

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

NILCÉIA APARECIDA MACIEL PINHEIRO  
ROSEMARI MONTEIRO CASTILHO FOGGIATTO SILVEIRA  
WALTER ANTONIO BAZZO  
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

---

## Introdução

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

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

As pessoas precisam ter acesso à ciência e à tecnologia não somente no sentido de entender e utilizar os artefatos e *mentefatos* (grifo nosso)<sup>1</sup> como produtos ou conhecimentos, mas também de opinar sobre o uso desses produtos, percebendo que não são neutros, nem definitivos, tampouco absolutos.

---

<sup>1</sup> Silogismo utilizado por Ubiratan D' Ambrósio em sua obra *Da realidade à ação: reflexões sobre a educação matemática* (1986), para expressar ideias tais como religião, valores, filosofias, ideologias e ciência como manifestações do saber, que se incorporam à realidade. [...] São os artefatos e mentefatos que resultam da ação, e que ao se incorporarem à realidade, vêm modificá-la. Aí se situa a tecnologia, como síntese de artefatos e mentefatos.

**Revista Iberoamericana de Educación**

**ISSN: 1681-5653**

n.º 49/1 – 25 de marzo de 2009

EDITA: Organización de Estados Iberoamericanos  
para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI)



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

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

As afirmativas acima somente serão possíveis se tivermos um público formado na compreensão do funcionamento da tecnociência, que perceba que o debate e a negociação são métodos que permitem a resolução de conflitos que envolvam o interesse da sociedade, podendo contribuir com o desafio de viver em uma sociedade voltada para a democracia.

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

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

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

## O que é CTS

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

tanto nos benefícios que esse desenvolvimento possa estar trazendo, como também as consequências sociais e ambientais que poderá causar.

Anterior ao surgimento do movimento CTS, apesar de já existirem pessoas preocupadas em refletir sobre o assunto e analisar sobre o papel da ciência e da tecnologia em nossa sociedade, a ênfase maior se dava em traduzir o que significava a atividade científica. A preocupação era definir o método científico, para que se pudesse demarcar o que era ciência e o que não era. Essa visão ainda se encontra presente nos vários setores de nossa sociedade, de forma tradicional ou positivista, que define a ciência como atividade científica, cujo único fim é o desenvolvimento de conhecimentos que descobrem novas verdades. (Martín *et al.*, 2001). Esse entendimento faz com que não se levem em conta as questões históricas ou as relações entre a atividade científica e os contextos sociais em que ela se desenvolve, supondo que a ciência seja neutra em relação ao contexto histórico-social.

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

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

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

Outra observação que podemos fazer em relação ao modelo linear é que a tecnologia aparece como uma aplicação da ciência e, dessa forma, qualquer estudo ou consideração que se faça em relação à ciência, faz-se também acerca da tecnologia, como é o caso da neutralidade. De acordo com Hidalgo *et al.* (2001), a neutralidade atribuída à ciência e à tecnologia, pode ser classificada como: a) neutralidade ontológica – ciência e tecnologia não modificam o mundo, deixam as coisas como estão; b) neutralidade

gnosiológica – as ciências são objetivas e compatíveis entre si, sem conflitos entre os conteúdos; c) neutralidade axiológica – os conhecimentos científicos e tecnológicos estão livres de valores e isentos de deformações ideológicas.

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

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

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

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

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

## Origem europeia

A tradição europeia, de acordo com González *et al.* (1996), originou-se por volta de 1979 na Universidade de Edimburg, no chamado “Programa Forte”, cujos autores foram Barry Barnes, David Bloor e

Steven Shapin. Caracteriza-se como uma tradição de investigação acadêmica, mais que educativa ou de divulgação, tendo como principais conhecimentos formadores de sua base as ciências sociais, dentre elas a sociologia, a antropologia e a psicologia. Põe ênfase na dimensão social antecedente ao desenvolvimento científico-tecnológico, centrando-se na explicação da origem das teorias científicas e, portanto, da ciência como processo. Nesse sentido:

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

Portanto, o enfoque do referido programa volta-se para a visão macrossocial, buscando um contexto mais amplo, de maneira a explicitar de que forma a diversidade dos fatores sociais (políticos, econômicos, culturais, religiosos etc) influenciam no contexto científico-tecnológico. É viável questionar o desenvolvimento tecnológico como um processo linear, no qual ocorrem benefícios e acúmulos, pois a ideia de evolução é algo que pode ocorrer nos vários sentidos, dependendo do caminho que se escolher.

De acordo com González *et al.* (1996), existem ainda diversos enfoques que possuem suas raízes no Programa Forte. Entre eles, podemos citar o construtivismo social, o qual teve seu início com H. Collins e posteriormente foi desenvolvido por T. Pinch, por meio do EPOR (*Empirical Program of Relativism*), que oferece três importantes contribuições para o entendimento do contexto científico-tecnológico: a) a flexibilidade interpretativa dos resultados experimentais mostra que os descobrimentos científicos são susceptíveis de mais de uma interpretação; b) ao desvendar os mecanismos sociais, retóricos, institucionais, etc, que limitam a flexibilidade interpretativa, tal contexto favorece o fechamento das controvérsias científicas, promovendo o consenso em torno do que é a verdade em cada caso; c) os mecanismos de fechamento em torno da verdade sobre as controvérsias científicas relacionam-se com o meio sociocultural e político mais amplo. Dessa forma, enfatiza o enfoque microsocial, começando por descrever, por exemplo, os acontecimentos inerentes aos lugares onde se produz a ciência: os laboratórios.

As pesquisas de reflexividade de S. Woolgar surgiram da análise etnográfica<sup>2</sup> da ciência, que culminou no livro denominado *Laboratory Life* (1979/1986), escrito em parceria com Bruno Latour. Aponta-se, nessa obra, uma análise decididamente microsocial da atividade científica. Os autores centram-se em um laboratório de neuroendocrinologia norte-americano, utilizando a observação participativa e a análise do discurso para coletar, interpretar e relatar o dia-a-dia da comunidade científica.

Segundo González *et al.* (1996), a reflexividade proposta pelo Programa Forte, propõe que é mediante o exame dos textos científicos ou outras formas de divulgação científica, que se tenta entender os mecanismos a que os autores recorrem para transformar seus interesses em conhecimentos e, dessa forma, persuadir aos que por meio deles têm seus problemas resolvidos. González *et al.* (1996) comentam que Steve Woolgar e Malcolm Ashmore chamam atenção quando se afirma que a atividade científica é uma representação fiel do mundo real, ou então que a reflexão sociológica é uma representação fiel da atividade

---

<sup>2</sup> A análise etnográfica, de acordo com Bogdan e Biklen (1994), consiste em uma descrição profunda. Quando se examina a cultura com base nessa perspectiva, o etnógrafo se depara com várias interpretações de vida, de senso comum, as quais se tornam difíceis de separar. Nesse sentido, o etnógrafo visa a apreender os significados que os membros da cultura têm como dados adquiridos e, posteriormente, propõe-se apresentar um novo significado às pessoas exteriores à cultura. O etnógrafo preocupa-se essencialmente com as representações.

científica. Isso significa dizer que não é possível nos distanciarmos o suficiente de nossas próprias atividades para analisá-las externamente. Em relação à chamada teoria da rede de atores, de Bruno Latour e Michel Callon, González *et al.* (1996) comentam que a ciência se define como uma rede cujos nós estão formados tanto por atores humanos, quanto por atores não humanos. Os autores analisam como se formam essas redes e como os nós se formam e se interrelacionam. González *et al.* (1996, p. 82) apontam que:

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

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

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

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

Deixamos claro que existem outras propostas em CTS que continuam a surgir na Europa, porém, o que consideramos relevante é selecionar os pontos em que essa tradição se detém, no que diz respeito à relação ciência-tecnologia-sociedade. Nesse sentido, de acordo com González *et al.* (1996) é possível resumir alguns pontos importantes que a tradição europeia aponta: institucionalização acadêmica na Europa (em sua origem); ênfase nos fatores sociais antecedentes; atenção à ciência e, secundariamente à tecnologia; caráter teórico e descritivo; marco explicativo: ciências sociais.

## Origem norte-americana

As preocupações expostas nessa origem centram-se mais nas consequências sociais e ambientais que o desenvolvimento científico-tecnológico pode causar. Ela enfatiza as consequências sociais das inovações tecnológicas e sua influência sobre nossas formas de vida e suas relações com o meio, por isso sua relevância maior é defender a participação cidadã nas políticas públicas sobre ciência e tecnologia.

Nesse sentido, estabelece três importantes argumentos para defender a participação pública no contexto científico-tecnológico: o argumento instrumental, que defende a participação pública como a melhor garantia para evitar resistências e desconfianças; o argumento normativo, para o qual os cidadãos são os melhores juizes e defensores de seus próprios interesses; o argumento substantivo, que considera as posições dos leigos, tão válidas quanto as dos especialistas. (López *et al.*, 2003). De acordo com esses pesquisadores as formas mais comuns que a tradição oferece para as participações públicas são audiência pública, gestão negociada, painéis de cidadãos e pesquisas de opinião.

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

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

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

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

Segundo González *et al.* (1996), um autor bastante conhecido que se destacou nos E.U.A. por meio do pragmatismo americano foi John Dewey. Ele defendeu a engenharia social, afirmando que tanto a ciência quanto a tecnologia possuem uma carga de valores que devem ser manipuladas numa gestão democrática. Autores como Paul Durbin e Larry Hickman também se enquadram na tradição pragmatista. Outro autor que se destaca na tradição americana é Jacques Ellul. Ele apresenta uma orientação mais

sociológica que filosófica ao afirmar que os seres humanos estão condicionados à civilização tecnológica. Defende como saída para isso:

[...] a ética do não-poder, segundo a qual os seres humanos devem aceitar não levar à prática tudo aquilo que são capazes de realizar. Deste modo a humanidade poderá libertar-se da escravidão tecnológica e buscar novas atitudes não determinadas pela tecnologia. (Tradução nossa) (González *et al.*, 1996, p. 98).

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

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

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

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

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

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

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

Contudo, podemos dizer que as duas tradições buscam um mesmo objetivo, que é o de ultrapassar a visão positivista, herdada e tradicional, do que constitui a ciência e a tecnologia, objetivando cada vez mais compreender as relações existentes entre elas e a sociedade, oferecendo uma nova concepção sobre o que consiste a relação entre ciência-tecnologia-sociedade. Ambas as tradições, visam ao caráter social da ciência e da tecnologia, procurando ultrapassar a ciência como conhecimento autônomo e a tecnologia como aplicação direta da primeira. É possível verificar também, preocupações com a necessidade de

mudança cultural, de postura perante o universo científico-tecnológico. Destaca-se nas duas tradições, a necessidade de se promover a participação pública dos cidadãos nas decisões que orientam o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, para que a democracia esteja sempre presente na solução dos problemas.

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

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

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

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

## O enfoque CTS na educação

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

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

Desde que se iniciou o movimento CTS, há mais de trinta anos, um dos principais campos de sua investigação e ação social tem sido o educativo. Nesse campo de investigação, que comumente chamamos de "enfoque CTS no contexto educativo", percebemos que ele traz a necessidade de renovação na estrutura

curricular dos conteúdos, de forma a colocar a ciência e a tecnologia em novas concepções vinculadas ao contexto social. De acordo com Medina e Sanmarín (1990), é importante que alguns objetivos sejam seguidos, quando se pretende incluir o enfoque CTS no contexto educacional: Questionar as formas herdadas de estudar e atuar sobre a natureza, as quais devem ser constantemente refletidas. Sua legitimação deve ser feita por meio do sistema educativo, pois só assim é possível contextualizar permanentemente os conhecimentos em função das necessidades da sociedade; Questionar a distinção convencional entre conhecimento teórico e conhecimento prático, assim como sua distribuição social entre 'os que pensam' e 'os que executam', que reflete, por sua vez, um sistema educativo dúbio que diferencia a educação geral da vocacional; combater a segmentação do conhecimento, em todos os níveis de educação; promover uma autêntica democratização do conhecimento científico e tecnológico, de modo que ela não só se difunda, como também se integre na atividade produtiva das comunidades de maneira crítica.

Dessa forma, a importância de se discutir com os alunos sobre os avanços da ciência e da tecnologia, suas causas, consequências, interesses econômicos e políticos, de forma contextualizada, está no fato de que devemos conceber a ciência como fruto da criação humana. Por isso ela está intimamente ligada à evolução do ser humano, desenvolvendo-se permeada pela ação reflexiva de quem sofre/age as diversas crises inerentes a esse processo de desenvolvimento.

Verificamos que o enfoque CTS, vem sendo muito difundido nas últimas décadas no campo educacional, principalmente no ensino de ciências, acentuando-se a partir de 1980. Em nível internacional impulsionou os periódicos da área de Ensino de Ciências e Matemática a publicarem vários artigos sobre o tema, entre eles destacamos a Revista *Science & Education* e *International Journal of Science Education*, tendo esta última publicado um volume especial – *Special issues: Science, Technology and Society* (vol. 10, n.º 04, 1988). Além disso, citamos também, a existência da *International Organization for Science and Technology Education* (IOSTE), que realizou em 2008 seu décimo terceiro simpósio internacional, com o intuito de discutir assuntos que envolvem o contexto científico-tecnológico e social.

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

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

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

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

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

Voltando nosso foco para o Brasil, os trabalhos sob a perspectiva CTS podem ser encontrados em periódicos da área de Ensino de Ciências e Matemática, como por exemplo, a *Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, a *Revista Ciência & Educação*, entre outras, alguns são também encontrados em livros, teses e dissertações. Desses trabalhos destacamos: Bazzo (1998); Auler, (2002); Leal e Gouveia (2001); Cruz (2001); Bazzo e Colombo (2001); Mortimer e Santos (2000); Koepsel (2003); Pinheiro e Bazzo (2004); Pinheiro (2005); Pinheiro *et al.* (2007a), Pinheiro *et al.* (2007b), entre outros.

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

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

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

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

Nas três categorias, o professor é o grande articulador para garantir a mobilização dos saberes, o desenvolvimento do processo e a realização de projetos, nos quais os alunos estabelecem conexões entre o

conhecimento adquirido e o pretendido com a finalidade de resolver situações-problema, em consonância com suas condições intelectuais, emocionais e contextuais.

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

## Considerações finais

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

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

Diante disso, é necessário que a escola possa ser colocada como um elemento central para o desenvolvimento do cidadão. E deverá deixar de lado os modelos prontos, a memorização e, principalmente, a fragmentação do conhecimento. As mediações e interconexões que podem relacionar a história dos conhecimentos em sua contínua evolução e interdependência são pontos de análise e reformulação nessa nova proposta.

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

## Bibliografia

- ACEVEDO, J. A. D. A. (2001): *La formación del profesorado de enseñanza secundarias para la educación CTS: una cuestión problemática*. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo9.htm>>. Acesso em: set.
- (2004): "Actitudes y creencias CTS de los alumnos: su evaluación con el cuestionario de opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad". In: *Revista Iberoamericana de Educación*, n.º 2, enero-abril, 2002. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores>>. Acesso em: set.
- ÁLVAREZ PALACIOS, Fernando; FERNÁNDEZ OTERO, Germán, e RISTORI GÁRCIA, Teresa (1996): *ciencia, tecnología y sociedad*. Madrid: Ediciones Del Laberinto.
- AULER, Décio (2002): *Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de ciências*. Tese (Doutorado em Educação: Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- AYARZAGUENA SANZ, Mariano; DOMINGO MORTALLA, Tomás; HERRANZ GÓMEZ, Yolanda, e RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, Agustín Ramón (1996): *Ciencia, tecnología y sociedad*. Madrid: Noesis.
- BAZZO, Walter Antonio (1998): *Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica*. Florianópolis: UFSC.
- , e COLOMBO, Ciliana R. (2001): "Educação tecnológica contextualizada: ferramenta essencial para o desenvolvimento social brasileiro". In: *Revista de Ensino de Engenharia*, Florianópolis, vol. 20, n.º 1, pp. 9-16.
- CRUZ, Sonia Maria Silva Correa de Souza (2001): *Aprendizagem centrada em eventos: uma experiência com enfoque ciência, tecnologia e sociedade no ensino fundamental*. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- D'AMBRÓSIO, Ubiratan (1986): *Da realidade à ação: reflexões sobre educação e matemática*. São Paulo: Summus.
- GONZÁLEZ GARCÍA, Marta I.; LÓPEZ CERREZO, José A., e LÓPEZ, José L. (1996): *Ciencia, tecnología y sociedad*. Madrid: Tecnos.
- HIDALGO TUÑÓN, Alberto; CENTENO PRIETO, Salvador; GEREDUZ RIERA, Manuel; GONZÁLEZ NANCLARES, Emilio J., e UREÑA PORTERO, Gabriel (2001): *Ciencia, tecnología y sociedad*. Madrid: Algaida.
- KOEPSSEL, Raica (2003): *CTS no ensino médio: aproximando a escola da sociedade*. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- LEAL, M. C. E, e GOUVÊA, G. (1999): "Ensino de ciência, tecnologia e sociedade: comparando perspectivas do ensino formal e não formal". In: *Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, 2., Valinhos. Anais... Valinhos: ABRAPEC. 1 CD-ROM.
- LÓPEZ CERREZO, José Antonio (2002): "Ciência, tecnologia e sociedade: o estado da arte na Europa e nos Estados Unidos". In: SANTOS, Lucy Woellner dos (org.): *Ciência, tecnologia e sociedade: o desafio da interação*, pp. 3-39. Londrina: IAPAR.
- ; LUJÁN, José Luis; MARTÍN GORDILLO, Mariano, e OSORIO, Carlos (2003): *Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)*. Madrid: OEI.
- MARTÍN GORDILLO, Mariano; ARRIBAS RAMÍREZ, Ricardo; CAMACHO ÁLVAREZ, Ángel, e FERNÁNDEZ GARCÍA, Eloy (2001): *Ciencia, tecnología y sociedad*. Madrid: Grupo Editorial Norte.
- MORTIMER, Eduardo Fleury, e SANTOS, Widson Luiz P. (2001): "Tomada de decisão para a ação social responsável no ensino de ciências". In: *Ciência e Educação*, 1, pp. 95-111.

- OSORIO, Carlos (2002): "La educación científica y tecnológica desde el enfoque en ciencia, tecnología y sociedad. Aproximaciones y experiencias para la educación secundaria". In: *Enseñanza de la Tecnología / Ensino da Tecnologia*, 28, pp. 61-81.
- PINHEIRO, Nilcéia A. M., e BAZZO, Walter Antonio (2004): "Uma experiência matemática sob o enfoque CTS: subsídios para discussões". In: *Revista Perspectiva*, Erechim, 28, pp. 33-49.
- (2005): *Educação crítico-reflexiva para um ensino médio científico tecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático*. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- ; SILVEIRA, Rosemari M. C. Foggiatto, e BAZZO, Walter Antonio (2007a): "Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio". In: *Revista Ciência & Educação*, São Paulo, 13, pp. 71-84.
- ; MATOS, Eloiza A. S. Ávila de, e BAZZO, Walter Antonio (2007b): "Refletindo acerca da ciência, tecnologia e sociedade: enfocando o ensino médio". In: *Revista Ibero-Americana de Educación*. Madrid, 44, pp. 147-165.
- SANMARTÍN, J., e ORTÍ, A. (1992): "Evaluación de tecnologías". In: SANMARTÍN, J. *et al. Estudios sobre sociedad y tecnología*, pp. 42-66. Barcelona: Anthropos.
- SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos, e SCHNETZLER, Roseli Pacheco (2003): "A formação do cidadão e o ensino de CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade". In: *Educação em química: compromisso com a cidadania*, pp. 57-90. 3.ª ed. Ijuí: Unijuí.
- TEZANOS TORTAJADA, José Félix, e LÓPEZ PELÁEZ, Antonio (1997): *Ciencia, tecnología y sociedad*. Madrid: Sistema.