

VIEIRA, E. D.; NASCIMENTO, S. S. do. Avaliações de argumentação de licenciandos em física sobre um episódio de estágio curricular: em que critérios eles se baseiam? In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 11., 2008. Anais... Curitiba, 2008.

WALKER, K. A.; ZEIDLER, D. L. Promoting discourse about socioscientific issues through scaffolded inquiry. *International Journal of Science Education*, v. 29, n. 11, p. 1387-1410, 2007.

ZEIDLER, D. L.; KREFFER, M. The role of moral reasoning and the status of socioscientific issues in science education: philosophical, psychological and pedagogical considerations. In: ZEIDLER, D. L. (Ed.). *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in*

*science education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003.

ZEIDLER, D. L. et al. Beyond STS: a research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, v. 89, n. 3, p. 357-377, 2005.

ZOHAR, A.; NEMET, E. Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 39, n. 1, p. 35-62, 2002.

#### Leitura sugerida

JIMÉNEZ-ALEXANDRE, M. P. (Ed.). *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research*. Tallahassee: Springer, 2008.

## O enfoque CTS e a formação de professores de ciências: considerações a partir da abordagem de questões sociocientíficas

Rosa Oliveira Marins Azevedo, Evandro Ghedin,  
Maria Clara Silva-Forsberg e Amarildo Menezes Gonzaga

**E**ste capítulo procura evidenciar as possíveis razões pelas quais o enfoque CTS ainda não tenha se inserido efetivamente no processo educacional e apontar alternativa à sua inserção. Para tanto, aborda a origem do movimento CTS e discute seu enfoque na educação, no ensino de ciências e na formação de professores. Este é um estudo crítico, feito a partir de uma pesquisa documental centrada na produção científica publicada em livros, teses e trabalhos apresentados em anais de eventos e revistas da área educacional. As leituras permitiram direcionar as discussões, assumindo-se a análise interpretativa para a organização do texto. O estudo evidencia que a formação de professores, pelos problemas apresentados em seus aspectos teórico-epistemológicos e éticos, é o principal obstáculo à inserção do enfoque CTS no processo educacional. Como alternativa, aponta-se a abordagem de questões sociocientíficas com enfoque CTS, em uma perspectiva de complementaridade, como possibilidade de melhorias nos aspectos evidenciados.

### INTRODUÇÃO

Embora as repercussões no campo educacional do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) tenham surgido com mais vigor em países do hemisfério norte, as discussões sobre questões sociais envolvendo ciência e tecnologia já ocorrem há mais de três décadas no Brasil. No entanto, apesar dos esforços e das conquistas no campo das pesquisas ao longo desses anos, a apropria-

ção do enfoque CTS pelas instituições de ensino do país foi muito mais no campo discursivo do que verdadeiramente incorporada ao processo educacional, particularmente na formação de professores de ciências.

Tal situação induz ao entendimento de que houve significativos avanços nos discursos, mas não nas práticas educacionais. Isso nos leva a questionar, considerando a importância do enfoque CTS na educação, sobre as possíveis razões ou os

obstáculos para que esse enfoque ainda não tenha ocupado o lugar devido no processo educacional, particularmente na formação de professores de ciências, e, conseqüentemente, a buscar alternativa para a sua inserção.

Essas inquietações se fizeram presentes ao longo das discussões no desenvolvimento de uma disciplina – Educação em Ciência, Tecnologia e Cidadania – oferecida em um curso de Doutorado em Educação em Ciências, suscitando ampliação dos estudos realizados e busca por possíveis respostas. É o que nos propomos a fazer por meio deste trabalho, que se traduz em uma pesquisa bibliográfica, tendo como referências centrais Auler (2002), Auler e Bazzo (2001), Linsingen (2007), Santos (2007, 2011), entre outros autores, que colocam, entre suas temáticas principais de pesquisa, o enfoque CTS, além de pesquisadores internacionais, como Aikenhead (1994, 2009), Cerezo (1998) e Vaccarezza (1998).

Trata-se, desse modo, de um trabalho teórico em uma perspectiva crítica, centrado na pesquisa documental, que envolveu a produção científica publicada em livros, teses e trabalhos apresentados em anais de eventos e revistas da área educacional. A partir das leituras, elaboramos resenhas e fichamentos que permitiram direcionar as discussões para a organização do texto, que trata da origem do movimento CTS e do enfoque CTS na

educação e no ensino de ciências, além de discutir esse enfoque na formação de professores de ciências e na abordagem de questões sociocientíficas.

Na análise das discussões, procuramos seguir o desenho interpretativo considerado a partir das categorias assumidas na perspectiva crítica, objetivando que estes possam contribuir para (re) pensar o processo formativo de professores, particularmente de ciências, de modo a alterar currículos instituídos que não atendem mais às necessidades da sociedade contemporânea. Contudo, temos clareza de que as considerações que desenvolvemos não dão conta da complexidade que envolve a temática, mas representam uma tentativa de situar as questões e, possivelmente, sugerir caminhos para aprofundamento de estudos.

#### ORIGENS DO MOVIMENTO CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)

Ainda que as origens do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) já tenham sido amplamente discutidas com diferentes ênfases por Linsingen (2007), Auler (2002), Santos e Mortimer (2002), Amorim (1995),<sup>1</sup> entre outros autores, consideramos necessário trazer algumas considerações a respeito, na tentativa de revelar as razões que levaram esse movimento a estar entre as

principais temáticas discutidas no campo educacional.

A expressão CTS é utilizada para fazer referência às inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Uma questão primária e que parece consenso nessa inter-relação, tomando por base os autores mencionados, é pensar a ciência e a tecnologia sempre como uma questão que ocorre em um contexto de uma determinada sociedade. No entanto, nem sempre foi assim.

À ciência e à tecnologia, nas sociedades modernas, era depositada fé conferida somente ao poder de uma divindade, o que acabou levando à supervalorização dessas atividades como mito da salvação da humanidade (SANTOS; MORTIMER, 2002). Todavia, entre as décadas de 1960 e 1970, a degradação ambiental, aliada a outros fatores, fez com que a credibilidade, até então favorecida pelo desenvolvimento da ciência e da tecnologia, se tornasse alvo de um olhar mais crítico (AULER; BAZZO, 2001). Dessa forma:

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. (MRECHAM, 1990 apud LINSINGEN, 2007, p. 4).

Nesse contexto, ainda de acordo com Auler e Bazzo (2001), ciência e tecnologia passaram a ser objeto de debate político, emergindo, assim, o movimento amplamente conhecido como Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), trazendo considerável influência no contexto educacional em diversos países.

Esse movimento, para Cerezo (1998), constitui uma diversidade de estudos e programas de colaboração multidisciplinar

que, ao enfatizar a dimensão social da ciência e da tecnologia, rejeita a imagem da ciência como uma atividade pura, crítica a concepção de tecnologia como ciência aplicada e neutra e repele a tecnocracia. Tais estudos e programas, de acordo com o autor, têm seguido três grandes direções:

- no campo da investigação: representam uma alternativa à reflexão tradicional em filosofia e sociologia da ciência, promovendo uma visão contextualizada da atividade científica como processo social;
- no campo das políticas públicas: defendem a regulação pública da ciência e da tecnologia, promovendo a criação de diversos mecanismos democráticos que facilitem a abertura de processos de tomada de decisão em questões concernentes a políticas científico-tecnológicas;
- no campo da educação: promovem o surgimento de programas e materiais CTS em diversos países, guiados pela nova imagem da ciência e da tecnologia na sociedade, tanto no ensino médio quanto no universitário.

Esse último campo, que constitui nosso foco de estudo, ainda de acordo com Cerezo (1998), desde o final dos anos 1960, reclamou nova forma de entender ciência e tecnologia e suas relações com a sociedade. Isso fez com que, nos anos 1970, surgissem várias propostas para um planejamento mais crítico e contextualizado do ensino de ciências e de temas relacionados à ciência e à tecnologia, tanto no ensino médio como no ensino superior, configurando-se, desde então, o enfoque CTS na educação.

<sup>1</sup> É notória, a partir de uma análise das referências utilizadas para as discussões CTS, por esses autores nacionais, a grande influência de autores internacionais nas produções brasileiras, a exemplo do canadense Glenn Aikenhead e daqueles vinculados à Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI). Essa influência também foi observada em uma análise feita a respeito da questão por Invernizzi e Fraga (2007). Isso evidencia que, embora CTS seja um campo em consolidação na América Latina, são necessários mais investimentos em pesquisas referentes à temática que tomem como referência a sociedade brasileira (LINSINGEN, 2007). Tal situação torna-se especialmente relevante se concordamos com Aikenhead (2009), que diz que cada país deve desenvolver o seu próprio sentido de educação científica, objetivo central do enfoque CTS, segundo o autor. No entanto, entendemos que é importante considerar que a revisão da literatura internacional pode contribuir para a compreensão de que adotar propostas com enfoque CTS difere radicalmente de abordagens superficiais nos currículos com aspectos do cotidiano (SANTOS; MORTIMER, 2002).

## O ENFOQUE CTS NA EDUCAÇÃO E NO ENSINO DE CIÊNCIAS

O enfoque CTS na educação, para Aikenhead (2009), surge como um *slogan*, em diversos países, para criar uma rede de educadores em ciências preocupados com uma nova visão para educar cientificamente, tendo em vista a necessidade de desafiar o *status quo* da ciência escolar. Apesar disso, na visão de Acevedo (2001), esse enfoque aparece sem objetivos bem definidos. Uma das razões pode estar, principalmente, nos diversos significados para a interação da ciência e da tecnologia no contexto das questões sociais ou, ainda, devido aos diferentes interesses e objetivos de cada país (Aikenhead, 1994). Todavia, essa variação de objetivos, em uma análise mais profunda, de acordo com Aikenhead (2009, p. 23, grifo do autor), “[...] reflete apenas a diferença de *equilíbrio* entre objetivos semelhantes”.

Pode-se, assim, dizer que o enfoque CTS na educação, ou a educação CTS, “[...] tem vindo a se afirmar como campo de conhecimento, congregando investigadores e professores de todos os níveis de escolaridade e em todos os continentes” (Martins; Paixão, 2011, p. 145).

Embora essa congregação, particularmente em torno de currículos em ensino de ciências, venha se desenvolvendo no mundo inteiro, é importante considerar o

[...] contexto dos países em que as propostas curriculares de CTS foram desenvolvidas. Por se tratar de países desenvolvidos, a estrutura social, a organização política e o desenvolvimento econômico são bastante diferentes daqueles presentes no contexto brasileiro. Isso implica que seria um contrassenso a transferência acrítica de modelos curriculares desses países para o nosso meio educacional. Problemas relacionados às desigualdades sociais extremas, por exemplo, não exist-

tem nos países em que esses currículos foram desenvolvidos. Discutir modelos de currículos de CTS significa, portanto, discutir concepções de cidadania, modelo de sociedade e desenvolvimento tecnológico, sempre tendo em vista a situação socioeconômica e os aspectos culturais do nosso país. (Santos; Mortimer, 2002, p. 17-18).

Por outro lado [completam os autores] a revisão da literatura internacional nos ajuda a ver que adotar propostas CTS é muito diferente de simplesmente maquiar currículos com ilustrações do cotidiano. (Santos; Mortimer, 2002, p. 18).

Desse modo, pensar efetivamente em CTS na educação é refletir sobre um campo de estudo e pesquisa para uma melhor compreensão da ciência e da tecnologia em seu contexto social, visando a oferecer formação para a construção de conhecimento e desenvolvimento de atitudes e valores que possibilitem a participação humana de forma responsável, cidadã, democrática e fundamentada nas decisões da ciência e da tecnologia na sociedade (Acevedo, 2002).

Sendo assim, para uma formação de professores, consideramos importante a observação de Aikenhead (1994) quanto ao tratamento dado aos objetivos do campo CTS. O autor discute alguns posicionamentos a respeito da estrutura de programas com enfoque CTS. Com base nas estruturas que diz ter encontrado nesses programas, organiza oito categorias CTS, que vão desde a apresentação de currículo CTS com caráter motivador e eventual até aqueles que estudam a inter-relação CTS, em que o conteúdo científico é mostrado de forma complementar. Das categorias apresentadas, destacamos três, por entender que se aproximam mais de nosso foco de discussão:

- Ciência por meio do conteúdo CTS – o conteúdo de ciência é focado no conteúdo CTS, que serve para orga-

nizar os conteúdos de ciência e sua sequência. Os estudantes são avaliados por sua compreensão do conteúdo CTS, mas não na mesma proporção que o conteúdo de ciência;

- Ciência junto com o conteúdo CTS – o conteúdo CTS é o foco de ensino, sendo que o conteúdo relevante da ciência enriquece o aprendizado. Os estudantes são avaliados igualmente nos conteúdos CTS e ciência.
- Ciência incorporada ao conteúdo CTS – o conteúdo CTS é o foco de ensino, sendo o conteúdo relevante da ciência mencionado, mas não trabalhado sistematicamente, podendo ser dada ênfase aos princípios gerais da ciência. Os estudantes são avaliados na totalidade do conteúdo CTS e parcialmente no conteúdo de ciência.

Tais categorias, especificamente no contexto escolar ou de ensino, merecem reflexão relativa ao fato de que a ciência escolar não deve estar focada unicamente em conteúdos de ciência, mas necessita manifestar as múltiplas relações/interações entre ciência, tecnologia e sociedade (Martins; Paixão, 2009).

Isso se torna mais evidente se compreendermos que, naquele contexto, o enfoque CTS

[...] tem por finalidade ajudar os estudantes a dar sentido às suas experiências cotidianas, fazendo-o de um modo que apoie a tendência natural dos estudantes para integrarem as perspectivas pessoais provenientes dos seus ambientes sociais, tecnológicos e naturais. (Aikenhead, 2009, p. 22).

Portanto, pensar o enfoque CTS nessa perspectiva implica investir em um currículo em que

[...] a ciência é trazida ao mundo do estudante em uma base de necessidade de saber, em vez de seguir a expectativa con-

vencional de que o estudante deve entrar no mundo da ciência para adotar a visão de um cientista. (Aikenhead, 2009, p. 22).

Ainda de acordo com Aikenhead, caminhar nessa direção significa transformar o currículo científico convencional em currículo científico CTS.

De acordo com Santos e Mortimer (2002, p. 18), os princípios que diferenciam os currículos CTS dos currículos convencionais são vários:

[...] a abordagem temática em contraposição aos extensos programas de ciências alheios ao cotidiano do aluno; o ensino que leve o aluno a participar em contraposição ao ensino passivo, imposto, sem que haja espaço para a sua voz e suas aspirações. Enfim, uma reforma curricular de CTS implica mudanças de concepções do papel da educação e do ensino das ciências.

Amorim (1995), em revisão bibliográfica a respeito da temática, refere-se a um estudo realizado por Fensham, em 1988, para dizer que a relação CTS, no contexto curricular, visa a uma educação em ciências nos níveis mais próximos das necessidades dos estudantes. Além disso, constata que a possibilidade de interação entre ciência, tecnologia e sociedade vem sendo considerada necessária para uma educação em ciências, devido ao seu contexto favorável ao desenvolvimento de temáticas focadas em CTS.

Diz, ainda, tomando por base os estudos de Hart e Robottom (1990 apud Amorim, 1995) que o aparecimento desse enfoque se dá, no ensino de ciências, em consequência de repensar a educação em ciências, a partir de transformações na sociedade, na ciência e na tecnologia, além do contraste entre a ciência escolar e a realidade de uma sociedade orientada pela ciência e tecnologia.

De acordo com Santos e Mortimer (2002, p. 1),

Desde a década de 1960, currículos de ensino de ciências com ênfase em CTS – ciência, tecnologia e sociedade – vêm sendo desenvolvidos no mundo inteiro. Tais currículos apresentam como objetivo central preparar os alunos para o exercício da cidadania e caracterizam-se por uma abordagem dos conteúdos científicos no seu contexto social.

No Brasil, no entanto, embora na década de 1970 já existissem materiais que contivessem abordagens de implicações sociais de CT, os primeiros trabalhos no ensino de ciências com a denominação CTS surgiram somente na década de 1990 (SANTOS, 2011). Desde então, especificamente nos últimos anos dessa década, estudos com enfoque CTS no ensino de ciências vêm ganhando fôlego, como pode ser observado na obra organizada por Santos e Auler (2011), que traz reflexões teóricas e contribuições de investigações empíricas, mostrando a relevância desse campo de estudo e pesquisa e, consequentemente, sua inserção na educação básica.

Isso torna cada vez mais evidente a necessidade de se pensar um currículo para a formação de professores de ciências da educação básica com enfoque CTS que lhes dê condições de estabelecer relação entre CTS, de modo a contextualizar os conteúdos científicos, aproximando-os do contexto social dos estudantes, no sentido de contribuir para que o ensino de ciências atinja seus objetivos, tendo por base o proposto em Brasil (1997, 2000).

### O LUGAR DO ENFOQUE CTS NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS

O que mais se encontra na literatura sobre a formação de professores, em particular no âmbito das ciências, são temas

que expressam constatações de que, em geral, os professores não têm tido formação adequada (SCHNETZLER, 2002) para dar conta dos desafios do processo ensino e aprendizagem, em qualquer nível de escolaridade. Quanto a uma educação CTS, os resultados têm sido semelhantes. Estudos têm evidenciado a formação insuficiente dos professores (ALLER; DELIZOICOV, 2006; ACEVEDO et al., 2002; VIEIRA, 2003; ZEIDLER, 2005) para tratar de questões CTS no âmbito escolar ou nas instituições de ensino, de modo geral.

Isso pode ser constatado na pesquisa realizada por Zeidler et al. (2005), em que buscaram identificar fatores associados a questões CTS para elaborar um modelo de trabalho em uma inter-relação de aspectos teóricos e conceituais, para o desenvolvimento da educação científica. A autora reclama da ausência de sustentação teórico-epistemológica relativa a essas questões para orientar o trabalho pedagógico do professor.

Nessa mesma direção, Vieira (2003), visando a elaborar um programa de formação de professores com enfoque CTS, realizou um estudo procurando conhecer as concepções de professores acerca desse enfoque e constata que as concepções se aproximavam de um realismo ingênuo e pendor mais empirista, revelando uma imagem de ciência neutra, dogmática e linear, não influenciada pela sociedade. Tais concepções, de acordo com o autor, aproximam-se de uma visão positivista, na qual as teorias científicas estão acima de valores e imprevistos.

Com propósito semelhante, Auler e Delizoicov (2006), no sentido de respaldar ações para o processo de formação de professores de ciências, buscaram identificar suas compreensões sobre interações entre CTS, em termos de aproximações e distanciamentos relativos a três parâmetros: superioridade do mo-

delo de decisões tecnocráticas, perspectiva salvacionista da ciência e da tecnologia e determinismo tecnológico. Os resultados, apresentados pelos autores, mostraram uma significativa rejeição ao mito da perspectiva salvacionista da ciência e da tecnologia, uma tendência ao endosso do modelo de decisões tecnocráticas, assim como um posicionamento, diante do avanço científico-tecnológico, próximo do determinismo tecnológico.

Do exposto até aqui, podemos inferir que as razões que aparecem como obstáculos ao enfoque CTS no processo educacional estão diretamente relacionadas à formação docente.<sup>2</sup> Esta pode ser apontada como fator central para que a visão dos professores sobre interações entre ciência, tecnologia e sociedade seja considerada um dos pontos de estranhamento da contemplação do enfoque CTS nesse processo (AULER; DELIZOICOV, 2006).

Podemos ainda inferir que tais razões estão diretamente relacionadas a dois aspectos da formação docente, o teórico-epistemológico e o ético. No primeiro, a fragilidade epistêmica, a carência de postura investigativa e prática no processo formativo, além da formação disciplinar, têm levado a uma visão de mundo fragmentada, incapaz de dar conta da complexidade do trabalho docente; no segundo, a formação oferecida não é suficiente para desencadear no futuro professor a decisão ética de assumir o compromisso com a construção da cidadania (SEVERINO, 2004).

Se procurarmos as possíveis causas para essa formação insuficiente, vamos encontrar inúmeras considerações. Uma delas, talvez a mais evidente na contemporaneidade, está relacionada às trans-

formações que vêm ocorrendo na sociedade, exigindo que o professor

[...] lide com um conhecimento em construção – e não mais imutável – e que analise a educação como um compromisso político, carregado de valores éticos e morais, que considere o desenvolvimento da pessoa e a colaboração entre iguais e que seja capaz de conviver com a mudança e a incerteza. (LIMA, 2004, p. 18).

Tais questões carregam em seu bojo a exigência de uma formação que proporcione aos professores condições de desenvolver saberes, com significado científico, social e cultural, para atender a diferentes realidades, interesses e formas de aprender. Essa exigência, pelo fato de vivermos em uma sociedade cada vez mais orientada pela ciência e pela tecnologia (ZANCAN, 2000; ROITMAN, 2007), tem se revelado com um grau de complexidade nunca visto (NÓVOA, 2001) e vem exigindo dos professores uma participação social democrática diante das novas situações.

Nesse particular, se consideramos a situação do Brasil, vamos concordar com Auler e Bazzo (2001), que afirmam que a trajetória histórica do país, ainda de inexperiência democrática, pode ser considerada como um dos obstáculos para a tomada de decisões diante de novas situações, especialmente para tratar da inter-relação entre ciência, tecnologia e sociedade, em uma perspectiva mais democrática e menos tecnocrática, que é o aspecto central do enfoque CTS.

Essa constatação torna maior o nosso desafio quanto ao processo formativo de professores, principalmente se desejamos investir em uma educação científica para todos (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES

<sup>2</sup> Apesar disso, concordamos com Severino (2004), ao dizer que não podemos perder de vista a necessidade de condicionar os problemas da educação e suas soluções ao modo como a gestão política, econômica e administrativa tem conduzido a questão.

UNIDAS, 2003), e mostra a urgência de se pensar essa formação aliada ao enfoque CTS, particularmente pelo seu caráter de repelir a tecnocracia e a concepção de tecnologia como ciência aplicada e neutra, além de enfatizar a necessidade de valorizar a dimensão social da ciência e da tecnologia (CEREZO, 1998).

Nesse aspecto, podemos constatar que os estudos realizados por Capelo e Pedrosa (2011), Vieira (2003), Auler (2002), entre outros autores, mostram que um processo formativo de professores de ciências com enfoque CTS pode contribuir para a melhor compreensão da ciência e da tecnologia em seu contexto social, possibilitando a construção de atitudes e valores para um agir no mundo e uma ação docente em uma visão mais responsável, cidadã e democrática.

Para além desses estudos, outras perspectivas têm sido apontadas para a efetivação do processo formativo de professores com enfoque CTS, indo desde questões amplas, em nível de políticas públicas, até questões mais específicas, voltadas para o contexto escolar (DAGNINO; SILVA; PADOVANI, 2011).

Em relação ao contexto escolar, considerando ser a sala de aula um lócus privilegiado para esse enfoque, particularmente quanto ao tratamento dado aos objetivos do campo CTS, como aponta Aikenhead (1994), retomamos a segunda categoria das três apresentadas pelo autor, *Ciência junto com o conteúdo CTS*, já discutida neste capítulo. Nela, podemos ver que o conteúdo científico e CTS podem ser tratados de forma complementar. Aqui, parece-nos que a abordagem de questões sociocientíficas encontra campo fértil e desponta como possibilidade de contribuir, ao mesmo tempo, para o desenvolvimento de saberes com significado científico, social e cultural na formação de professores de ciências e

para o avanço do movimento para a educação CTS.

### QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS COM ENFOQUE CTS NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS

Questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais relativas à ciência e à tecnologia geralmente são denominadas de *sociocientific issues* (SSI), ou seja, questões sociocientíficas ou temas sociocientíficos (SANTOS; MORTIMER, 2009). Para os autores, tais questões têm sido evidenciadas em currículos com ênfase em CTS, pois, além de serem inerentes à atividade científica, visam à formação para a cidadania, por meio de estudos de assunto amplo, como poluição ambiental, ou de forma pontual, com situações do cotidiano que esboçam aplicações científico-tecnológicas.

Para alguns autores, questões sociocientíficas apresentam características que as identificam. Um exemplo disso pode ser encontrado em Ratcliffe e Grace (2003 apud GUIMARÃES, 2011, p. 5), que apontam algumas características para essas questões, como as seguintes:

- têm base na ciência, frequentemente em áreas que estão nas fronteiras do conhecimento científico;
- envolvem a formação de opiniões e a realização de escolhas em nível pessoal e social;
- são frequentemente divulgadas pela mídia, com destaque para aspectos baseados nos interesses dos meios de comunicação;
- lidam com informações incompletas, sejam elas de evidências científicas incompletas ou conflitantes ou lacunas nos registros;

- lidam com problemas locais e globais e suas estruturas sociais e políticas;
- envolvem a análise de custos e benefícios, na qual os riscos interagem com os valores;
- podem envolver considerações sobre desenvolvimento sustentável;
- envolvem valores e raciocínio ético;
- podem requerer algum entendimento de probabilidade e riscos;
- são frequentemente pontuais durante a transição de uma vida.

Tais características, a nosso ver, estão em sintonia com a categoria *Ciência junto com o conteúdo CTS* (AIKENHEAD, 1994), em uma perspectiva complementar, pois, como são centradas em questões sociocientíficas, necessitam do enfoque CTS e da ciência para sua sustentação.

De modo geral, as questões sociocientíficas com enfoque CTS, no currículo de ciências, têm tomado duas direções: a primeira, como temas controversos (GALVÃO; REIS; FREIRE, 2011; GUIMARÃES, 2011; ZUIN; FREITAS, 2007; REIS, 2006, entre outros autores), e a segunda, como conteúdos problematizados culturalmente (SIERRA et al., 2011; SANTOS; MORTIMER, 2009; MENDES; SANTOS, 2010; SANTOS, 2007, entre outros estudos).

Os temas controversos são vistos como “[...] problemáticas consideradas relevantes por um número considerável de pessoas – dentro do currículo de ciências” (DRIVER et al., 2000 apud ZUIN; FREITAS, 2007, p. 2), pois são

[...] pouco delimitados, multidisciplinares, heurísticos, carregados de valores (invocando, por exemplo, valores estéticos, ecológicos, morais, educacionais, culturais e religiosos) e afetados pela insuficiência de conhecimento. Geralmente, o envolvimento neste tipo de problemas conduz a diversas “soluções” alternativas, cada uma das quais

com aspectos positivos e negativos. A partir destas diferentes propostas, toma-se uma decisão informada, que envolve a consideração e o desafio de opiniões, dada a impossibilidade de recurso a qualquer algoritmo para a avaliação das potencialidades e limitações. (REIS, 2006, p. 66-67).

Considerando esses aspectos, Galvão, Reis e Freire (2011), em diálogo com outros pesquisadores, referem que o estudo de temas controversos promovem a compreensão do papel da ciência e da tecnologia na sociedade, bem como o desenvolvimento cognitivo, social, político, moral e ético dos estudantes. Afirmam, ainda, que esses temas, por tratarem de problemas atuais, incentivam a participação dos estudantes e facilitam o domínio de conhecimentos favoráveis à resolução desses problemas. Além disso, destacam que a abordagem de questões sociocientíficas de temas controversos no ensino de ciências tem sido amplamente indicada para desenvolver nos estudantes a capacidade de argumentação.

Nessa mesma direção, Guimarães (2011), ao verificar em que extensão professores de ciências em formação eram capazes de argumentar a partir da abordagem de temas sociocientíficos controversos, conclui que ela, além de ser importante para o desenvolvimento da argumentação, é favorável à criação de um contexto para a aprendizagem de conteúdos científicos.

Também Galvão, Reis e Freire (2011), visando a compreender como professores avaliam as potencialidades da abordagem dos temas em questão em seu processo formativo, constatam que ela é reconhecida pelos professores como relevante pelo confronto de argumentos, pela oportunidade de construção e aprofundamento de conhecimentos e por constituir um contexto e um pretexto para novos estudos e atividades educativas com foco CTS.

Em contrapartida, como conteúdos problematizados culturalmente, Santos e Mortimer (2009, p. 192) mostram que o estudo de questões sociocientíficas em currículos CTS pode ocorrer

[...] de maneira que os aspectos ambientais, políticos, econômicos, éticos, sociais e culturais relativos à ciência e à tecnologia venham a emergir de conteúdos problematizados culturalmente [...]. Isso significa que, nesse caso, eles não são explorados necessariamente como perguntas controversas ou como temas do currículo, mas sim como processo constante de reflexão sobre o papel social da ciência.

Nesse caso, a abordagem de questões sociocientíficas com enfoque CTS assume uma visão crítica,<sup>3</sup> que pode ser compreendida como uma atitude de assegurar um comprometimento social dos professores em formação, sem perder de vista o contexto da sociedade tecnológica atual.

Com isso, a abordagem de questões sociocientíficas em sala de aula, a partir de uma visão crítica, tende a provocar o surgimento de

[...] diferentes pontos de vista, que poderão ser problematizados mediante argumentos coletivamente construídos, com encaminhamentos de possíveis respostas a problemas sociais relativos à ciência e à tecnologia. Esse diálogo cria condições para a difusão de valores assumidos como fundamentais ao interesse social, aos direitos e aos deveres dos cidadãos, de respeito ao bem comum e à ordem democrática. (SANTOS, 2007, p. 6).

Com essa visão, Santos e Mortimer (2009), ao pesquisarem sobre a introdução de questões sociocientíficas nas aulas de ciências, com o propósito de identificar suas potencialidades, limitações e implicações para o currículo e para o processo de formação de professores, apontam

evidências de que tal abordagem pode potencializar as interações dialógicas, facilitando as situações vivenciais dos estudantes e a introdução de atitudes e valores em uma visão humanística.

Podemos dizer, assim, que um currículo que valorize a abordagem de questões sociocientíficas com enfoque CTS no sentido de potencializar habilidades críticas na formação cidadã (SIERRA et al., 2011) deve tratar tais questões de forma contextualizada. Para tanto, vemos a importância de considerar o que Pedretti (2003 apud GALVÃO; REIS; FREIRE, 2011, p. 506) postula como princípios orientadores à educação CTS:

1. A contribuição para o desenvolvimento sustentável do planeta por meio do estudo da utilização sistemática de recursos e da consideração das necessidades humanas em longo prazo.
2. A compreensão dos processos de tomada de decisão em nível governamental e empresarial.
3. A promoção do raciocínio moral e ético acerca da ciência.
4. A compreensão e a discussão da dimensão política da ciência.
5. O exercício de capacidades intelectuais e éticas na determinação dos aspectos positivos e negativos do desenvolvimento científico e tecnológico e no reconhecimento das forças políticas e sociais que governam o desenvolvimento e a distribuição dos conhecimentos e artefatos científicos e tecnológicos.
6. A capacitação dos cidadãos para uma ação responsável na transformação da sociedade.
7. A compreensão da natureza da ciência e das suas interações com a tecnologia e a sociedade.

Embora reconhecendo a relevância desses princípios, em seu conjunto, queremos destacar a necessidade de atenção cuidadosa aos itens 3 e 7, por entender que, sem eles, pouco podemos avançar na formação de professores de ciências em uma visão crítica, pois currículos com essa visão precisam considerar

[...] o contexto da sociedade tecnológica atual, caracterizado de forma geral por um processo de dominação dos sistemas tecnológicos que impõem valores culturais e oferecem riscos para a vida humana. (SANTOS, 2007, p. 8).

Por esse motivo, compreendemos que questões sociocientíficas com enfoque CTS, seja como temas controversos, seja como conteúdos problematizados culturalmente, podem contribuir para a formação de professores e para os objetivos da educação CTS, desde que seja dada atenção a tais questões e que elas estejam centradas em um processo de intensa reflexão sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade.

Com isso, estamos assumindo, com base no entendimento de “ciência junto com conteúdo CTS” (AIKENHEAD, 1994), que esses dois temas podem ser vistos como complementares, sendo esta complementaridade condicionada ao tratamento dado aos objetivos do campo CTS, como sugere o autor. Nesse caso, esses objetivos devem contemplar aspectos teórico-epistemológicos e éticos, apontados como necessários a uma formação de professores que torne possível a efetivação do enfoque CTS no processo educacional, particularmente no ensino de ciências.

Vista desse modo, a abordagem de questões sociocientíficas com enfoque CTS pode favorecer o desenvolvimento de saberes com significado científico, social e cultural na formação de professores de ciências. Isso se deve ao fato de permitir

[...] uma compreensão de que formar cidadãos não se limita a nomear cientificamente fenômenos e materiais do cotidiano ou explicar princípios científicos e tecnológicos do funcionamento de artefatos do dia a dia. (SANTOS, 2007, p. 5).

Acima de tudo, essa formação deve romper com os mitos da visão reducionista de CTS (ALLER; DELIZOICOV, 2006), rumo a um posicionamento mais crítico, que resulte no comprometimento dos professores diante de si mesmos e da sociedade, o que possivelmente contribuirá para avanços no ensino de ciências e na educação CTS.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste texto, vimos que o enfoque CTS, embora tenha se tornado uma temática central de discussão na educação, particularmente no campo de pesquisa, não conseguiu alterar os currículos formativos das instituições de ensino, que permanecem sem alterações significativas em seu modelo, e consequentemente não foi incorporado efetivamente ao processo educacional. Os caminhos percorridos para ajudar a conhecer as razões para isso e, ao mesmo tempo, encontrar uma alternativa que possa contribuir para a inserção efetiva do enfoque CTS no processo educacional permitiram-nos chegar a três evidências principais.

A primeira evidência mostra que o movimento CTS, como campo multidisciplinar, ao enfatizar a dimensão social da ciência e da tecnologia, rejeita a imagem da ciência como uma atividade neutra, pura e aplicada, repelindo, assim, a tecnocracia. Isso refletiu na educação, levando ao aparecimento de propostas para um planejamento mais crítico e contextualizado do ensino de ciências e de temas relacionados à ciência e à tecnologia nos diversos níveis de ensino.

<sup>3</sup> Essa visão tem sido sustentada teoricamente, no Brasil, sobretudo pelo pensamento freireano, sendo consideradas centrais para essa sustentação (FREIRE, 1967, 1972).

Com isso, o enfoque CTS surge na educação como possibilidade de contextualização dos conteúdos científicos, aproximando-os do contexto social dos estudantes, de modo a contribuir para que o ensino de ciências atinja seus objetivos.

No entanto, a segunda evidência revela que o enfoque CTS não tem sido efetivamente apropriado pelas instituições de ensino. A causa apontada, não obstante o reconhecimento das condições socioeconômicas do Brasil, muito diversas daquele em que o enfoque CTS se desenvolveu, centra-se na formação de professores. O estudo mostrou que os problemas dessa formação estão focados nos aspectos teórico-epistemológicos e éticos, que têm levado a uma visão sobre CTS que se aproxima de um realismo ingênuo e de tendência empirista, fortemente ligado a uma visão positivista diante do avanço científico-tecnológico. Disso decorre uma visão de mundo fragmentada, insuficiente para desencadear, no futuro professor, a decisão ética de assumir o compromisso com a construção da cidadania.

Tais questões trazem à baila a terceira evidência, que diz respeito à urgência de se pensar o processo formativo de professores de ciências aliado ao enfoque CTS. Na busca de alternativa para a questão, visualizamos a categoria “ciência junto com o conteúdo CTS” (AIKENHEAD, 1994), pois nela o conteúdo científico e CTS podem ser tratados de forma complementar. Essa possibilidade mostrou-se fértil para a abordagem de questões sociocientíficas, seja como temas controversos, seja como conteúdos problematizados culturalmente, desde que tais questões tenham como foco um processo reflexivo sustentado por uma visão crítica sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade.

Por fim, acreditamos que a abordagem de questões sociocientíficas, de forma complementar, condicionada ao trata-

mento dado aos objetivos do campo da educação CTS, de forma que estes contemplem aspectos teórico-epistemológicos e éticos do enfoque CTS, pode desenvolver saberes com significado científico, social e cultural na formação de professores de ciências. Essa contribuição ao processo formativo de professores poderá implicar melhorias no ensino de ciências e avanços na educação CTS.

É preciso ainda ressaltar que as discussões estabelecidas refletem um esforço de colaboração para (re)pensar os currículos com enfoque CTS no processo formativo de professores da educação básica, particularmente de ciências, que resulte na formação de um professor que, consciente e autonomamente, reconheça e assuma seu compromisso com a construção da cidadania na qualidade de profissional da educação, tendo condições para um enfrentamento crítico perante os desafios de lidar com a questão ciência-tecnologia-sociedade.

## REFERÊNCIAS

- ACEVEDO, J. A. Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. *Organización de Estados Iberoamericanos (OEI)*. 2001. Disponível em: <<http://www.oei.es/salactsi/acevedo2.htm>>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- ACEVEDO, J. A. et al. Persistência de las actitudes y creencias CTS en la profesión docente. *Revista electrónica de enseñanza de las Ciencias*, v. 1, n. 1, p. 1-27, 2002. Disponível em: <[http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen1/REEC\\_1\\_1\\_1.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen1/REEC_1_1_1.pdf)>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- AIKENHEAD, G. S. *Educação científica para todos*. Lisboa: Edições Pedagogo, 2009.
- AIKENHEAD, G. S. What is STS teaching? In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. S. (Ed.). *STS education: international perspectives on reform*. New York: Teachers College Press, 1994.
- AMORIM, A. C. R. *O Ensino de Biologia e as relações entre ciência/tecnologia/ sociedade: o que dizem os professores e o currículo do Ensino Médio?* 1995. 187 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – UNICAMP, Campinas, 1995.
- AULER, D. *Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de Ciências*. 2002. 248 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 5, n. 2, p. 337-355, 2006.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: SEMT, 2000.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais*. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- CAPELO, A.; PEDROSA, M. A. Formação inicial de professores de ciências, problemas atuais e percursos investigativos. In: SANTOS, W. P. dos; AULER, D. *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa* (Org.). Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.
- CEREZO, J. A. L. Ciência, tecnología y sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. *Revista iberoamericana de educación*, v. 18, p. 13-40, sep./dic.1998.
- DAGNINO, R.; SILVA, R. B. da; PADOVANNI, N. Por que a educação em ciência, tecnologia e sociedade vem andando devagar? In: SANTOS, W. P. dos; AULER, D. *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa* (Org.). Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.
- FREIRE, P. *Educação como prática da liberdade*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.
- FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1972.
- GAIVÃO, C.; REIS, P.; FREIRE, S. A discussão de controvérsias sociocientíficas na formação de professores. *Ciência & Educação*, v. 17, n. 3, p. 505-522, 2011.
- GUIMARÃES, M. A. *Raciocínio informal e a discussão de questões sociocientíficas: o exemplo das células-tronco humanas*. 2011. 210 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, Bauru, 2011.
- INVERNIZZI, N.; FRAGA, L. (Org.). Estado da arte na educação em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente no Brasil. *Ciência & Ensino*, v. 1, esp., nov. 2007.
- LIMA, E. F. Formação de professores: passado, presente e futuro: o curso de Pedagogia. In: MACIEL, L. S. B.; SHIGUNOV NETO, A. S. *Formação de professores: passado, presente e futuro*. São Paulo: Cortez, 2004.
- LINSINGEN, I. Perspectivas educacionais CTS: aspectos de um campo em consolidação na América latina. *Ciência & Ensino*, v. 1, esp., p. 1-19, nov. 2007.
- MARTINS, I. P.; PAIXÃO, M. de F. Perspectivas atuais ciência-tecnologia-sociedade no ensino e na investigação em educação em ciência. In: SANTOS, W. P. dos; AULER, D. *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa* (Org.). Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.
- MENDES, M. R. M.; SANTOS, W. L. P. dos. Discussões de temas sociocientíficos e interações discursivas em aulas de Química: o papel da verbalização e da articulação conceitual. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15., 2010, Brasília, DF. *Anais...* Brasília: Universidade de Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.xvneq2010.unb.br/resumos/R1261-1.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- NÓVOA, A. *O professor pesquisador e reflexivo*. 2001. Entrevista. Disponível em: <<http://epinfo.mec.gov.br/webfolio/Mod83219/cpweb3.html>>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- REIS, P. Uma iniciativa de desenvolvimento profissional para a discussão de controvérsias sociocientíficas em sala de aula. *Interações*, n. 4, p. 64-107, 2006.
- ROITMAN, I. *Educação científica: quanto mais cedo, melhor*. Brasília, DF: RITLA, 2007.
- SANTOS, W. L. P. dos. Significados da educação científica com enfoque CTS. In: SANTOS, W. P. dos; AULER, D. *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa* (Org.). Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.
- SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma

- perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, v. 1, n. especial, p. 1-12, nov. 2007.
- SANTOS, W. P. dos; AULER, D. *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa* (Org.). Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.
- SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. *Investigações em ensino de Ciências*, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2009.
- SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio: pesquisa em educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 1-23, dez. 2002.
- SCHNETZLER, R. P. Prática de ensino nas ciências naturais: desafios atuais e contribuições de pesquisa. In: ROSA, D. E. G.; SOUZA, V. C. (Org.). *Didática e práticas de ensino: interfaces com diferentes saberes e lugares formativos*. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.
- SEVERINO, A. J. A formação e a prática do professor em face da crise atual dos paradigmas educacionais. *Ciência & Opinião*, v. 1, n. 2/4, p. 15-31, jul. 2003/dez. 2004.
- SIERRA, D. F. M. et al. A abordagem de uma questão sociocientífica na educação de adultos. In: SANTOS, W. P. dos; AULER, D. (Org.). *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa*. Brasília: Universidade de Brasília, 2011.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *A ciência para o século XXI: uma nova visão e uma base de ação*. 3. ed. Brasília: ABIPTI, 2003.
- VACCAREZZA, L. S. Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en América Latina. *Revista Iberoamericana de Educación*, n.18, p. 41-68, sept./dic. 1998.
- VIEIRA, R. M. *Formação continuada de professores do 1.º e 2.º ciclos do ensino básico para uma educação em Ciências com orientação CTS/PC*. 2003. 679 f. Tese (Doutorado em Didática) – Universidade de Aveiro, Aveiro, 2003.
- ZANCAN, G. T. Educação científica: uma prioridade nacional. *São Paulo em Perspectiva*, v. 14, n. 1, p. 3-7, 2000.
- ZEIDLER, D. L. et al. *Beyond STS: a research-based framework for socio scientific issues education*. 2005. Disponível em: <<http://faculty.education.ufl.edu/tsadler/BeyondSTS.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- ZUIN, V. G; FREITAS, D. de. A utilização de temas controversos: estudo de caso na formação de licenciandos numa abordagem CTSA. 2. *Ciência & Ensino*, v. 1, n. 2, p. 1-9, 2007.

#### Leituras sugeridas

- AZEVEDO, R. O. M. et al. O enfoque CTS na formação de professores de Ciências e a abordagem de questões sociocientíficas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013. *Resumos...* Águas de Lindóia, 2013.
- CACHAPUZ, A. et al. Do estado da arte da pesquisa em educação em Ciências: linhas de pesquisa e o caso “Ciência-Tecnologia-Sociedade”. *Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia*, v. 1, n. 1, p. 27-49, 2008.
- SANTOS, W. P. dos; AULER, D. Apresentação. In: SANTOS, W. P. dos; AULER, D. *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa* (Org.). Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.





---

E24 Educação em ciências e matemáticas: debates contemporâneos sobre ensino e formação de professores / Organizadores, Terezinha Valim Oliver Gonçalves, Francisco Cristiano da Silva Macêdo, Fábio Lustosa Souza. – Porto Alegre : Penso, 2015.  
255 p. il. ; 25 cm.

ISBN 978-85-8429-058-1

1. Educação – Ciências. 2. Educação – Matemática. I. Gonçalves, Terezinha Valim Oliver. II. Macêdo, Francisco Cristiano da Silva. III. Souza, Fábio Lustosa.

CDU 37:5

---

Catálogo na publicação: Poliana Sanchez de Araujo – CRB 10/2094