

OS ESTUDOS CTS E A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

*Albino Oliveira Nunes • Josivânia Marisa Dantas • Fabiana
Roberta Gonçalves e Silva Hussein • Ótom Anselmo de Oliveira*

Introdução

Os estudos em Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) ou, em inglês, *Science-Technology-Society* (STS), surgiram nos Estados Unidos da América, na educação universitária, entre as décadas de 60 e 70. Esse momento histórico ficou marcado pela efervescência de diversos estudos em áreas limites entre o trinômio CTS, entre os quais destacam-se: a) a existência de duas culturas, pregada por C.P. Snow; b) os limites do crescimento, relatados por Dennis Meadows; c) o papel da comunidade científica e seus paradigmas, analisados por Thomas Kuhn; e d) os danos ambientais causados pelo uso do DDT, denunciados por Rachel Carson.

Como campo de estudo, o movimento designa tendências diferentes no estudo social da ciência e da tecnologia, surgidas como resposta à relação desequilibrada que a sociedade mantinha com a ciência e a tecnologia (MEMBIELA, 2001; CERREZO, 1998).

García, López Cerezo e Luján (1996) destacam, dentro do movimento, tradições de pesquisa que foram designadas pela mesma sigla STS, do inglês 1. *Science and Technology Studies* (tradição Europeia) e 2. *Science, Technology and Society* (tradição americana).

A primeira voltou-se ao estudo da influência social e seus antecedentes históricos da construção do conhecimento científico-tecnológico. Iniciada nas universidades europeias, essa linha está fortemente embasada na sociologia da ciência e na teoria kuhniana sobre as revoluções científicas e, por isso, caracteriza-se como uma linha educativa.

A segunda se ocupou prioritariamente de estudos sobre o impacto que a ciência e a tecnologia tinham sobre a sociedade e o ambiente. Pode-se atribuir à tradição americana uma preocupação pragmática em oposição à tradição europeia, que ressaltou aspectos históricos. Suas bases encontram-se principalmente na filosofia e na teoria política, tendo a consolidação dos seus estudos se dado fortemente pelo ensino e pela reflexão política (CERREZO, 1998).

Como ainda destaca Cerezo (1998), cada uma dessas tradições criou seus próprios eventos científicos, revistas especializadas, associações e manuais. Mesmo assim, tendo-se em vista as discordâncias entre as tradições, pode-se indicar algum consenso: 1) rechaço à imagem da ciência como atividade pura, sem interferência social; 2) crítica à concepção de tecnologia, como ciência aplicada; e 3) crítica ao modelo tecnocrático¹.

Como exemplo dos estudos CTS, que vêm de encontro às linhas tradicionais de pensamento, pode-se citar a história da técnica e da tecnologia. Segundo Sanmartín (1992), esta tinha uma base linear, descritiva, simplista e, nesse sentido, tornava-se um "fator de legitimação do imperativo tecnológico".

¹. Modelo cujas decisões ficam restritas aos cientistas e tecnólogos.

O desenvolvimento tecnológico seria o motivo de um crescente bem-estar social, por isso não se poderia refrear seu progresso. Os estudos no campo da história da técnica, no entanto, chamam atenção para aspectos negativos associados a produtos tecnológicos, tais como os impactos ambientais. Segundo Sanmartín (1992), ainda que a visão de uma tecnologia que leva invariavelmente ao bem-estar social seja ingênua, seus usos não o são. Dessa forma, a história da técnica tem um papel importante quando não aborda apenas o desenvolvimento de artefatos técnicos em uma sucessão progressista.

Cerezo (1998) sumariza três grandes direções tomadas pelos estudos CTS desde sua origem, que seriam: a) no campo de investigação, os estudos CTS têm proporcionado uma reflexão contextualizada para a construção do conhecimento científico enquanto um processo social; b) no campo político, têm defendido o controle social da ciência e da tecnologia e a criação de mecanismos democráticos desse controle; c) na educação, têm impulsionado o aparecimento de inúmeras propostas e materiais didáticos que visam discutir a ciência e a tecnologia como processos sociais.

Além das linhas europeia e norteamericana, Strieder (2012) ressalta uma linha de Pensamento Latino-Americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS), na qual se destacam os estudos realizados no Brasil e na Argentina. Essa linha, em oposição ao que ocorre com os países centrais do capitalismo, voltou-se ao estudo das políticas de ciência e tecnologia que os países periféricos, principalmente os latino-americanos, têm desenvolvido, criticando a ênfase tradicionalmente adotada nestes países de imitar o modelo de desenvolvimento dos países do Norte.

Ainda segundo Strieder (2012), dois expoentes do pensamento latino-americano, Dagnino (2008a) e Herrera (2003), afirmam ser preciso que os países pobres desenvolvam políticas de C&T que incentivem a produção de tecnologias voltadas aos seus problemas e necessidades, pois só assim poderão superar o seu histórico subdesenvolvimento.

Alguns apontamentos sobre os estudos CTS

Falar sobre os estudos CTS em sua totalidade seria demasiado complexo por tratar-se de uma área que possui muitos focos temáticos e pesquisadores que atuam nos mais diversos campos. Sendo assim, neste capítulo optou-se por abordar conceitos-chave à luz dos estudos CTS que podem ser úteis para a compreensão de um letramento científico e tecnológico com tais características.

Assim sendo, foi feita uma breve discussão sobre a ideia de Ciência e Tecnologia que norteia a proposta.

Este trabalho compartilha várias críticas feitas ao conhecimento científico, realizadas a partir dos estudos da epistemologia da ciência:

- a) No tocante à influência social em sua construção, passando a constituir-se foco de interesse científico os temas relacionados às questões sociais e econômicas de cada momento histórico (HESSSEN, 1984);
- b) Ao papel desempenhado pela comunidade e paradigmas científicos que determinam não apenas os métodos, mas também os próprios temas e projetos de pesquisa que podem ser desenvolvidos, resistindo a mudanças paradigmáticas (KUNH, 1996);
- c) Às limitações da ciência do ponto de vista de sua hiperespecialização, que conduz a um conhecimento que não é capaz de resolver os problemas reais, uma vez que estes são transdisciplinares, ao passo que aqueles são desenvolvidos em uma lógica disciplinar, baseada na separação das partes do objeto de estudo (MORIN, 2000);
- d) Às incertezas inerentes ao conhecimento científico, visto que seus fundamentos (o método científico, a observação e a indução) são questionados. Entende-se que a observação jamais é neutra, antes é “encharcada” das teorias e vivências de quem observa (FOUREZ, 1995; ALVES, 2007). Outro ponto a ser considerado é a clássica crítica à indução, enquanto procedimento padrão para a construção das ciências, uma vez que a repetição não permite, do ponto de vista lógico, a generalização (ALVES, 2007; FOUREZ, 1995).

Por fim, este trabalho fundamenta-se também na ideia da inexistência de um único “método científico”. Afasta-se, assim, do entendimento daquele como um procedimento universalmente válido para todas as ciências, em todos os seus campos e períodos de desenvolvimento. Ao contrário, compreende-se que a mudança metodológica é um procedimento que promove o desenvolvimento da ciência (FEYRABEND, 2007).

No entanto, compartilhar esses posicionamentos particulares com esses autores não vincula este capítulo à integralidade de seus pensamentos, pelo contrário, compreende-se que cada epistemólogo citado contribuiu na compreensão de determinado aspecto particular da natureza da ciência. Por conseguinte, apesar de se acreditar em certa descontinuidade no “progresso” da ciência, descarta-se a total ruptura epistemológica proposta por Kuhn (1996), ao passo que se compreende a importância de se considerar o papel da influência social (interna e externa) sobre a elaboração dos conceitos científicos, mas afasta-se das posições dos relativistas extremos de que a ciência é totalmente construída com essa base. Acredita-se que a ciência é uma atividade humana, portanto sujeita a fatores sociais, políticos, econômicos e religiosos; contudo, também há um forte componente material (experimental) que deve ser levado em consideração.

Por fim, ressalta-se a relação entre o conhecimento científico e o senso comum. Acredita-se que a ciência e o senso comum são formas de conhecimento complementares e que as decisões em âmbito social devem ser tomadas levando-se em consideração o conhecimento científico, mas que este não deve ser o único parâmetro de racionalidade, uma vez que não considera aspectos tipicamente humanos (afetivos) e tende a ser reducionista, não conseguindo explicar as relações não previstas na interação de sistemas complexos.

Essa visão de ciência também se relaciona com a visão sobre a tecnologia e seus usos. Parte-se do entendimento inicial de que a tecnologia é uma atividade humana, socialmente contextualizada e que, portanto, não exclui a teorização, mas volta-se à resolução de problemas. Em oposição à ciência, seu objetivo não é o de explicar o objeto, e sim transformá-lo à medida da necessidade dos agentes sociais que a condicionam. Ademais, a tecnologia não se confunde com a técnica, pois possui aspectos que esta segunda não contempla. Kline (*apud* SILVA, 2003) afirma que a tecnologia possui três aspectos:

- 1- Aspectos culturais, nos quais está incluído o sistema sociotécnico de uso;
- 2- Aspectos organizacionais, nos quais se enquadra o sistema sociotécnico de manufatura;
- 3- Aspectos técnicos, nos quais se inserem o *hardware* (componentes físicos, objetos de produção humana) e o *know-how* (saber fazer, competências e habilidades para executar as tarefas).

Dessa definição entende-se, finalmente, que a tecnologia compreende a técnica (*hardware + know-how*), mas não pode ser confundida com esta, uma vez que também apresenta aspectos organizacionais e culturais não pertencentes àquela.

Desse modo, concorda-se com Dagnino (2008b) e Auler (2002) ao refutarem a tese da neutralidade da ciência e tecnologia. Assume-se, assim, que toda tecnologia tem em si uma finalidade e que não se pode analisar as consequências como se apenas os seus usos fossem sujeitos a interesses sociais. As tecnologias não são apenas usadas “para o bem ou para o mal”, em muitos casos são desenvolvidas ou financiadas por grupos com interesses específicos.

Outra tese rejeitada no âmbito deste trabalho, em concordância com Dagnino (2008) e Auler (2002), é o determinismo tecnológico. Por essa tese, o desenvolvimento tecnológico é inevitável, cabendo às pessoas avaliar e adaptar-se às consequências advindas desse processo. A postura aqui adotada é a da compreensão de que, como qualquer outro processo histórico e social, o desenvolvimento tecnológico passa por instâncias de decisões políticas, quer seja na escolha e financiamento de pesquisas, quer seja na disseminação da tecnologia gerada.

Segundo o quadro descritivo das concepções sobre tecnologia proposto por Dagnino (2008) (Figura 1), pode-se ter quatro grandes formas de pensamento sobre o tema, a depender de dois aspectos: a autonomia dos sistemas tecnológicos e sua neutralidade.

A concepção determinista seria uma posição na qual se crê na neutralidade da tecnologia conjugada com sua autonomia, o que levaria a um desenvolvimento linear e a um processo que, apesar de oprimir em um primeiro momento, levaria à libertação da massa proletária. Essa é uma concepção partilhada pela esquerda marxista tradicional, que, contudo, ignora a possibilidade de os objetos tecnológicos trazerem em si propósitos das classes que as produzem/financiam. Por outro lado, ao acreditar que a tecnologia é autônoma não se deveria/poderia controlar seu desenvolvimento.



Figura 1 – Concepções sobre tecnologia

Fonte: Dagnino (2008b)

Na segunda concepção, considera-se que, apesar de neutra, a tecnologia é controlável, o que leva ao otimismo em sua posição positivista, na crença de que o desenvolvimento tecnológico pode, sob um controle ético, produzir o bem-estar social. Cabe aqui notar que essa ideia instrumentalista deixa claro que não existem consequências negativas da tecnologia e que os impactos são gerados a partir do mau uso ou de fatores e interesses humanos no momento de apropriação da tecnologia e não em sua produção.

No polo oposto encontra-se a visão substantivista, a qual afirma que, ao se crer na autonomia e no condicionamento da tecnologia a valores, descarta-se a ideia de que a tecnologia possa ser usada para fins que não os inicialmente projetados. Dessa forma, uma vez produzida como instrumento de dominação da classe proletária, não seria possível converter-se em seu instrumento de libertação.

Por fim, há a perspectiva da apropriação social, segundo a qual, apesar de condicionada a seus valores de produção, a tecnologia pode ser apropriada para fins não previstos. Há aqui uma posição otimista, porém crítica, uma vez que essa apropriação e consequente emancipação humana é apenas uma possibilidade que deve ser construída, não é *a priori* um caminho inevitável. Assim, cabe aos cidadãos engajados com a emancipação humana lutar para que os artefatos tecnológicos possam efetivamente cumprir a missão de proporcionar bem-estar à maior parte das pessoas, o que hoje não se configura como uma verdade.

Essas ponderações sobre a natureza do conhecimento científico e tecnológico encaminham a reflexões sobre a sociedade na qual os seres humanos estão inseridos. Para tanto, parte-se da definição de Castoriadis (*apud* SANTOS, 1999), segundo o qual a sociedade pode ser entendida como instituição humana que é "obra do grande imaginário coletivo anônimo", alicerçado na cultura. Esse seria o elemento unificador que transformaria uma comunidade — conjunto de pessoas — em uma sociedade, sendo elementos constituintes da cultura a língua, as tradições e crenças, que se produzem e reproduzem a cada geração (MORIN *apud* SANTOS, 1999).

É exatamente sobre esse ponto que o olhar se detém e de onde surge um questionamento: quais as crenças e os demais elementos culturais que caracterizam a sociedade ocidental na qual o Brasil está inserido?

Sabe-se que, além da ciência e da tecnologia, a sociedade, para interpretar e comunicar a realidade, faz uso de outros elementos, que são: as opiniões, as crenças, a cultura, o senso comum, os mitos e as utopias.

De todos esses elementos, as crenças e utopias têm um papel fundamental nas sociedades. Foram as utopias geradas nos séculos passados que nos influenciaram fortemente na construção da sociedade atual. Mesmo que não realizáveis, essas utopias exerceram fortes influências sobre as ações humanas no contexto social. Uma delas (à qual já foi feita referência) foi o sonho humano de eliminar todos os males sociais a partir do desenvolvimento de C&T, que iriam, a partir de um processo linear, gerar melhores condições de vida para todos, trazendo cura para todas as doenças, livrando o homem do trabalho pesado, abolindo as grandes desigualdades sociais e criando condições de conforto para toda a população.

Sendo assim, as utopias tiveram um papel fundamental na interação entre a sociedade, a ciência e a tecnologia, pois impulsionaram com suas forças oníricas a realização dessas últimas. Sem a utopia de um futuro melhor

graças a C&T, como explicar os gigantescos esforços que as populações dos mais diversos países efetuaram nos últimos anos?

Contudo, os ideais utópicos também guiaram atrocidades e barbáries no século XX e, em muitas dessas, a ciência e tecnologia tiveram importante função. Basta lembrar a bomba atômica, as armas químicas e biológicas, e as atrocidades cometidas pelos médicos nazistas nos campos de concentração.

Só então começou a surgir um questionamento sobre esses ideais utópicos traduzidos em mitos modernos, como expressos por Auler (2002): a) o mito da ciência Salvacionista; b) o mito da neutralidade Científica; e c) o mito do determinismo tecnológico.

Outra importante característica identitária da sociedade atual é a relação com a informação, que distancia o presente de outros momentos históricos (sociedade feudal, sociedade industrial). Hoje, além de produtos materiais, consome-se também informação nas suas mais variadas formas: filmes, jornais, e-books, música e cursos, só para citar alguns.

Essa busca incessante por informação tem caminhado paralelamente à globalização, que, tal como se configura, tem ajudado a disseminar tecnologias e informações de forma desigual, excluindo do processo aqueles que não podem ter acesso a elas. A globalização tem se constituído em um assassinio cultural, em que culturas locais são oprimidas por uma cultura de massa, sendo essa perda de diversidade cultural uma das grandes ameaças que configuram a situação de emergência planetária na qual os seres humanos se encontram (VILCHES *et al.*, 2008).

É nesse contexto de intensa transformação agravado pela globalização, geração de informação, produção de ciência e tecnologia e exclusão social que se faz mais urgente uma educação científica e tecnológica que consiga promover a autonomia do cidadão, habilitando-o para uma participação crítica e questionadora de sua realidade.

Alfabetização e letramento científicos e tecnológicos

Ao falar acerca dos objetivos da educação científica sob a perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade, não se pode deixar de fora a discussão sobre a alfabetização científica e tecnológica (ACT). Essa expressão, traduzida do inglês *scientific literacy*, tem denominado diversas compreensões diferentes sobre quais as finalidades da educação científica, desde a compreensão de uma educação voltada à formação de futuros cientistas à educação para a participação cidadã (SANTOS, 2007; DEBOER, 2000; HOBROOK; RANNIKMAE, 2009).

No contexto deste capítulo, por coerência com a perspectiva CTS, adotou-se inicialmente a definição de Chassot (2006), para o qual a Alfabetização Científica (AC) é um “conjunto de conhecimentos que facilitarão

ao homem e à mulher ler o mundo em que vivem.” Porém, dada a necessidade de abordar também questões tecnológicas, e em concordância com Cajas (2001), incorporou-se a ideia, de onde decorre o uso da expressão ACT, de que também os aspectos tecnológicos fazem parte do corpo de conhecimentos de um cidadão contemporâneo. O arcabouço teórico que fundamentou a perspectiva de alfabetização científica adotada foi ainda acrescido em consonância com a defesa de uma ACT humanística com paralelos e inspiração na pedagogia freiriana, conforme defendido por Santos (2009) e Santos (2008).

Finalmente, destaca-se que se tem conhecimento a respeito da discussão sobre o uso dos termos alfabetização e letramento, conforme o expresso por Santos (2007); contudo, no escopo deste trabalho, optou-se pelo uso das expressões como sinônimas, uma vez que, dentro da comunidade de pesquisadores da área, não há um consenso estabelecido e que é comum o uso do termo alfabetização numa conceituação ampla, que contemple não apenas aspectos restritos do conhecimento em ciências, mas também elementos da natureza da ciência, seu papel social e o aspecto cultural associado a essa atividade.

CTS e a educação científica

Desde seu início, os estudos CTS tiveram forte preocupação com as questões educacionais, proporcionando assim o surgimento de múltiplas propostas. Tais propostas foram categorizadas por Aikenhead (1994), conforme apresentado por Santos e Mortimer (2002).

Quando se particulariza o ensino superior, encontram-se diversas propostas de inclusão dos conteúdos CTS e CTSA feitas em licenciaturas de maneira experimental. Inicialmente pode-se destacar na Comunidade Iberoamericana os trabalhos de Martins (2003), que aplicou a construção de maquetes como forma de alfabetização científica e tecnológica (ACT) de licenciandos em química e física, obtendo resultados positivos no tocante à compreensão de como química, física e engenharias se inserem na sociedade e suas repercussões a partir dos sistemas públicos de distribuição de água.

Silva (2003) desenvolve em sua tese de doutorado uma proposta de inclusão dos conteúdos de tecnologia na licenciatura em química, tendo como temas atividades voltadas à realidade da indústria química local; Mamede e Zimmerman (2005) abordam questões de CTS para graduandos de pedagogia em disciplinas de formação para o ensino de ciências; Torres e Vieira (2009) relatam a experiência de desenvolvimento de uma unidade didática voltada às séries iniciais com base na produção de um *software* e um guia de atividade discutindo a energia, através da articulação entre educação formal e não formal; Nunes (2010), em sua dissertação, elabora e avalia um material didático CTSA para licenciaturas em química no sertão nordestino.

No entanto, a discussão sobre a inclusão das relações CTS/CTSA no ensino de ciências é mais ampla, estando difundida em todos os continentes. Aikenhead (2003) descreve com precisão como os estudos CTS tiveram que enfrentar dificuldades concernentes ao currículo e à formação de professores nos Estados Unidos e Canadá, desde seu surgimento, entre o final da década de 70 e início da década de 80, até atingir o status do qual usufrui atualmente.

Contudo, essa discussão não tem permanecido restrita apenas ao nível superior de escolaridade. Mansur (2007), por exemplo, procura indicar, por meio de uma pesquisa de natureza quali-quantitativa, quais as mudanças efetivamente realizadas nas salas de aula egípcias, a partir da discussão dos pressupostos CTS, enquanto Besselaar (2001) discute a natureza cognitiva e social do próprio campo de estudo.

Mais recentemente, pode-se citar Fan (2007) e Anderson (2007), que discutem a inserção do leste asiático no campo de estudos CTS e as possíveis contribuições desses países à discussão entre a C&T e a sociedade. Fan e Huiduan (2009) discutem os caminhos que os estudos CTS tomaram na China, desde seus primeiros trabalhos a partir da década de 30, com forte influência do pensamento marxista, até sua institucionalização na década de 90 do século passado, quando a educação com esse enfoque passou a ganhar destaque. Por fim, esses autores discutem que conteúdos e objetivos a educação, mediante as interações C&T-Sociedade, tem na China. Ainda na Ásia, trabalhos como o de Tomoaki *et al.* (2000) e Chin (2008), respectivamente no Japão e em Taiwan, demonstram que o ensino das relações CTS encontra-se consolidado naquele continente.

Voltando aos trabalhos desenvolvidos no Brasil, com interesse particularizado no currículo, Menestrina (2008) investigou os documentos referentes aos projetos político-pedagógicos dos cursos de engenharia da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), buscando entender as visões sobre C&T ali expressas e suas implicações na formação dos egressos daquela unidade. Esse trabalho é caracterizado como um estudo de caso, apoiado em análises documental e de conteúdo de entrevistas realizadas com os professores participantes da elaboração dos planos de curso.

Pinheiro (2005), de outro lado, examina a possibilidade de um enfoque CTS na educação matemática de nível médio. Para tanto a pesquisadora em um contexto de pesquisa-ação, desenvolve e avalia atividades que visam trabalhar uma postura crítica nos estudantes de cursos técnicos da UFTPR/Ponta Grossa, chegando à conclusão de que esse enfoque contribui para que os estudantes desenvolvam a capacidade de perceber que podem atuar na sociedade e que os conhecimentos científicos ou tecnológicos não são neutros.

Pode-se também perceber o avanço das discussões no âmbito CTS no Brasil em virtude dos grupos de pesquisa dedicados à área, entre os

quais Mezalira (2008) identificou três de maior atuação no país: a) Física e Engenharias (UFSC); b) Química (UNB); c) Biologia (USP). Em sua dissertação, a pesquisadora demonstra um claro crescimento na produção de trabalhos voltados ao ensino-aprendizagem dessas áreas, em todos os níveis de escolaridade, mas com destaque para o ensino médio e superior.

Outra pesquisadora que se propõe a discutir os caminhos que a educação com orientação CTS tomou no país é Strieder (2012) que, em sua tese de doutorado, aponta uma matriz para a compreensão dos pressupostos e dos significados que o termo adquiriu no Brasil.

Ainda nesse trabalho a autora apresenta a análise sobre a produção em CTS no Encontro Nacional de Pesquisadores em Ensino de Ciências (ENPEC) do período de 1997 a 2007 (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1 - Distribuição de trabalhos nos ENPECs

Encontro	Local	Total	Sobre CTS
1997	Águas de Lindoia/SP	139	3 (2%)
1999	Valinhos/SP	117	8 (7%)
2001	Atibaia/SP	161	4 (2,5%)
2003	Bauru/SP	434	9 (2%)
2005	Bauru/SP	737	24 (3%)
2007	Florianópolis	601	29 (5%)

Fonte: Strieder (2012)

Como se pode perceber, há um incremento progressivo no número de trabalhos apresentados com temática CTS, ainda que em termos percentuais esse crescimento não seja tão significativo ou linear dentro do período.

Tabela 2 - Ocorrência de preocupações

Preocupações	Ocorrência
Pesquisas e revisões teóricas	15 (19%)
Levantamento de concepções	22 (29%)
Materiais didáticos	8 (10%)
Propostas de sala de aula	32 (42%)

Fonte: Strieder (2012)

Por outro lado, a Tabela 2 nos revela os focos de interesse dos trabalhos apresentados nos ENPECs, deixando clara a maior ênfase em propostas para sala de aula e levantamento de concepções, como também o pequeno número de trabalhos sobre materiais didáticos, quer seja em elaboração, quer seja na avaliação de materiais existentes.

Outra contribuição que essa autora traz é uma matriz (Tabela 3) para caracterizar as contribuições brasileiras no campo CTS, uma vez que a polissemia do termo tem levado a proposições diversas com o mesmo rótulo.

Tabela 3 - Matriz de Conceitos sobre CTS

Racionalidade	Desenvolvimento	Participação	Educação
(1R) Desocultamento da realidade	(1D) Neutro	(1P) Reconhecimento	(1E) Percepções
(2R) Universal	(2D) Sinônimo de progresso	(2P) Decisão Individual	(2E) Questionamentos
(3R) Em contexto	(3D) Especificidades	(3P) Decisão coletiva	(3E) Compromisso Social
(4R) Questionada	(4D) Orientado	(4P) Mecanismos de pressão	
(5R) Insuficiente	(5D) Em contexto	(5P) Esferas políticas	

Fonte: Strieder (2012)

Em sua contribuição, a autora diferencia as propostas segundo suas concepções de racionalidade científica, desenvolvimento tecnológico e participação social, e orientação educacional. Discute, assim, como as investigações, que se autodenominam CTS, têm apresentado concepções de racionalidade baseadas tanto em uma visão totalmente positivista (1R) quanto em visões críticas e relativistas (4R e 5R), e como a ideia de desenvolvimento tecnológico encontrada varia entre uma posição idealizada de neutralidade (1D) e uma visão contextualizada, em consonância com a ideia de apropriação social da tecnologia (5D). Assim, essas investigações teriam uma concepção de participação social que vai do mero reconhecimento da ciência e tecnologia (1P) até a busca de despertar uma efetiva disposição enquanto cidadão engajado a interferir nas esferas políticas sobre questões de C&T (5P). Por último, é discutida a concepção educacional que norteia os trabalhos, se a preocupação fica ao nível de se perceber, questionar ou desenvolver um efetivo compromisso social, visando a uma mudança de postura.

Com base nessa matriz, em uma amostra publicada na Revista Ciência e Educação, a autora chega à conclusão de que os artigos teóricos ou o referencial teórico dos artigos com intervenções tendem a apresentar concepções mais críticas, no sentido de uma racionalidade crítica sobre o conhecimento científico, revelando sua fragmentação e insuficiência, problemas no desenvolvimento tecnológico, destacando como objetivos de participação e educacionais a promoção do compromisso social e a compreensão do papel de atuação do cidadão nas esferas políticas.

Enquanto as propostas de intervenção têm permanecido nos níveis menos críticos onde ciência e tecnologia são apresentadas de forma neutra e como conhecimentos universais, cabe ao indivíduo informar-se ou, quando muito, aprender para o desenvolvimento de atitudes em nível individual.

Um ponto ainda deve ser destacado nos estudos CTS: a produção e avaliação de materiais didáticos. Em relação a isso, Freitas e Santos (2004) fazem um levantamento sobre os materiais didáticos produzidos no projeto "Instrumentação para o ensino de ciências naturais e matemática", avaliando-os e chegando à conclusão de que primam pela interdisciplinaridade e pela contextualização. Para essa avaliação utilizaram os critérios elaborados por Waks (1992), a saber: responsabilidade, relação com questões sociais, balanços de pontos de vista, tomada de decisão e resolução de problemas, ação responsável e integração de pontos de vista. Mansur (2007), ao discutir o pensamento dos professores sobre a possibilidade de implementação do enfoque CTS no ensino básico egípcio, detecta que estes encontram na falta de materiais didáticos adequados com tal enfoque para sua realidade um obstáculo para a efetivação dessa proposta.

Considerações finais

Ainda que esta revisão de literatura não tenha sido sistemática e extensiva, alguns pontos parecem surgir como lacunas para futuras propostas de intervenção visando a um letramento científico e tecnológico em todos os níveis de ensino:

- a) As propostas CTS brasileiras têm centrado esforços nas discussões das tradições europeias e norte-americanas, esquecendo o potencial de pensamento latino-americano e sua vinculação a políticas de ciência e tecnologia;
- b) Poucas propostas têm apresentado concepções críticas de racionalidade científica, desenvolvimento tecnológico e participação social em nível de implementação em sala de aula;
- c) Não foram encontrados trabalhos que tenham como objeto a elaboração de um material didático específico para disciplinas científicas e tecnológicas específicas em nível superior e/ou técnico.

Referências

- AIKENHEAD, G. S. STS Education: A Rose by Any Other Name. *In*: ROSS, R. **A Vision for Science Education: Responding to the Work of Peter J. Fensham**. New York: Routledge Press, 2003.
- ALVES, R. **Filosofia da Ciência**: introdução ao jogo e a suas regras. 12^a ed. São Paulo: Loyola, 2007.
- ANDERSON, W. How Far Can East Asian STS Go? A Commentary, **East Asian Science, Technology and Society: an International Journal**, v.1, p. 249–250, 2007.
- AULER, D. **Interações entre Ciência - Tecnologia - Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências**. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- BESSELAAR, P. V. D. The cognitive and the social structure of STS. **Scientometrics**, v. 51, n. 2, p. 441–460, 2001.
- CAJAS, F. Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. **Enseñanza de las ciencias**, v. 19, n. 2, p.243-254, 2001.
- CHASSOT, A. **Alfabetização científica**: questões e desafios para a educação. 4^a Ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2006.
- CEREZO, J. A. L. Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. **Revista Iberoamericana de Educación**, n, 18, 1998.
- CHIN, C. An Overview of Graduate Theses on STS Education in Taiwan between 1992 and 2004. **Chinese Journal of Science Education**, v. 16, n. 4, p.351-373, 2008.
- DAGNINO, R. **Neutralidade da Ciência e Determinismo Tecnológico**. Campinas: Editora da Unicamp, 2008.
- DEBOER, G. E. Scientific Literacy : Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 37, n. 6, p. 582–601, 2000.
- FAN, C.; HUIDUAN, M. **Thinking about some problems in current STS education**, 2009. Disponível no site: <http://apstsnzworkshop.blogspot.com/>. Acesso em: 18 maio 2010.

FAN, F. East Asian STS: Fox or Hedgehog? **East Asian Science, Technology and Society: an International Journal**, v.1, p.243–247, 2007.

FEYRABEND, P. K. **Contra o método**. São Paulo: Editora da UNESP, 2007.

FREITAS, D.; FREITAS, D.; SANTOS, S. A. M. CTS na produção de materiais didáticos: o caso do projeto brasileiro Instrumentação para o ensino interdisciplinar das Ciências da Natureza e da Matemática. *In: SEMINÁRIO IBÉRICO CTS NO ENSINO DAS CIÊNCIAS*, 3., 2004, Aveiro.

FOUREZ, G. **A construção das ciências**: Introdução à filosofia e à ética das ciências. São Paulo: Editora da UNESP, 1995.

GARCÍA, M. I. G.; LÓPEZ CERREZO, J. A.; LUJAN, J. L. **Ciencia, tecnología y sociedad**: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madri: Tecnos, 1996.

HESSEN, B. no II Congresso Internacional da História da Ciência e da Tecnologia, Londres, 1931. Tradução de J. Zanetic para a **Rev. Ensino de Física**, v. 6, n. 1, p. 37, 1984.

HOLBROOK, J.; RANNIKMAE, M. The Meaning of Scientific Literacy. **International Journal of Environmental & Science Education**, v. 4, n. 3, p. 275–288, 2009.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 4 ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 1996.

MAMEDE, M.; ZIMMERMANN, E. Letramento Científico e CTS na formação de professores para o ensino de ciências. **Enseñanza De Las Ciencias**, 2005. Número extra.

MANSUR, N. Challenges to STS Education. **Bulletin of Science, Technology, and Society**, v. 27, n. 6, p. 482-497, 2007.

MARTINS, I. P. Formação Inicial de Professores de Física e Química sobre Tecnologia e suas relações Sócio-Científicas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.2, n.3, 2003.

MEMBIELA, P. Una revisión del movimiento CTS em La enseñanza de las Ciencias. *In: MEMBIELA, P. (org.). Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad*: Formación científica para la ciudadanía. Madrid: Nancea, 2001.

MENESTRINA, T. C. **Concepção de Ciência, Tecnologia E Sociedade Na Formação de Engenheiros**: Um Estudo de Caso das Engenharias da Udesc Joinville. 2008. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

MEZALIRA, S. M. **Enfoque CTS no Ensino de Ciências Naturais a partir de publicações em eventos científicos no Brasil**. 2008. Dissertação (Mestrado) – Unijuí, Ijuí, 2008.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 2. ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2000.

NUNES, A. O. **Abordando as Relações CTSA no Ensino da Química a partir das crenças e atitudes de licenciandos: uma experiência formativa no Sertão Nordeste**. 2010. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

PINHEIRO, N. A. M. **Educação crítico-reflexiva para um ensino médio científico-tecnológico**: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático. 2005. Tese (Doutorado) – UFSC, Florianópolis, 2005.

SANTOS, W. L. P. Scientific literacy: A Freirean perspective as a radical view of humanistic science education. **Science Education**, v. 93, n. 2, p. 361–382, mar. 2009.

SANTOS, W. L. P. Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de CTS. **Alexandria**, v. 1, n. 1, p. 109–131, 2008.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social : funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, p. 474–550, 2007.

SANTOS *et al.* Química e Sociedade: Ensinando Química pela construção contextualizada dos conceitos químicos. *In*: ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. **Fundamento e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil**. Ijuí: Unijuí, 2007.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 133-162, dez. 2002.

SANTOS, M. E. V. M. **Desafios pedagógicos para o século XXI**: suas raízes em forças de mudança científica, tecnológica e social. Lisboa: Livros Horizonte, 1999.

SANMARTÍN, L.P. M. História de la Técnica: ¿Qué és? ¿En qué contribuye a clarificar las relaciones entre tecnología y sociedad? ¿Cuáles son sus limitaciones? ¿Hay alternativas? *In*: SANMARTÍN, J.; CUTCLIFFE, S.H.; GOLDMAN, S.L.; MEDINA, M. **Estudios sobre sociedad y tecnología**. Barcelona: Antropos; Leioa (Vivcaya): Universidad del País Vasco, 1992.

SILVA, M. G. L. **Repensando a tecnologia no ensino de química do nível médio: um olhar em direção aos saberes docentes na formação inicial**. 2003. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2003.

STRIEDER, R. B. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas**. 2012. Tese (Doutorado em Ensino de Física) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-13062012-112417/>. Acesso em: 10 out. 2013.

TOMOAKI, O.; HIROSHI, J.; SHUN'ICHI, K. Case Study of STS Education in High School - Tissue Culture of Kuretsubo-kabu. **Japanese Journal of Biological Education**, v.41, n.2, p. 50-56, 2000.

TORRES, A. C.; VIEIRA, R. M. Development of courseware for early school years' science education. *In*: MÉNDEZ-VILAS, A. *et al.* **Research, Reflections and Innovations in Integrating ICT in Education**. Badajoz: FORMATEX, 2009. v.1.

VILCHES, A. *et al.* Obstáculos que pueden estar impidiendo la implicación de La ciudadanía y, en particular, de los educadores, en La construcción de un futuro sostenible. Formas de superarlos. **Revista CTS**, v. 4, n. 11, p. 139-162, Julio 2008.