

Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina

Irlan von Linsingen

Introdução

Está se tornando cada vez mais presente o uso da expressão “ciência, tecnologia e sociedade” (CTS) em estreita associação com a percepção pública da atividade tecnocientífica, a discussão e definição de políticas públicas de C&T, o ensino de ciências e tecnologia, com pesquisa e desenvolvimento, a sustentabilidade, as questões ambientais, a inovação produtiva, a responsabilidade social, a construção de uma consciência social sobre a produção e circulação de saberes, a cidadania, e a democratização dos meios de produção. Enfim, com uma miríade de aspectos da atividade humana, e que remete à consideração da natureza social do conhecimento científico-tecnológico em sua constituição e apropriação sociais.

Questões que envolvem as relações da C&T com a sociedade não são novas, de modo que é pertinente deslindar o que significa reunir sob o acrônimo CTS os diferentes aspectos dessas construções históricas, desnaturalizando-as, problematizando-as, para perceber que novos sentidos estão sendo construídos sobre essas relações e suas repercussões sobre a educação, em geral, e o ensino de ciências e tecnologia, em particular.

Nesse sentido, a expressão CTS usada para fazer referência às inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade, tem a ver tanto com os fatores sociais que influenciam a mudança científico-tecnológica, quanto com as conseqüências sociais e ambientais

(González García, Cerezo e Luján, 1996), e constitui nosso objeto de estudo.

O campo de trabalho acadêmico, de reflexões, de preocupações intelectuais, sociais e políticas (Vaccarezza, 1998) relacionado a CTS é denominado de “estudos sociais da ciência e da tecnologia”, ou “estudos de ciência, tecnologia e sociedade” (ECTS)¹.

No que concerne às relações CTS na América Latina, entendo ser necessário abordar aspectos do que Dagnino, Thomas e Davyt (1996) denominaram “Pensamento Latino-Americano de Ciência, Tecnologia e Sociedade” (PLACTS) que se inicia em meados dos anos 1960 e 1970.

Como campo de reflexão, os ECTS latinoamericanos tratam de discutir de que ciência e de que tecnologia se está falando quando nos referimos à América Latina. Considerando as peculiaridades do movimento CTS² na região, os desdobramentos dessa perspectiva dos ECTS podem servir como referência na sugestão de linhas de trabalho para a abordagem de CTS

¹ Adoto aqui a construção de Vaccarezza (1998), a qual reserva o conceito de campo às funções estritamente cognitivas levadas a cabo pelos distintos cultores da reflexão sobre as relações CTS.

² Apesar das dificuldades de definição e dos antagonismos relativos ao conceito de movimento, usarei a compreensão de que movimento refere-se à conformação do sujeito político (ou a um conjunto mais ou menos integrado ou contraditório de sujeitos políticos) que busca intervir em situações de poder social Vaccarezza (1989), de modo que o movimento CTS está relacionado a situações de intervenção social através de reivindicações ou interesses de mudança específicos.

por parte da educação (Vaccarezza, 1998).

Desse modo, considero importante trazer para o campo da pesquisa em educação de países da América Latina, aspectos dos ECTS latinoamericanos que, por razões diversas, não têm recebido a devida atenção. Essa necessidade provém do fato de esses aspectos serem fundamentais à explicitação de especificidades socioculturais e socioeconômicas regionais que podem ser úteis para uma abordagem educacional contextualizada, socialmente referenciada e comprometida em termos curriculares. Isto é cabível e teoricamente pertinente desde a perspectiva da proposta central dos ECTS, como evidenciarei adiante.

Assim, para a educação em ciências e tecnologia considero conveniente abordar as características mais importantes e específicas dos ECTS de origem européia, norte-americana e latino-americana, de modo que possam atender adequadamente às necessidades e peculiaridades regionais e locais, sem descuidar das relações globais.

Neste artigo, meu foco é a educação em ciências e tecnologia, tanto do ensino fundamental e médio quanto universitário, e as transformações pedagógicas que decorrem de novas compreensões das relações CTS favorecidas pelos ECTS. Especificamente, trata-se de realizar uma contextualização do ensino sob enfoque CTS, ou seja, interessa estabelecer uma conexão estreita com os ECTS e o que eles podem proporcionar como alternativas para uma educação tecnocientífica, no âmbito das especificidades sociais-culturais e políticas latino-americanas.

Isso quer significar que, ao nos referirmos à educação CTS, estaremos apontando para questões que envolvem os variados aspectos das relações sociais e econômicas regionais, abarcando o campo das

políticas públicas de C&T com suas percepções de relevância. Ou seja, interessa reestabelecer o elo entre ciência e sociedade no ensino de ciências e tecnologia na América Latina por meio da explicitação de sua natureza social, cultural, política e econômica.

Para favorecer uma compreensão da multiplicidade de sentidos associados a CTS, apresento neste artigo, uma contextualização histórica inevitavelmente limitada, considerando os interesses e leituras das fontes de informação disponíveis. Desde já apresento minhas escusas pelas omissões e silêncios significantes.

O foco dessa contextualização é evidenciar de que modo a ciência e a tecnologia se constituem socialmente e de que modo as presumidas assunções de neutralidade da ciência e de autonomia da tecnologia influenciam os currículos e a formação dos diferentes atores.

O processo de consolidação do campo CTS em países da América Latina emerge da reação ao modelo hegemônico de percepção das relações sociais da ciência e da tecnologia, com penetração significativa em distintos campos do saber e nas políticas públicas, e com notória filiação a diferentes linhas de pensamento e ideologias.

Na educação, é perceptível a intensificação de abordagens alternativas no ensino de ciências e tecnologia e também a discussão de necessidades nos diferentes níveis de formação, considerando suas especificidades e finalidades, sob influência dos ECTS.

Procuo, com este artigo, contribuir para a percepção de relevância educativa dos ECTS nos campos específicos do saber, no ensino fundamental e médio de ciências e tecnologia, no ensino tecnológico médio e pós-médio, e no ensino superior (tecnocientífico e de

humanidades), que favoreça a construção de currículos contextualizados com CTS.

Porque há uma dinâmica social que envolve a tudo e a todos nesses tempos de exultação das tecnologias de informação e comunicação (TIC), pode-se considerar que a práxis educacional constitui-se de uma mescla de concepções CTS, composta tanto pela concepção tradicional das relações entre ciência, tecnologia e sociedade quanto por concepções mais progressistas, não havendo uniformidade entre e nos diversos níveis e modalidades de ensino. Contudo, no escopo das reflexões aqui realizadas, entendo que ainda há prevalência das relações tradicionais na conformação dessa práxis, e que configuram muitas das resistências ao processo de renovação educativa nas bases propostas pelo movimento CTS.

1. Origens e desdobramentos do movimento CTS

Os ECTS constituem um campo de trabalho de caráter crítico com relação à tradicional imagem essencialista da ciência e da tecnologia, e de caráter interdisciplinar para o qual concorrem disciplinas como a filosofia da ciência e da tecnologia, a sociologia do conhecimento científico, a teoria da educação e a economia da mudança tecnológica.

Basicamente, parte-se da crítica à concepção linear que enxergava a ciência como processo de desocultamento dos aspectos essenciais da realidade, de desvelamento de leis que a governam em cada parte do mundo natural e social. Essas leis, universais, possibilitariam a transformação da realidade com o concurso dos procedimentos das tecnologias, que constituiriam ciência aplicada à produção de artefatos. Nessa concepção, tanto ciência quanto tecnologia, e por extensão

todas as áreas técnicas que lhes dão sustentação, deveriam estar alheias a interesses, opiniões e valorações. Os resultados de uma tal ciência e tecnologia seriam colocados a serviço da sociedade para que ela decidisse sobre seus usos, de tal modo que dessa relação resultariam os instrumentos cognitivos e práticos que proporcionariam a melhoria contínua da vida humana e do bem-estar social.

A caracterização desse novo enfoque das relações CTS é fundamentalmente contrária à imagem tradicional da C&T – assumida como atividade autônoma que se orienta exclusivamente por uma lógica interna e livre de valorações externas – na medida em que transfere o centro de responsabilidade da mudança científico-tecnológica para os fatores sociais, ou seja, o fenômeno científico-tecnológico passa a ser entendido como “processo ou produto inerentemente social onde os elementos não epistêmicos ou técnicos (como valores morais, convicções religiosas, interesses profissionais, pressões econômicas etc.) desempenham um papel decisivo na gênese e consolidação das idéias científicas e dos artefatos tecnológicos” (Bazzo, von Linsingen, Pereira, 2003, p. 126).

Em termos do ensino de ciências e tecnologia, essa mudança de olhar pode significar uma transformação radical nos processos cognitivos, na medida em que a atividade tecnocientífica, pensada como atividade meio, passaria a ser orientada por uma lógica distinta da que hoje a estrutura, orientada para a técnica como meio e não um fim em si mesma. Em termos históricos, entende-se que a técnica possui apenas caráter *procedimental*, e assim o passado é traduzido como algo "superado" e ao futuro é atribuído o significado de "aperfeiçoamento" dos procedimentos. Nesse universo de meios, que

visa exclusivamente ao aperfeiçoamento e potenciamento da própria instrumentação, no qual o mundo da vida torna-se totalmente dependente do aparato técnico, os humanos acabam por tornarem-se funcionários desse aparato (Galimberti, 1999). Na perspectiva aqui abordada, visa-se à superação dessa condição.

1.1 O movimento CTS na Europa e na América do Norte

Os ECTS embora não sejam novos, começam a tomar um novo e importante rumo a partir de meados de 1960 e início dos anos 1970, como resposta ao sentimento, crescentemente generalizado, de que o desenvolvimento científico e tecnológico não possuía uma relação linear com o bem-estar social, como se tinha feito crer desde o século XIX e renovado logo após a Segunda Guerra Mundial. O sonho de que o avanço científico e tecnológico geraria a redenção dos males da humanidade estava chegando ao fim, por conta de uma tomada de consciência dos acontecimentos sociais e ambientais associados a tais atividades (Mitcham, 1990).

É num clima de tensão gerado pela guerra do Vietnã, pela guerra fria, pela difusão midiática de catástrofes ambientais e dos horrores provocados pelo aparato científico e tecnológico de destruição posto a serviço da morte (napalm desfolhante, armas químicas e biológicas), pelos efeitos da ampliação do poder destrutivo e efeitos colaterais das armas nucleares revelados nos testes no Pacífico³ e nos desertos da América do Norte (e pelos esforços que levaram à assinatura do tratado de limitação de tais testes), pelos movimentos ambientalistas e da contracultura que se iniciavam, e também pela crítica acadêmica da

tradição positivista da filosofia e da sociologia da ciência, que se estabelecem as condições para uma nova forma de ver as interações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Desde seu início, os estudos e programas CTS seguiram três grandes direções: no campo da pesquisa, como alternativa à reflexão acadêmica tradicional sobre a ciência e a tecnologia, promovendo uma nova visão não-essencialista e socialmente contextualizada da atividade científica; no campo das políticas públicas, defendendo a regulação social da ciência e da tecnologia, promovendo a criação de mecanismos democráticos facilitadores da abertura dos processos de tomada de decisão sobre questões de políticas científico-tecnológicas; e, no campo da educação, promovendo a introdução de programas e disciplinas CTS no ensino médio e universitário, referidos à nova imagem da ciência e da tecnologia (Bazzo, von Linsingen, Pereira, 2003). Desde os anos 1980, também o ensino fundamental é influenciado por CTS, no qual a disciplina Ciências passou a ser pensada mais criticamente.

Essas três direções reúnem tradições CTS bastante diferentes – norte-americana e de países europeus –, e são conectadas pelo chamado “silogismo CTS”, baseado em três premissas. A tradição européia, centrada na pesquisa acadêmica dos antecedentes sociais da mudança científico-tecnológica, trata o desenvolvimento científico e tecnológico como um processo conformado por fatores culturais, políticos e econômicos, além de epistêmicos. A segunda premissa considera a mudança científico-tecnológica como um fator determinante principal que contribui para moldar nossas formas de vida e de

³ Aspectos mais diversificados dos testes nucleares realizados no atol de Bikini em 1946 e suas interações discursivas e midiáticas com a tecnociência podem ser encontrados no documentário *Rádio Bikini* de Robert Stone, 1987.

ordenamento institucional, sendo assunto público de primeira grandeza. Reúne os resultados da tradição norte-americana, mais pragmática, que se preocupa mais com as conseqüências sociais e ambientais da mudança científico-tecnológica e com os problemas éticos e reguladores suscitados por tais conseqüências. A terceira premissa é a de que todos compartilhamos um compromisso democrático básico.

A natureza valorativa desta última justifica a conclusão de que, para tanto, “deveríamos promover a avaliação e o controle social do desenvolvimento científico-tecnológico, o que significa construir as bases educativas para a participação social formada, assim como criar mecanismos institucionais para tornar possível tal participação” (González García, Cerezo e Luján, 1996, p. 227).

Duas obras bem diferentes, publicadas em 1962, foram consideradas um marco importante para o movimento CTS. Os livros *Silent Spring* (Primavera Silenciosa), da bióloga Rachel Carson, e *A estrutura das revoluções científicas*, do historiador e filósofo da ciência Thomas Kuhn, teriam sido marcantes para a ação e reflexão CTS. O primeiro, ao expor sérias questões relativas aos riscos associados aos inseticidas químicos como o DDT, alimenta a reação dos movimentos sociais, principalmente ecologistas, pacifistas e da contracultura, contribuindo de várias maneiras para a criação dos movimentos ambientalistas (Cutcliffe, 1990). O segundo, ao considerar novos enfoques para a atividade científica que se contrapõem à concepção tradicional, desencadeia um novo ímpeto de reflexões acadêmicas no campo da História e da Filosofia da Ciência (Mitcham, 1989). A partir da obra de Kuhn a filosofia toma consciência da

importância da dimensão social e das raízes históricas da ciência, ao mesmo tempo em que inaugura um estilo interdisciplinar que tende a diluir as fronteiras clássicas entre as especialidades acadêmicas.

Para um período histórico de transformações sociais singulares como o da década de 1960, que certamente já possuía uma trajetória histórica que vinha se formando desde pelo menos o início do século XX, ambas as obras contribuem para que nas duas vertentes do movimento CTS se desenvolva a orientação para uma reconsideração da perspectiva moderna sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade, o que acaba emergindo, em 1999, como um novo contrato social⁴ para a ciência e a tecnologia.

De fato, a imagem da tecnologia como benfeitora da humanidade já começa a receber críticas antes da Segunda Guerra Mundial, com o surgimento de obras como *Técnica e Civilização* de Lewis Mumford (1934), *Meditação da Técnica* de Ortega y Gasset (1939), e posteriormente com Heidegger (1954), Jacques Ellul (1954), Habermas (1968) e outros.

Um dos mais influentes precursores intelectuais do movimento CTS pode ter sido Charles P. Snow, que numa conferência Rede em 1959, apresentada em Notre Dame, cujo teor seria transformado em livro⁵ logo a seguir, inaugurou o debate sobre o distanciamento progressivo entre “duas culturas

⁴ O novo contrato social para a C&T, reclamado em fóruns como o Congresso de Budapeste (1999), implica num ajustamento da ciência e da tecnologia aos padrões éticos que já governam outras atividades sociais, isto é, democratizá-las, para estar então em condições de influir sobre suas prioridades e objetivos, reorientando-os para as autênticas necessidades sociais, ou melhor, aquelas necessidades que emanem de um debate público sobre o tema (Bazzo, von Linsingen, Pereira, 2003) <<http://www.campus-oei.org/salactsi/budapestdec.htm>>.

⁵ *As duas culturas e uma segunda leitura*: Uma versão ampliada das duas culturas e a revolução científica. Tradução de Geraldo G. de Souza e Renato A. Rezende Neto. São Paulo : Edusp, 1995.

(incomunicáveis)”, uma formada por cientistas e outra por humanistas (Cutcliffe, 1990). De forma mais precisa, Snow discute o abismo existente entre ciência e literatura. Seu crédito foi justamente o de ter tornado aparente a existência de duas culturas que supostamente se opõem. Entretanto, foi a metáfora das duas culturas que se tornou marcante para a perspectiva CTS, e atualmente voltou a ser retomada com força, dada a notável atualidade do tema e a sua capacidade de provocar debates relevantes das questões que envolvem as interações da ciência e da tecnologia com a sociedade.

Essa metáfora é bastante significativa para as reflexões pedagógicas da educação científica e tecnológica, na medida em que possibilita a emersão de questões relacionadas às interações dos campos disciplinares da tecnociência com o seu entorno sociocultural, notadamente ausentes na formação profissional, bem como de aspectos da complexidade das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, a que se acrescenta necessariamente a natureza, transformada pelo conjunto das atividades científico-tecnológicas.

Passados mais de quarenta anos do início do movimento de “desencantamento”⁶ científico-tecnológico, a lista de problemas atribuídos à ciência e à tecnologia parece crescer mais que suas inegáveis benesses, contribuindo para isso tanto a academia quanto a mídia, o que concorre para o acirramento das contradições da percepção pública da

ciência e da tecnologia.

Entretanto, a forma tradicional de entendimento conceitual da ciência e da tecnologia como atividades autônomas, neutras e benfeitoras da humanidade, cujas raízes estão firmemente fincadas no século XIX, continua a ser utilizada na academia para legitimar suas atividades. Para González García, Cerezo e Luján, “é essa concepção tradicional, assumida e promovida pelos próprios cientistas e tecnólogos, a que em nossos dias continua sendo usada para legitimar formas tecnocráticas de governo e continua orientando o projeto curricular em todos os níveis de ensino” (González García, Cerezo e Luján, 1996, p. 26).

É neste contexto que surgem e se desenvolvem os ECTS, constituindo uma resposta da comunidade acadêmica internacional à crescente onda de insatisfação com a concepção tradicional da ciência e da tecnologia. Em essência, trata-se de “ressaltar a dimensão social (e prática) da ciência e da tecnologia, opondo-se a uma visão anacrônica sobre a natureza especial da ciência como forma autônoma de conhecimento e a tecnologia como ciência aplicada; contribuem desse modo para a desmistificação da imagem tradicional da ciência-tecnologia” (*idem*), que tem orientado entendimentos e ações desde a revolução industrial. Particularmente, foi a imagem da tecnologia como ciência aplicada que contribuiu para a concepção pedagógica adotada na educação tecnocientífica, sendo esse um dos principais motivos de se buscar nos ECTS uma re-significação dessa prática educacional, para uma maior compreensão das suas implicações.

1.2. O movimento CTS na América Latina

Se o movimento CTS se origina na

⁶ Esse termo é empregado aqui como indicativo de que a explicitação de aspectos mais delicados da atividade científico-tecnológica resultou numa perda de credibilidade no caráter benfeitor e neutro da ciência e da tecnologia, materializada pela reação social e acadêmica a partir da década de 1960. Esse termo procura incluir também uma positividade no fato de que o desencantamento pode desencadear uma tomada de consciência sobre as diferentes possibilidades da C&T, tornando mais consciente o caráter das suas produções.

Europa a partir da confluência da sociologia da ciência desenvolvida por Robert Merton com um enfoque institucional e da relação entre ciência e poder destacada por Bernal nos anos 1930, bem como dos desenvolvimentos de Solla Price defendendo um enfoque interdisciplinar que postulava uma “ciência da ciência”, na América Latina a origem do movimento se encontra na reflexão da ciência e da tecnologia como uma competência das políticas públicas. Mesmo não sendo parte de uma comunidade explicitamente identificada como CTS, isso se configurou como um pensamento latinoamericano em política científica e tecnológica (Vaccarezza, 1998), posteriormente identificado como “Pensamento Latino Americano de Ciência, Tecnologia e Sociedade” (PLACTS), que encontra em Oscar Varsavsky, Amílcar Herrera, Jorge Sábato, Máximo Halty e Marcel Roche, dentre outros, seus expoentes.

Os trabalhos desenvolvidos pelo PLACTS, escritos principalmente por cientistas e engenheiros, estavam focados na busca de caminhos e instrumentos para o desenvolvimento local do conhecimento científico e tecnológico, de modo a satisfazer as necessidades da região. O objetivo daquela geração de pensadores, que foi parcialmente alcançado, consistiu em tornar a ciência e tecnologia um objeto de estudo público, um tópico ligado a estratégias de desenvolvimento social e econômico. Pablo Kreimer, concordando com Dagnino, Thomas e Davyt (1996), comenta que o PLACTS estava centrado na crítica ao modelo linear de inovação e à proposição de instrumentos analíticos como “projeto nacional”, “demandas sociais de C&T”, “política implícita e explícita”, “estilos

tecnológicos” e “pacotes tecnológicos”. (Kreimer, 2007).

Sintonizado com os ECTS europeus e norteamericanos, o PLACTS tratava a ciência e tecnologia como processos sociais com características específicas e dependentes do contexto onde são introduzidas, compartilhando, portanto, a perspectiva CTS de não-neutralidade e não-universalidade. Dessa compreensão emerge o que foi entendido como um paradoxo: “ao mesmo tempo em que os países menos desenvolvidos tentam produzir conhecimento científico local, estão submetidos a uma relação de dependência do conhecimento – particularmente tecnológico – produzido em países industrializados.” (Kreimer, 2007).

Estudos de caso CTS desde uma perspectiva sociológica, como os conduzidos por Kreimer e Zabala (Doença de Chagas na Argentina) (Kreimer, 2007), explorando as relações entre problemas sociais e questões de conhecimento, favorecem a construção de novos sentidos sobre possibilidades e limitações do conhecimento científico e tecnológico como fator de desenvolvimento social em sociedades da periferia. Para tal, submetem à discussão a noção de “relevância”, a qual supõe que a produção de conhecimento pode resultar de uma genuína estratégia de abordagem e solução de problemas sociais.

Esse contexto permite também pensar numa endogenização da tecnociência⁷, vista como assimilação crítica e criativa, como processo através do

⁷ A tecnociência não se resume a uma contração das palavras ciência e tecnologia, mas significa que ambas perdem identidade como atividades separadas e autônomas em favor da percepção de indissociabilidade, de atividade social, cultural e ambientalmente referenciada e comprometida, que compõe o que se tem apropriadamente chamado de um tecido sem costura,

qual a ciência e a tecnologia sejam significativas e funcionais às especificidades de países com tradição de dependência, que não exclui a importação de conhecimento tecnocientífico, mas que seja adequada às demandas definidas por uma política de C&T com compromissos sociais amplos (Vessuri, 2001). Nesse sentido, a transferência de tecnologia transforma-se em parte do processo de assimilação/geração de tecnologia (Herrera, *apud* Dagnino, 2000). Não há nesse processo a intenção de um encapsulamento da sociedade que opta por um desenvolvimento científico e tecnológico com essas características, mas implica conquistar autonomia para definir de que maneiras essa sociedade particular deseja funcionar, em que base tecnológica deseja estabelecer suas relações sociotécnicas.

Ao nível ideológico trata-se, entre outras coisas, de um processo de ruptura com a visão tradicional de ciência e de tecnologia que segue de uma desocidentalização (ou deseuropeização), “o assumir a ciência como cultura, o passar do predomínio de atores sociais que são 'porteiros' que abrem as portas para as tecnologias forâneas do mundo desenvolvido ao apogeu de vetores tecnológicos endógenos, o reestruturar disciplinas científicas que constituem reservatórios de conhecimentos elaborados por outras culturas, a reavaliação do sentido comum local e a re-construção de tradições, assim como a participação social na criação de tecnologia” (Vessuri, 2001, p. 242).

2. CTS e a educação no contexto científico e tecnológico

marcada por interesses múltiplos e sujeita ao controle democrático.

Um elemento chave da mudança da imagem da ciência e da tecnologia propiciado pelos ECTS consiste na renovação educativa, tanto em conteúdos curriculares como em metodologias e técnicas didáticas. Nesse sentido têm-se desenvolvido os programas educativos CTS, implantados no ensino superior de numerosas universidades da Europa e dos EUA desde finais dos anos 1960 (Solomon, 1993; Yager, 1993).

Em linhas gerais, no âmbito do ensino superior, pretende-se que os programas CTS sejam oferecidos como especialização de pós-graduação (especialização, mestrado) ou como complemento curricular para estudantes de diversas procedências.

Trata-se, por um lado, de proporcionar uma formação humanística básica a estudantes de engenharia e ciências naturais. O objetivo é desenvolver nos estudantes uma sensibilidade crítica acerca dos impactos sociais e ambientais derivados das novas tecnologias ou a implantação das já conhecidas, formando por sua vez uma imagem mais realista da natureza social da ciência e da tecnologia, assim como do papel político dos especialistas na sociedade contemporânea.

Por outro lado, trata-se de oferecer um conhecimento básico e contextualizado sobre ciência e tecnologia aos estudantes de humanidades e ciências sociais. O objetivo é proporcionar a esses estudantes, futuros juízes e advogados, economistas e educadores, uma opinião crítica e informada sobre políticas científica e tecnológica que os afetarão como profissionais e como cidadãos. Assim, essa educação deve capacitá-los para participar de forma frutífera em controvérsias públicas ou em discussões institucionais sobre tais políticas.

A polémica cisão da vida intelectual e prática no ocidente em dois grupos

diametralmente opostos, separados por um abismo de incompreensão mútua, levantada por Snow, referia-se às culturas humanística e científico-tecnológica. O propósito principal da educação CTS é tratar de fechar essa brecha entre duas culturas, posto que tal brecha constitui um terreno fértil para o desenvolvimento de perigosas atitudes tecnófobas (e também tecnófilas), e ainda mais a de dificultar a participação cidadã nos processos decisórios sobre mudança tecnológica.

Os programas de Ciência, Tecnologia e Políticas Públicas (STPP) nos EUA surgiram como uma resposta a necessidades sentidas no interior das comunidades científicas e tecnológicas, sendo que nas instituições tecnológicas mais importantes dos EUA estavam proximamente relacionados com as escolas de engenharia, e não por acaso. A presença da ciência na Segunda Guerra Mundial revelou, por um lado, que “a gestão de ciência e tecnologia em suas novas e complexas interações com o governo e a sociedade exige capacidades especiais. A experiência não é suficiente para que os engenheiros aprendam a fazê-lo, e os gestores tradicionais carecem, em geral, da educação e habilidades necessárias para comunicar-se efetivamente com o pessoal científico” (Mitcham, 1990, p. 16). Essa participação da ciência e da engenharia, como mostram Mayor e Forti (1998) se intensifica no período da guerra fria, indicando que a tecnociência está também profundamente relacionada com a indústria bélica. Desafortunadamente, os acontecimentos de setembro de 2001 nos EUA e seus desdobramentos discursivos favoreceram a retomada dos investimentos massivos no sistema industrial-militar.

É perceptível, a partir dessas constatações, a capacidade de interferência da

tecnociência nas sociedades, bem como a importância dos tecnólogos nesse processo de construção social e reforça, em nível mundial, a necessidade de uma reorientação e contínua análise das políticas pedagógicas das instituições de ensino tecnológico, a par da participação social mais ampla nas políticas públicas de ciência e tecnologia.

Os programas CTS nos EUA foram criados nos finais da década de 1960 como resposta a influências externas da ciência e da tecnologia, basicamente, como já comentado, em decorrência das pressões dos movimentos ambientalistas e de consumidores, que fizeram emergir uma preocupação pública com os rumos da mudança tecnológica, o que resultou na criação de diversas organizações tais como a Agência de Proteção Ambiental e o Escritório de Avaliação Tecnológica.

Na perspectiva CTS atual, a tecnologia tende a ser vista mais como forma de organização social, com interações complexas, incorporando aspectos que não são comuns à concepção tradicional de engenharia, que continua zelando pela separação das “duas culturas” ao promover uma formação estritamente tecnocientífica.

Curiosamente, Peter Engelmeier (1855-1941), um dos fundadores da engenharia profissional russa, defendia há mais de cem anos uma formação não apenas técnica dos profissionais de engenharia. Ele afirmava que “se os engenheiros irão ocupar seu lugar legítimo nos assuntos do mundo, não só devem ser formados em seus campos técnicos, mas também na compreensão sobre o impacto e a influência social da tecnologia”. (Engelmeier, *apud* Mitcham, 2001, p. 34). Esse é um ponto importante para as reflexões realizadas neste artigo, posto que um dos desdobramentos universitários da abordagem CTS está relacionado à perspectiva de uma *educação*

crítica em engenharia.

Dadas as novas orientações educacionais que essa perspectiva oferece ao nível de formação básica, de um processo que já se encontra em andamento, com notável poder de penetração e consolidação, pode-se considerar que, uma vez implementada essa formação no ensino médio, um impacto sobre a formação universitária se fará notar, provocando a emergência de questões sociotécnicas que não são explicitamente apresentadas na formação universitária, de modo que é no mínimo conveniente que as instituições universitárias se atenham a considerar seriamente a inclusão da perspectiva CTS em todas as áreas de formação profissional, e especialmente nas áreas ditas técnicas.

Uma ação disciplinar, com tratamento transversal CTS, destinada a suprir parte dessa carência formativa para os estudantes de todas as modalidades de ensino constitui, e assim é entendida no contexto desta reflexão, uma importante contribuição para uma formação voltada para a visão ampliada do comprometimento social da tecnociência. Ações que considero importantes, neste momento, passam pelo estabelecimento de políticas institucionais de fomento à estruturação de programas de formação em CTS de professores de todos os níveis.

Para a educação tecnológica esta é uma condição necessária, mas não suficiente. É necessário que, além de proporcionar formação humanística básica conforme expresso anteriormente, o próprio conhecimento tecnocientífico seja conceitualmente transformado e que a sua preparação didática incorpore essas concepções da natureza social e cultural da ciência e da tecnologia, além dos tradicionais critérios econômicos e de eficácia já incorporados e dados como “naturais” e

imanentes na técnica.

A consolidação de uma educação tecnológica que contemple a abordagem CTS no conhecimento tecnocientífico, como aqui tratado, pode ser favorecida por meio de pelo menos duas ações concatenadas: a assunção curricular da interdisciplinaridade como necessidade para o tratamento pedagógico dos assuntos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais, e o tratamento transversal da temática CTS na abordagem disciplinar das áreas técnicas, considerando suas relações sociotécnicas.

No âmbito acadêmico, desde os primeiros programas vinculados a universidades como a da Pensilvânia nos EUA e de Edimburgo no Reino Unido nas décadas de 1960 e 1970, CTS é já considerado um campo consolidado em várias universidades e centros educativos em outros países.

Em países da América Latina, como Argentina, Colômbia, México, Brasil, Cuba e Chile, embora recente, CTS já está presente na pesquisa e na educação em e sobre ciência e tecnologia. Com o aumento da percepção de pertinência das abordagens CTS na educação, um crescente número de atores de países latinoamericanos tem se dedicado a estudar e implementar propostas educacionais em várias instituições, de modo que entendo ser necessário e urgente realizar um levantamento do estado da questão no Brasil. Dentre várias instituições brasileiras que já se dedicam aos ECTS, atividades com a conotação aqui apresentada, apenas para citar algumas, têm sido desenvolvidas na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e na Universidade de Brasília (UnB), com orientações diferenciadas, em decorrência das suas origens e dos seus objetivos.

Na UFSC, tais estudos estão mais próximos da educação em ciências e tecnologia com maior tradição no âmbito da pesquisa em educação de nível médio, como atesta a experiência de ensino de ciências centrado em eventos (Zilbersztajn, 1994) e, mais recentemente, consolidando também uma posição para a educação universitária e formação docente, através do Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT) vinculado ao Centro de Ciências Físicas e Matemáticas (CFM), ao Centro de Educação (CED), ao Centro de Ciências Biológicas (CCB), contando também com a participação do Centro Tecnológico (CTC). Essa característica multi e interdisciplinar, própria do enfoque CTS, sugere uma salutar aproximação entre centros até então considerados “incomunicáveis”.

Um dos compromissos desse novo programa (criado em 2001) é com a ampliação das perspectivas educacionais do que em CTS poderia se identificar com a consciência social da Ciência e da Tecnologia por parte de seus atores. Ao mesmo tempo, ao trabalhar numa perspectiva de alfabetização científica e tecnológica, pode viabilizar uma maior aproximação negociada da C&T com o público em geral, conferindo “transmissão de poder social”, objetivando a superação da ação tecnocrática, e também com o sentido proposto pelo novo contrato social para a ciência e a tecnologia.

Dessas relações interdisciplinares na pesquisa em educação em ciências têm emergido trabalhos voltados para o estabelecimento de articulações entre diferentes enfoques ou linhas teóricas. Trabalhos que estabelecem articulações entre pressupostos da Pedagogia de Paulo Freire e referenciais dos ECTS para a educação em ciências, servem para exemplificar as

possibilidades dessas aproximações. Entre outras, tal articulação tem estimulado debates envolvendo aspectos da investigação temática freireana (temas geradores e temas dobradiça) e o sentido de relevância da temática CTS em âmbito local e regional, abrindo novas e ricas possibilidades para a área da educação em ciências. (Auler e Delizoicov, 2006; Nascimento e von Linsingen, 2006; Santos, no prelo).

Buscando novas possibilidades de articulação e de compreensão sobre as relações CTS e o ensino de ciências e tecnologia, grupos de estudo têm se organizado em torno dessa temática. O Grupo Discursos da Ciência e da Tecnologia na Educação (DICITE), da UFSC, vem enfocando alguns aspectos de referenciais teóricos da análise do discurso, e sua importância no que diz respeito a uma educação transformadora, buscando compreender como se constituem esses discursos, suas condições de produção e prováveis conseqüências sobre a educação científica e tecnológica, e suas relações com as tomadas de decisão sobre questões de C&T na esfera pública (Ramos *et al.*, 2006).

No mesmo sentido, experiências significativas de formação de professores de ciências do ensino fundamental têm sido realizadas, privilegiando o aprofundamento de questões relacionadas ao funcionamento dos discursos da/sobre ciência e tecnologia que perpassam os contextos formais de ensino, face aos entendimentos públicos das relações entre ciência, tecnologia e sociedade (von Linsingen, Souza, Pereira, 2007).

Na UNICAMP, a abordagem CTS está presente no campo da pesquisa em políticas de C&T e também na área da educação em ciências. O Grupo de Análise de Políticas de Inovação do Departamento de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências (IG) tem conduzido trabalhos de

pesquisa em Adequação Sócio-técnica, Análise de Política Universitária, Análise de Políticas de Inovação, Economia Solidária, Estudos Sociais da Ciência e Tecnologia, Relações Ciência, Tecnologia e Sociedade, Tecnologia Social e em Ensino em Ciência, Tecnologia e Sociedade, entre outros (Dagnino, 2006).

Outro exemplo na Unicamp é o Grupo de Pesquisa em Educação Aplicada às Geociências (GPEAG), do Departamento de Geociências Aplicadas ao Ensino (também do IG), o qual tem coordenado projetos educacionais com orientações para as relações ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA), que tratam de aspectos de inclusão social considerando o ambiente dos atores, e que vem se tornando referência para a pesquisa em educação CTSA.

Na UFRJ, o Núcleo de Estudos de Ciência&Tecnologia&Sociedade (NECSO) vem trabalhando com Análise Sócio-Técnica e Teoria Ator-Rede, com linhas de pesquisa em Novos Arranjos Produtivos e Inovação, História da Tecnologia de Imagem Médica no Brasil, Políticas dos Artefatos, Produção do Conhecimento (entre a Linguagem e a História), Conhecimento, Cultura e Poder.

Esses trabalhos têm contribuído para os ECTS latinoamericanos e oferecido elementos de contextualização para o ensino tecnocientífico⁸. Essas iniciativas, e muitas outras que estão em curso, como as atividades do Núcleo de Solidariedade Técnica (SOLTEC/UFRJ), do Departamento de Engenharia Industrial da Escola Politécnica da UFRJ (Lianza, Addor, 2005), de Economia Solidária ou de Redes de Tecnologia Social, sugerem boas aproximações desses campos na América Latina com as abordagens

contextualizadas da educação em ciências e tecnologia com enfoque CTS regionais.

Destaca-se ainda a presença já significativa de trabalhos de pesquisa em educação CTS em eventos importantes como o ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências), promovido pela Associação Brasileira de Pesquisa e Educação em Ciências (ABRAPEC), inclusive com a reunião de educadores pesquisadores em um grupo de trabalho CTS. É significativo, também, o aumento do número de publicações de pesquisas em educação CTS em periódicos importantes de educação em ciências.

Encontros regionais do campo dos ECTS como o II Simpósio Nacional de Tecnologia e Sociedade e as III Jornadas de Jovens Pesquisadores em CTS, realizados na Universidade Técnica Federal do Paraná (UTFPR), em Curitiba, em novembro de 2007, o I Congreso Argentino de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología, em Buenos Aires, em julho de 2007, ou as VI Jornadas Latino Americanas de Estudios Sociales da Ciência e Tecnologia (VI ESOCITE), realizado em 2006 em Bogotá (Colômbia), têm reunido trabalhos de campos disciplinares como história, política, sociologia, economia, antropologia e educação, com problemas que vão desde as relações entre ciência, tecnologia e democracia, análise dinâmica e redes sociotécnicas, até questões de gênero e educação e abordagens de reflexividade do próprio campo CTS.

Esse rico e dinâmico panorama atual dos ECTS, favorecido pela promoção de encontros de diferentes disciplinas, tem favorecido o surgimento de novas aproximações conceituais e definições de novos objetos de pesquisa, com amplas possibilidades para o campo da educação em

⁸ Um exemplar dessa contribuição aos ECTS é o livro “Yes, nós temos Pasteur - Manguinhos, Oswaldo Cruz e a história da ciência no Brasil”, de Henrique Cukierman (Cukierman, 2007).

geral e de ciências e tecnologia em particular e a publicação deste número especial temático da Revista Ciência & Ensino, vinculada ao Grupo de Estudo e Pesquisa em Ciência e Ensino (gepCE) e ao GPEAG, ambos da UNICAMP, e ao DICITE da UFSC, mostra uma preocupação constante voltada para assuntos que articulam Educação, Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

3. Algumas reflexões para a educação numa perspectiva CTS

Destacados alguns dos aspectos mais relevantes para a construção de novos sentidos sobre as relações da ciência e tecnologia com a sociedade e o ambiente, cabe uma reflexão não conclusiva sobre o caráter da educação em ciências e tecnologia voltada para os interesses e necessidades de países latinoamericanos.

Educar, numa perspectiva CTS é, fundamentalmente, possibilitar uma formação para maior inserção social das pessoas no sentido de se tornarem aptas a participar dos processos de tomadas de decisões conscientes e negociadas em assuntos que envolvam ciência e tecnologia.

A noção de abrangência das interferências da tecnociência, amplamente aceita atualmente, permite afirmar que se trata de formar para uma participação decisiva em praticamente todos os aspectos da vida em sociedade. Em outras palavras, é favorecer um ensino de/sobre ciência e tecnologia que vise à formação de indivíduos com a perspectiva de se tornarem cômicos de seus papéis como participantes ativos da transformação da sociedade em que vivem. É, igualmente, apostar no

fortalecimento e ampliação da participação democrática.

A renovação educativa proposta por essa perspectiva pode ser favorecida por uma mudança de olhar, de educadores e de educandos, através da qual o ensino de ciências e tecnologia deixa de ser focado em conteúdos distantes e fragmentados, baseados em conhecimentos científicos supostamente neutros e autônomos, e passa a ser focado em situações vividas pelos educandos em seus contextos vivenciais cotidianos.

Trata-se aqui, fundamentalmente, da educação escolar, formal, sem esquecer que a educação acontece nos vários espaços e momentos sociais, na casa, na rua, na igreja, no clube, nos grupos etc. Aceito, com Brandão (2006), que não existe uma forma única e nem um único modelo de educação e que, muitas vezes, a escola interfere na educação das comunidades de maneira pouco adequada. Mas entendo que, num mundo cada vez mais interagente e permeado pela ciência e pela tecnologia, a escola acaba assumindo um papel social que precisa e deve ser rediscutido, pois, ao mesmo tempo em que ela não deve se contrapor ao meio social-cultural onde se insere, assume um papel de promoção de uma inserção social mais ampla, para preparar as pessoas e as sociedades a uma convivência intercultural e intersocial sem perda de suas identidades, ou favorecendo a compreensão das mudanças de identidade que se processam no contato com as diferentes sociedades e culturas.

A educação em ciências e tecnologia deve, necessariamente, estar envolvida com esse duplo e imbricado compromisso de construir sentidos sobre as ações

cotidianas, com conhecimentos sobre tudo aquilo que faz com que esse cotidiano se transforme e se viabilize com a presença cada mais intensiva da tecnociência e de seus produtos. Em outras palavras, educar para estabelecer relações de compromisso entre o conhecimento tecnocientífico e a formação para o exercício de uma cidadania responsável, visando à máxima participação democrática, o que implica criar condições para um ensino de ciências contextualizado, social e ambientalmente referenciado e comprometido.

O significado da dimensão transformadora que representa essa proposta de renovação educativa incluída no enfoque CTS, para o ensino de ciências e tecnologia, pode ser mais bem compreendido a partir de seus elementos.

O acrônimo CTS é formado a partir dos termos Ciência – Tecnologia – Sociedade, ou seja, com a intenção de realçar a relação de interdependência entre esses três termos/conceitos.

Significa que, para podermos construir sentidos novos sobre as relações CTS e suas profundas interações, é adequado e necessário construir uma nova compreensão dos termos/conceitos constituintes e dos modos como se interligam.

Aparentemente, Ciência parece ser um conceito que já conhecemos completamente. Afinal, Ciência é o que os cientistas fazem. Mas o que fazem os cientistas? Quem são esses seres tidos como especiais que, como anjos da guarda, teriam o papel de zelar pelo bem estar da humanidade usando os princípios de autonomia, objetividade, racionalidade, isenção e honestidade como bases para um trabalho hercúleo: o desvelamento das

verdades escondidas em todas as coisas do mundo?

Claro que para poder falar sobre esse trabalho, será necessário falar sobre como esses indivíduos e grupos dos quais participam conseguem realizar esse empreendimento em seus campos de especialidade, mediados por equipamentos montados em laboratórios caros e sofisticadas redes de informação e comunicação, onde ocorrem interações e trocas de conhecimentos muito complexos, mas praticamente incomensuráveis para os leigos, “simples seres humanos”. Tais conhecimentos deverão posteriormente ser distribuídos e ensinados, e no trajeto que vai da produção ao consumidor leigo são traduzidos em sucessivas etapas até transformarem-se em produtos a ensinar e, finalmente, em produto ensinado, mas muitas vezes não aprendido.

Teremos que perguntar também por financiamento de pesquisa. De onde vêm os recursos para o empreendimento científico que, como sabemos, não costumam ser encontrados facilmente? Enfim, quem financia a pesquisa científica e porque o faz? Claro está que a rede que favorece o desenvolvimento da atividade científica é muito ampla e intrincada, mas pode ser seguida, identificando-se, nos nós e tramas que a constituem, agentes como os pesquisadores de universidades e laboratórios de empresas, os financiadores governamentais e privados, os comitês definidores de políticas científico-tecnológicas, os diversos grupos de interesse, das instâncias decisórias do poder, enfim, todos os atores que identificam a ciência como atividade inerentemente social.

Se o conhecimento científico resulta dessa intrincada rede, de cujos nós fazem parte todo tipo de interesses e relações de poder tipicamente humanas (Latour, 2000), é lícito imaginar que essa é uma atividade socialmente comprometida e que os financiamentos se destinarão preferencialmente para a busca de determinados conhecimentos e não de outros. E, normalmente, a decisão sobre quais pesquisas financiar é realizada de acordo com pré-concepções do que seja Ciência e do que seja relevante, através de comitês assessores formados por pessoas comprometidas com algum tipo de conhecimento e com interesses determinados, sejam eles financeiros ou ideológicos. E os cientistas, aqueles “seres especiais”, nesse contexto, transformam-se em humanos idiossincráticos, portadores de conhecimentos diferenciados e parcelares. É por isso que não se pode entender a ciência como atividade neutra e nem autônoma. Decorre daí censuras de diversas ordens, particularmente de caráter ideológico e político.

Os grandes desenvolvimentos da ciência contemporânea, como as pesquisas atômica e genética, para termos exemplos de ampla difusão e que suscitam muitas controvérsias, só podem ser realizados com investimentos massivos e que envolvem uma imensa rede de atores sociais. Ambos os empreendimentos só podem se concretizar com a ajuda da Tecnologia, que é outro empreendimento humano de enorme envergadura.

Do mesmo modo que a Ciência, associamos o termo tecnologia com coisas que de alguma maneira já conhecemos. Assim, tecnologia tem a ver com a TV, o

automóvel, os espaços urbanos, os edifícios, os remédios, os sistemas de comunicação e informação... Enfim, com todos os objetos e artefatos produzidos pelos humanos.

Mas não são os objetos em si que são “a Tecnologia”. Eles são produtos da Tecnologia, ou seja, os resultados decorrentes de uma rede de relações humanas e não humanas (reúne aspectos organizacionais, técnicos, sociais e culturais) que faz com os objetos se materializem e adquiram relevância e valor. Isso quer significar que os objetos e artefatos materiais produzidos pelos humanos carregam em si toda a carga de humanidade que os constitui. As idiossincrasias, os interesses, as limitações historicamente constituídas, os valores dos grupos de interesse dominantes etc. Os objetos e artefatos são, desse modo, ontologicamente impregnados de humanidade e se constituem como políticos.

Ora, se a tecnologia é mais que os objetos materiais que dela resultam e se os próprios objetos e sistemas tecnológicos são inerentemente políticos (Winner, 1985), isso significa que a tecnologia não existe como coisa em si mesma autônoma e determinada, à qual os humanos devem se submeter, mas como algo sobre o que podem agir, decidir, controlar e definir rumos. É preciso, portanto, definir quem, quais atores e contingências e emergências sociais poderão influir sobre os rumos tecnológicos e como a educação pode contribuir para isso.

Por essa construção, a ciência e a tecnologia não podem mesmo ser compreendidas fora do contexto sociocultural e político e nem ser

imaginadas como atividades que se desenvolvem alheias aos códigos definidores das diferentes sociedades e culturas.

Refiro-me aqui à imbricação e inseparabilidade entre sociedade, tecnologia e ciência. Para alguns sociólogos, não há mesmo muito sentido em separar os três termos/conceitos, ou tratá-los de forma separada. Concordo, mas prefiro, no âmbito da educação, abordá-los separadamente por uma razão relativamente evidente. Existem sentidos sociais-culturais historicamente construídos sobre esses termos/conceitos que balizam toda a atividade científico-tecnológica e são usados para determinar relações sociais de produção e, também, o que se pode ou não se pode fazer em termos de ciência e tecnologia.

Uma compreensão ampliada das interações C-T-S passa pela percepção da impossibilidade de desconsiderar o mundo natural, tanto no que respeita às interferências humanas sobre ele quanto às suas intervenções sobre as construções humanas, que caracteriza em totalidade o ambiente no qual vivemos (natural e artificial), razão pela qual é totalmente pertinente considerar as inter-relações ambiente/sociedade/ciência/tecnologia, que se têm caracterizado como CTSA.

O modo como essas interações são caracterizadas sugere, admitindo sua constituição histórica, uma seqüência de acontecimentos que inicia com a ciência, caminha com a tecnologia, e chega até a sociedade e o ambiente em que ela está mergulhada e transforma, transformando-se.

Esse olhar se aproxima muito de um outro: o do modelo linear de

desenvolvimento, para o qual o desenvolvimento da ciência seria o motor da tecnologia que, por sua vez, alavancaria o desenvolvimento econômico que desencadearia automaticamente o desenvolvimento social e que, por consequência, resultaria no bem estar da sociedade⁹.

A justificativa para a expropriação generalizada do mundo natural estaria contida no próprio modelo e numa concepção essencialista e salvacionista de ciência e tecnologia de viés positivista, ainda aceita, em que as soluções para os problemas ambientais (naturais e artificiais) estariam no aumento do investimento em ciência e tecnologia, ou na tecnociência.

Essa concepção de mundo e de evolução parece justificar a maioria das atitudes, tanto de governos quanto de setores parcelares das sociedades, que defendem como necessária não apenas a manutenção do modelo econômico dominante, mas também a aceleração da mundialização econômica, fonte dos recursos para o desenvolvimento também acelerado da tecnociência. Trata-se de uma circularidade que não mais se sustenta, em função da também crescente degradação do mundo natural e artificial (urbano) e, certamente, também sociocultural.

⁹ O relatório de Vannevar Bush intitulado *Science: The endless frontier* (Ciência: a fronteira inalcançável) traça as linhas mestras da futura política tecnológica norte-americana (pós-segunda Guerra Mundial), reforçando o modelo linear de desenvolvimento: o bem-estar nacional depende do financiamento da ciência básica e do desenvolvimento sem interferência da tecnologia, assim como da necessidade de manter a autonomia da ciência para que o modelo funcione. O crescimento econômico e o progresso social viriam por consequência. Uma leitura mais abrangente sobre o assunto pode ser encontrada em Bazzo, von Linsingen e Pereira, 2003.

No entanto, prefiro aceitar que o acrônimo CTS se constitui pela historicidade, considerando que o movimento que o fez emergir, na década de 1960, estava centralmente comprometido com a desmistificação de concepções de neutralidade, essencialidade, salvacionismo, autonomia, e determinismos tanto da ciência, quanto da tecnologia. O que põe por terra também a própria efetividade do modelo linear de desenvolvimento.

Nesse contexto, a escola, ou mais amplamente a educação em ciências e tecnologia, assume um papel diferente do tradicional, estando muito mais comprometida com uma formação não para a ciência como coisa em si mesma, neutra e independente, mas como uma atividade social, com origem e fim social e por coerência, também política, econômica e culturalmente comprometida e referenciada. Do mesmo modo, também não deverá contemplar a concepção hegemônica de tecnologia, ambientada para a reprodução do sistema dominante, mas para o atendimento de interesses acordados por um número cada vez mais significativo de atores sociais.

O caráter educacional é, portanto, o da tecnociência ensinada com os objetivos sociais de inserção e de democratização nesse nível de intervenção.

Se esse é um sentido assumido como norteador de nossas ações no mundo e em sociedade, como professores, consumidores, cidadãos, então a educação em qualquer nível e modalidade, e a educação em ciências em particular, não pode prescindir de considerar os aspectos mais particulares daquelas atividades cujos produtos insinuam-se de maneira

quase imperceptível, mas decisiva nos mais íntimos espaços de nossas vidas, de nossos pensamentos e modos de ser que, de tão próximos, parecem naturais e inquestionáveis.

4. Bibliografia

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Educação CTS: Articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e referenciais ligados ao movimento CTS. In: LÓPES, A. B.; PEINADO, V-B.; LÓPES, M. J.; RUZ, M. T. P. (Org.). *Las Relaciones CTS en la Educación Científica*. Málaga: Editora da Universidade de Málaga, 2006, v. Único, p. 01-07.

BAZZO, W. A.; VON LINSINGEN, I.; PEREIRA, L. T. V. (Eds.). *Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)*, Madrid: OEI, 2003.

BRANDÃO, C. R. *O que é Educação*. (48ª reimpr.). São Paulo: Brasiliense, 2006.

CUKIERMAN, H. L. *Yes, nós temos Pasteur - Manguinhos, Oswaldo Cruz e a história da ciência no Brasil*. Rio de Janeiro: Relume Dumará - FAPERJ, 2007.

CUTCLIFFE, S. Ciencia, tecnología y sociedad: un campo interdisciplinar. In: MEDINA, M.; SANMARTÍN, J. (Eds.). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: Estudios Interdisciplinarios en la Universidad, la Educación y en la Gestión Pública*. Barcelona: Anthropos, 1990.

DAGNINO, R. Mais além da participação pública na ciência: buscando uma reorientação dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade em Ibero-américa. *CTS+I*, México, v. 7, 2006.

DAGNINO, R. (Org.). *Amilcar Herrera: um intelectual latino-americano*. Campinas: Unicamp/IG/DDCT, 2000.

DAGNINO, R.; THOMAS, H.; DAVYT, A. El pensamiento en ciencia, tecnología y sociedad en Latinoamérica: una interpretación política de su trayectoria. In: *REDES*, v.III, n.7, pp. 13-52. Buenos Aires, 1996.

ELLUL, J. *El Siglo XX y la Técnica: Análisis de las conquistas y peligros de la técnica de*

- nuestro tiempo*. Barcelona: Labor, 1960.
- GALIMBERTI, U. *Psiche e techne. L'uomo nell'età della tecnica*. Roma: Feltrinelli, 1999.
- GONZÁLEZ GARCÍA, M. I.; CERREZO, J. A. L.; LUJÁN, J. L. L. *Ciencia, tecnología y sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos, 1996.
- HABERMAS, J. *Ciencia y técnica como "ideología"*. Madrid: Tecnos, 1999
- HEIDEGGER, M. A questão da técnica. In: *Cadernos de Tradução*, n.2. São Paulo: Depto. de Filosofia, USP, 1997.
- HERRERA, A. *Ciencia y política en América Latina*. México: Siglo XXI Editores, 1971
- KREIMER, P. Social Studies of Science and Technology in Latin America: A Field in the Process of Consolidation. In: *Science Technology & Society*, 12, 1. Sage Publications, 2007. <<http://sts.sagepub.com>>
- KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva, 1990
- LATOUR, B. *Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora*. São Paulo: Editora UNESP, 2000.
- LIANZA, S.; ADDOR, F. *Tecnologia e Desenvolvimento Social e Solidário*. Porto Alegre: UFRGS Editora, 2005.
- MAYOR, F.; FORTI, A. *Ciência e poder*. Campinas: Papyrus, 1998.
- MITCHAM, C. *La importancia de la filosofía para la ingeniería*. In: Cerrezo, Luján e Palacios (Orgs.). *Filosofía de la tecnología*. Madrid: OEI, 2001.
- _____. En busca de una nueva relación entre Ciencia, Tecnología y Sociedad. In: MEDINA, M.; SANMARTÍN, J. (Orgs.). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: Estudios Interdisciplinarios en la Universidad, la Educación y en la Gestión Pública*. Barcelona: Anthropos, 1990.
- _____. *¿Qué es la Filosofía de la Tecnología?*. Barcelona: Anthropos, 1989.
- MUMFORD, L. *Técnica y Civilización*. Madrid: Alianza Editorial, 1994.
- NACIMENTO, T. G.; von LINSINGEN, I. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o Ensino de Ciências. In: *Revista Convergencia* (Toluca), v. 13, n. 42, p. 95-116, 2006. <<http://convergencia.uaemex.mx/>>
- ORTEGA Y GASSET, J. *Meditación de la técnica y otros ensayos sobre ciencia y filosofía*. (1939). Madrid: Alianza Editorial, 1982.
- RAMOS, M. B.; NASCIMENTO, T. G.; LINSINGEN, I.; SOUZA, S. C. A Ciência e a Tecnologia como discursos: uma visão alternativa para uma educação CTS. In: *VI Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología*, Bogotá-Colômbia: Memorias ESOCITE, 2006.
- SÁBATO, J. *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia*. Buenos Aires: Ed. Paidós, 1975.
- SANTOS, W. L. P. Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de CTS. In: *Alexandria, Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, (no prelo).
- SNOW, C. P. *As duas culturas e uma segunda leitura*. São Paulo: Edusp, 1995.
- SOLOMON, J. *Teaching science, technology and society*. Buringham: Open University Press, 1993.
- VACCAREZZA, L. S. Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en América Latina, In: *Revista Iberoamericana de Educación*, n.18 - Ciencia, Tecnología y Sociedad ante la Educación, set-dez, 1998. <<http://www.oei.es/oeivirt/rie18a01.htm>>, acesso 20/11/2007.
- VARSAVSKY, O. *Ciencia, política y cientificismo*. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina, 1969.
- VESSURI, H. De la transferencia a la creatividad. Los papeles culturales de la ciencia en los países subdesarrollados. In: IBARRA, A.; CERREZO, J. A. L. *Desafíos y tensiones actuales en ciencia, tecnología y sociedad*. Madrid: Biblioteca Nueva/OEI, 2001.

von LINSINGEN, I.; SOUZA, S.C.; PEREIRA, P. B. Repensando a formação de professores de ciências numa perspectiva CTS: algumas intervenções. *Actas del Primer Congreso Argentino de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología*, v. 1. p. 1-17, Buenos Aires, jul. 2007.

WINNER, L. Do Artifacts have Politics? (1983), In: MacKenzie, D. *et al.* (eds.). *The Social Shaping of Technology*. Philadelphia: Open University Press, 1985.

YAGER, R. E. The advantages of STS approaches in science instruction in grades four through nine. In: *Bulletin of Science, Technology and Society*, n.13, 1993.

ZILBERSZTAJN, A. *et al.* Aprendizagem centrada em eventos: Uma experiência no Ensino de Ciência Tecnologia e Sociedade. *Atas do IV EPEF*. Florianópolis, 1994.

Irlan von Linsingen é professor do Depto. de Engenharia Mecânica do CTC da Universidade Federal de Santa Catarina e do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, e membro do Grupo de Estudos Discursos da Ciência e da Tecnologia na Educação – DICITE.
E-mail: linsingen@emc.ufsc.br