- Tecnologia envolve o uso do conhecimento científico e de outros conhecimentos para resolver problemas práticos. A humanidade sempre teve tecnologia.
3- Natureza da Sociedade.	3- A sociedade é uma instituição humana na qual ocorrem mudanças científicas e tecnológicas.
4- Efeito da Ciência sobre a Tecnologia.	4- A produção de novos conhecimentos tem estimulado mudanças tecnológicas.
5- Efeito da Tecnologia sobre a Sociedade.	5- A tecnologia disponível a um grupo humano influencia grandemente o estilo de vida do grupo.
6- Efeito da Sociedade sobre a Ciência.	6- Por meio de investimentos e outras pressões, a sociedade influencia a direção da pesquisa científica.
7- Efeito da Ciência sobre a Sociedade.	7- Os desenvolvimentos de teorias científicas podem influenciar o pensamento das pessoas e as soluções de problemas.
8- Efeito da Sociedade sobre a Tecnologia.	8- Pressões dos órgãos públicos e de empresas privadas podem influenciar a direção da solução do problema e, em consequência, promover mudanças tecnológicas.
9- Efeito da Tecnologia sobre a Ciência.	9- A disponibilidade dos recursos tecnológicos limitará ou ampliará os progressos científicos.

QUADRO 2 – Os nove aspectos da abordagem de CTS⁶.
Fonte: Santos e Schnetzler (2003, p. 65).

Analisando o Quadro 2, podemos perceber que as colocações que se fazem a respeito da ciência, tecnologia, sociedade e suas relações são concepções que podem ser trabalhadas em qualquer nível de ensino. O aprofundamento que se dará a cada um dos elementos irá depender do grau de instrução dos alunos e das atividades que se pretende desenvolver.

De acordo com Cerezo et al. (2003), vários trabalhos têm sido feitos na modalidade do ensino secundário desde 1970. Duas associações merecem destaque por seus trabalhos nessa área: *National Science Teachers Association* e a *Association for Science Education*.

Além dessas há outras bibliografias que trazem relatos de experiências, pesquisa teórica, experimentos práticos, entre outros assuntos pertinentes. Uma boa indicação de consulta é o site da OEI (Organização dos Estados Iberoamericanos) – www.campus-oei.org, que, além de oferecer um campo diversificado da literatura, disponibiliza a revista eletrônica – *Revista Iberoamericana de Educación – Enseñanza de la tecnología*, que traz vários artigos direcionados para a área CTS, principalmente voltados para o campo educacional.

Ao analisarmos os referenciais bibliográficos até aqui citados, percebemos que as pesquisas e experiências voltadas para o enfoque CTS na educação, concentra-se em trabalhos que de acordo com Walks (1990) e Medina e Sanmartim (1990) podem ser classificados em três modalidades: introdução de CTS nos conteúdos das disciplinas de ciências (enxerto CTS); a ciência vista por meio de CTS e CTS puro. De acordo com Palacios et al (1996), pode-se resumir os objetivos dessas três modalidades da seguinte forma:

- Enxerto CTS: introdução de temas CTS nas disciplinas de ciências, abrindo discussões e questionamentos do que seja ciência e tecnologia. Nos Estados Unidos podemos citar o projeto *Harvard Project Physics* e na Europa o projeto SATIS (*Science and Technology in Society*) que englobam essa modalidade.
- Ciência e tecnologia por meio de CTS: estrutura-se o conteúdo científico por meio do CTS. Essa estruturação pode acontecer numa só disciplina ou por meio de trabalhos multidisciplinares e interdisciplinares. Podemos ver essa forma de trabalho no PLON (*Dutch physics curriculum development project*), desenvolvido na Holanda.
- CTS puro: ensina-se ciência, tecnologia e sociedade por intermédio do CTS, no qual o conteúdo científico tem papel subordinado. O projeto mais conhecido nessa modalidade é o SISCON (*Studies in a Social Context*), na Inglaterra.

⁶ Extraído de Mackavanagh e Maher, 1982, p. 72 e traduzido por Santos e Schnetzler (2003)

Nas três categorias, o professor é o grande articulador para garantir a mobilização dos saberes, o desenvolvimento do processo e a realização de projetos, nos quais os alunos estabelecem conexões entre o conhecimento adquirido e o pretendido com a finalidade de resolver situações-problema, em consonância com suas condições intelectuais, emocionais e contextuais.

Porém, a que se ressaltar que alguns pontos que precisam ser previamente avaliados quando pretendemos trabalhar sob o enfoque CTS. Santos e Mortimer (2000) destacam que há que se tomar cuidado com a utilização dos modelos curriculares de outros países. Comentam os autores que muitas vezes esses modelos são transferidos para nossa realidade sem a devida contextualização local, ou seja, sem considerar as necessidades de cada realidade, os problemas existentes, a ciência e tecnologia advinda de cada país. Outro problema enfrentado é a formação de professores. São poucas as instituições no Brasil que têm alguma linha de pesquisa voltada para o enfoque CTS, o que faz com que a grande maioria de professores não possa ter acesso a esse tipo de trabalho. A formação disciplinar também é um problema que não condiz com a necessidade interdisciplinar do enfoque CTS. Nem nossos docentes nem nossos alunos foram ou estão sendo formados dentro da perspectiva da interdisciplinaridade, o que torna os objetivos do enfoque CTS algo que exige bastante reflexão antes que se possa agir.

Com o enfoque CTS, o trabalho em sala de aula passa a ter outra conotação. A pedagogia não é mais um dos instrumentos de controle do professor sobre o aluno. Professores e alunos passam a descobrir, a pesquisar juntos para a construção e/ou produção do conhecimento científico, que deixa de ser considerado como algo sagrado e inviolável, ao contrário, está sujeito a críticas e a reformulações, como mostra a própria história de sua produção. Dessa forma, aluno e professor reconstróem a estrutura do conhecimento. Em nível de prática pedagógica, isso significa romper com a concepção tradicional que predomina na escola e promover uma nova forma de entender a produção do saber. É desmitificar o espírito da neutralidade da ciência e da tecnologia e encarar a responsabilidade política das mesmas. Isso supera a mera repetição do ensino das leis que regem o fenômeno e possibilita refletir sobre o uso político e social que se faz desse saber. Os alunos recebem subsídios para questionar, para desenvolver a imaginação e a fantasia, abandonando o estado de subserviência diante do professor e do conhecimento apresentado em sala de aula.

Considerações finais

A perspectiva CTS pretende superar as visões manipuladas da ciência e da tecnologia unindo-as à sociedade para promover a participação cidadã nas decisões mais importantes sobre as controvérsias relacionadas a ambas. Já a neutralidade positivista na educação objetiva essencialmente, formar o aluno para a submissão diante da autoridade dos conhecimentos, perante a ordem natural das coisas, para a reprodução da estrutura político-econômico-social estabelecida.

Com o enfoque CTS, o trabalho em sala de aula passa a ter outra conotação. A pedagogia não é mais um dos instrumentos de controle do professor sobre o aluno. Professores e alunos passam a descobrir, a pesquisar juntos para a construção e/ou produção do conhecimento científico, que não é mais considerado como algo sagrado e inviolável. Ao contrário: está sujeito a críticas e a reformulações, como mostra a própria história de sua produção. Dessa forma, aluno e professor reconstróem a estrutura do conhecimento. Em nível de prática pedagógica, isso significa romper com a concepção tradicional que predomina na escola e promover uma nova forma de entender a produção do saber. É desmitificar o espírito da neutralidade da ciência e da tecnologia e encarar a responsabilidade política das mesmas. Isso supera a mera repetição do ensino das leis que regem o fenômeno e possibilita refletir sobre o uso político e social que se faz desse saber. Os alunos recebem subsídios para questionar, para desenvolver a imaginação e a fantasia, abandonando o estado de subserviência diante do professor e do conhecimento apresentado em sala de aula.

Seguindo esses pressupostos, é urgente que a forma como concebemos o nosso ensino possa superar a visão conteudista que sempre o caracterizou. É necessário que a escola possa ser colocada como um elemento central para o desenvolvimento do cidadão. Dessa forma, deverá deixar de lado os modelos prontos, a memorização e, principalmente, a fragmentação do conhecimento. As mediações e interconexões que podem relacionar a história dos conhecimentos em sua contínua evolução e interdependência são pontos de análise e reformulação nessa nova proposta.

O enfoque CTS apresenta-se como uma forma de postura que pode ser assumida pelos educadores. Dessa forma, favorece a construção de atitudes, valores e normas de conduta em relação a essas questões, com vistas a uma formação que prepare os estudantes para tomarem decisões que se fundem no bem-estar da maioria. Além disso, o enfoque CTS poderá contribuir no sentido de auxiliar o professor a aplicar novas estratégias que possam possibilitar ao aluno desenvolver seu lado crítico e reflexivo, ao analisar situações e tomar decisões que envolvam seu cotidiano.

Referências

ACEVEDO, J. A. D. A. (2001). *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: set.

_____. (2004). Actitudes y creencias CTS de los alumnos: su evaluación con el cuestionario de opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad. *Revista Iberoamericana de Educación*, n. 2, enero-abril, 2002. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores>>. Acesso em: set.

AULER, Décio. (2002). *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.

BAZZO, Walter Antonio. (1998). *Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica*. Florianópolis: UFSC.

_____; CURY, Helena N. (2001). Formação crítica em Matemática: uma questão curricular? *Bolema*, Rio Claro, 16, 29-47.

CEREZO, José Antonio Lopez. (2002). Ciência, Tecnologia e Sociedade: o estado da arte na Europa e nos Estados Unidos. In: SANTOS, Lucy Woellner dos (Org). *Ciência, tecnologia e sociedade: o desafio da interação*. (pp. 3-39). Londrina: IAPAR.

_____; LUJÁN, José Luis; GORDILLO, Mariano Martín; OSÓRIO, Carlos. (2003) *Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)*. Madrid: OEI.

CRUZ, Sonia Maria Silva Correa de Souza. (2001). *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.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. (1986) *Da realidade à ação: reflexões sobre educação e matemática*. São Paulo: Summus.

GARCIA, Marta I. González; CEREZO, José A. López; LOPEZ, José L. (1996) *Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Madrid: Tecnos.

GORDILLO, Mariano Martín; RAMIREZ, Ricardo Arribas; ÁLVAREZ, Angel Camacho; GARCÍA, Eloy Fernández. (2001). *Ciencia, tecnología y sociedad*. Madrid: Grupo Editorial Norte.

KOEPSEL, Raica. (2003). *CTS no Ensino Médio: aproximando a escola da sociedade*. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MORTIMER, Eduardo Fleury; SANTOS, Widson Luiz P. (2001) Tomada de decisão para a ação social responsável no ensino de ciências. *Ciência e Educação*, 1, 95-111.

OSORIO, Carlos Osorio M. (2002). 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*, 28, 61-81.

PALACIOS, Fernando Alvarez; OTERO, Germán Fernández; GÁRCIA, Teresa Ristori. (1996). *Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Madrid: Ediciones Del Laberinto.

PINHEIRO, Nilcéia A. M.; BAZZO, Walter Antonio. (2004). Uma experiência matemática sob o enfoque CTS: subsídios para discussões. *Revista Perspectiva*, Erechim, 28,33-49.

_____. (2005). *Educação crítico-reflexiva para um Ensino Médio científico tecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático*. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

_____; SILVEIRA, Rosemari M. C. Foggiatto; BAZZO, Walter Antonio (2007). Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. *Revista Ciência & Educação*, São Paulo, 13, 71-84.

_____. MATOS, Eloiza A. S. Ávila de; BAZZO, Walter Antonio (2007). Refletindo acerca da Ciência, Tecnologia e Sociedade: enfocando o Ensino Médio. *Revista Ibero-Americana de Educación*. Madrid, 44, 147-165.

SANMARTIN, J. ORTÍ, A. (1992). Evaluación de Tecnologías. In: SANMARTIN, J. et al. *Estudios sobre sociedad y tecnología*. (pp. 42-66). Barcelona: Anthropos.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. (2003). A formação do cidadão e o ensino de CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade. In: *Educação em química: compromisso com a cidadania*. (pp. 57-90). 3. ed. Ijuí: Unijuí.

SANZ, Mariano Ayarzagüena; MORTALLA, Tomás Domingo; GÓMEZ, Yolanda Herranz; GONZÁLEZ, Agustín Ramón Rodríguez. (1996). *Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Madrid: Noesis.

TORTAJADA, José Félix Tezanos; PELÁEZ, Antonio López. (1997). *Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Madrid: Sistema.

TUÑÓN, Alberto Hidalgo; PRIETO, Salvador Centeno; RIERA, Manuel Gereduz; NANCLARES, Emilio J. González; PORTERO, Gabriel Ureña. (2001). *Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Madrid: Algaida.