



Compreensão de professores de biologia sobre as interações entre ciência, tecnologia e sociedade

Biology teachers understanding about the interactions among science, technology and society

Cristiane Patrícia Kist

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
criskist_ck@yahoo.com.br

Daniela Frigo Ferraz

Professora Assistente do Curso de Ciências Biológicas da
Universidade Estadual do Oeste do Paraná/Grupo de
pesquisa em Educação em Ciências e Biologia - GECIBIO

dfrigoferraz@gmail.com

Resumo

A abordagem da relação Ciência/Tecnologia/Sociedade (CTS) torna-se cada vez mais necessária no ensino de Ciências, para oportunizar aos alunos a compreensão dos avanços científicos e tecnológicos de forma crítica. Porém, para a inclusão de temas contemporâneos no ensino, é importante que os professores os compreendam para que possam abordá-los de forma adequada e contextualizada aos conceitos científicos, podendo, assim, promover uma alfabetização científica e tecnológica. O objetivo desse estudo foi realizar uma investigação com professores de biologia, verificando sua compreensão sobre as interações da CTS. Para a coleta de dados utilizou-se uma entrevista estruturada. Os resultados indicaram o desconhecimento das relações entre CTS, pois os professores não demonstraram uma convicção plena em suas afirmações, talvez por não conhecerem algumas definições de CT. Conclui-se que é necessária uma reorientação das práticas docentes sobre os temas abordados no contexto social contemporâneo, no que se refere à ciência e à tecnologia.

Palavras-chave: Compreensão de Professores; Alfabetização Científica e Tecnológica; Ciência, Tecnologia e Sociedade; Ensino de Ciências.

Abstract

The approach of the relationship Science / Technology / Society (CTS) becomes increasingly necessary in science teaching, enabling students to understand the scientific and technological advances. But for the inclusion of contemporary issues in education is important that teachers understand them in order to address them appropriately and in context to scientific concepts and can thus promote a Scientific and Technological Literacy. The aim of this study was to conduct an investigation with biology teachers, checking their understanding of the interactions between CTS. To collect data we used a structured interview with teachers of biology. The results indicated the lack of relations between CTS, as teachers have not contended with total conviction, perhaps because they know some definitions of CT. Concluded that is necessary reorientation of teaching practices in the face of issues addressed in the contemporary social context as it pertains to science and technology.

Key words: Understandings of teachers, Scientific-Technological Literacy, Science, Technology and Society, Teaching of Science.

Introdução

Nos últimos anos, é crescente o número de novas tecnologias e também de inovações tecnológicas, tanto no campo da ciência como no meio industrial e comercial. Conforme afirma Abreu (2001), é notório o quanto a informação tecnológica cresceu nos últimos tempos, tornado-se a base da globalização e refletindo de imediato sobre a vida pessoal e profissional.

Vários segmentos da sociedade brasileira desconhecem os benefícios ou os malefícios dos avanços em ciência e tecnologia (CT). É, portanto, recomendável que sejam realizadas pesquisas no âmbito da educação em CT para compreender como os professores entendem esses avanços, tidos como imprescindíveis para o desenvolvimento do país.

No entendimento de Reis e Cicillini (2001), a abordagem da relação Ciência/Tecnologia/Sociedade (CTS) torna-se cada vez mais necessária no ensino de Ciências, para possibilitar aos alunos a compreensão dos avanços científicos e tecnológicos já presentes em seu cotidiano.

Nesse sentido, é importante abordar temas que envolvam o conhecimento científico e tecnológico no ensino de Ciências, ou seja, embasar os conteúdos escolares com informações relevantes para a sociedade, envolvendo os fatos veiculados diariamente pelos diversos meios de comunicação e que podem gerar dúvidas e incertezas aos educandos, como por exemplo, questões relacionadas aos produtos geneticamente modificados, os transgênicos, a clonagem humana e de animais. O aluno deveria sair da escola compreendendo essas questões de forma clara e crítica, conhecendo as vantagens e desvantagens do avanço científico e tecnológico.

Para que isso ocorra uma das questões propostas por vários autores, entre eles: Pinheiro, Silveira e Bazzo (2001), Carvalho, Mion e Souza (2005), Manassero, Vázquez e Acevedo (2004) é promover a introdução do enfoque CTS na escola de Ensino Médio, visando um processo de ensino-aprendizagem que torne o aluno mais crítico e ativo socialmente.

Deveriam ser inclusas as relações entre CTS no currículo escolar regular, de modo a promover uma ACT, pois os conceitos, os procedimentos, o desenvolvimento de atitudes e valores e a preparação para a tomada de decisões são importantes para construir um currículo mais relevante e contextualizado do ponto de vista ético, social, cultural e político.

A partir dos anos 1960, uma nova forma de compreensão da ciência e da tecnologia e de suas inter-relações com a sociedade foi sendo construída: o campo dos estudos em CTS. Este

surgimento tem origem nos estudos acadêmicos sobre os avanços científicos e tecnológicos e suas relações com a sociedade, influenciando diretamente as políticas públicas educacionais e desencadeando uma reforma curricular que ressalta a necessidade de uma tomada de decisões, dentre outros fatores, sobre os relacionados às questões de ciência e tecnologia.

Embora já tenha decorrido mais de uma década da promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB, N^o, 9394, de 20 de dezembro de 1996, quase nada mudou em relação ao desenvolvimento de práticas pedagógicas que promovam uma Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT).

A reflexão sobre a ACT possibilita ao professor a compreensão sobre o seu papel em sala de aula, frente a questões que incorporem distintas tecnologias (ALMEIDA; MORAN, 2005). Nesse sentido, questiona-se: Qual a compreensão dos professores de biologia sobre o significado de promover a ACT? Que concepções possuem em relação à CT e suas relações com a sociedade? Já que se pressupõe que suas concepções e compreensões influenciem diretamente no momento de propor suas ações no contexto escolar.

Nesta pesquisa, investigaram-se as compreensões de alguns professores de Biologia, em relação ao rótulo ACT (alfabetização científica e tecnológica). Verificou-se a visão desses professores sobre alguns temas, como os produtos transgênicos e a biotecnologia de modo geral, que estão diretamente relacionados com a ciência e a tecnologia, discutindo, assim, as compreensões levantadas sobre ACT, tomando como base para análise a perspectiva reducionista e ampliada propostas por Auler e Delizoicov (2001).

Ciência, Tecnologia e Sociedade: Aproximações e Distanciamentos

De acordo com Linsingen (2007), desde seu início, os estudos e programas de CTS seguiram três grandes direções: a pesquisa, as políticas públicas e a educação. Na pesquisa, os estudos propunham uma nova visão, não essencialista e socialmente contextualizada da atividade científica, defendendo a regulação social da ciência e da tecnologia. Na atividade política, haveria um aumento de participação da sociedade de modo geral, da qualidade dessa participação e, conseqüentemente, do processo democrático. Na educação, promoveria a introdução de programas e disciplinas com enfoque CTS no ensino médio e universitário, referidos à nova imagem da ciência e da tecnologia.

Em vários países de capitalismo avançado, o enfoque das relações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS) penetrou no meio universitário, desenvolvendo uma visão crítica da ciência e da tecnologia na formação de profissionais orientados para as atividades de pesquisa e desenvolvimento, ao desenho de políticas públicas de CT e à reflexão sociológica sobre as relações da CTS. Logo se ampliou para o ensino de ciências no ensino médio e fundamental e para atividades de educação não formal. Na América Latina, as reflexões sobre as relações CTS ganharam fôlego nos anos 1960-1970, mas o movimento CTS ganha força na universidade a partir dos anos 1980 (INVERNIZZI; FRAGA, 2007).

O campo de estudo CTS tem duas tradições distintas: a norte-americana, que coloca maior ênfase na abordagem das conseqüências sociais, das inovações tecnológicas e nas influências sobre a forma de vida dos cidadãos e das instituições; a europeia que coloca a ênfase na dimensão social antecedente aos desenvolvimentos científicos e tecnológicos, evidenciando a diversidade de fatores econômicos, políticos e culturais que participam na gênese e aceitação das teorias científicas. Contudo, para além destas tradições apontadas não poderem ser disjuntas, o que muitos autores têm destacado é a importância social do conhecimento

proporcionado pela ciência e tecnologia que, ao mesmo tempo, proporciona melhor compreensão do mundo natural e é um instrumento essencial para a sua transformação (CACHAPUZ *et al.*, 2008).

Autores como Auler (2002), Freire-Maia (1998), Cruz *et al.* (2004) e Bazzo (1998) discutem a importância de que a sociedade compreenda a não neutralidade da atividade científica, deixando claro que na CT existem problemas e repercussões que podem afetar de forma positiva ou negativa as estruturas sociais sobre as quais atua.

Muitas pessoas ainda não têm elementos para refletir sobre questões da neutralidade da ciência, “tais indivíduos não exercem opções com autonomia. Tornam-se pessoas subordinadas às regras do mercado, e influenciadas pelas propagandas” (CRUZ *et al.*, 2004). Nesse sentido, segundo Bazzo (1998), é urgente discutir assuntos relacionados à CT, para que, a partir de tais análises, seja possível retirar a ciência e a tecnologia de seus pedestais inabaláveis da investigação desinteressada da verdade e dos resultados generosos para o progresso humano.

Pode-se dizer que existem duas perspectivas principais para compreender o enfoque CTS: a reducionista e a ampliada. Essas duas perspectivas são encontradas nos estudos de Auler (2002), decorrentes de sua pesquisa para determinar a compreensão de professores e alunos quanto à influência da CT e seu papel na tomada de decisões frente a questões que a envolvem.

A abordagem reducionista adota como pressuposto subjacente a neutralidade da CT, ou seja, tudo que advir da CT será bom, irá servir para melhorar a vida dos cidadãos como um todo e que a tecnologia empregada irá cumprir seu papel de intervenção frente aos prejuízos que já causou, ou seja, é tamanha a tecnologia que ela própria fará tudo para o bem.

Nesta abordagem, estão presentes vários mitos como o do salvacionismo, que sustenta que todo desenvolvimento tecnológico irá beneficiar a sociedade e o do determinismo tecnológico, também de teor salvacionista, baseado na ideia de que o desenvolvimento tecnológico é o caminho. O mito da superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, em que a ciência é vista como instância absoluta e inquestionável.

Santos (2007, p. 7) destaca que,

[...] o mito da superioridade das decisões tecnocráticas está assentado em uma visão cientificista da ciência que desconsidera a participação democrática na tomada de decisão, a qual é calcada exclusivamente nos valores tecnocráticos. O mito da perspectiva salvacionista se traduz na concepção unidirecional de que o progresso científico gera progresso tecnológico que, por sua vez, gera progresso econômico e este gera progresso social. Já o mito do determinismo tecnológico tem como base a mesma concepção do mito anterior de que o desenvolvimento tecnológico conduz ao desenvolvimento humano, mas acrescido da crença da autonomia da tecnologia sem a influência da sociedade. (SANTOS; 2007, p. 7)

Esta abordagem deixa de lado as questões sociais. Além disso, amplos segmentos da sociedade não tomam partido nas questões referentes ao desenvolvimento científico e tecnológico.

Na escola o ensino é baseado em conhecimentos que não levam em consideração a realidade atual da sociedade. Espera-se que os “conteúdos operem por si mesmos” ou como um fim em si. A perspectiva reducionista fundamenta-se numa postura pouco crítica em relação às implicações da CT na sociedade.

Quanto à visão ampliada, pode-se de antemão exemplificar a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), que lança mão de novas questões com a intenção de promover a aprendizagem integrada aos conceitos que não devem deixar de ser discutidos. Nesta abordagem, os mitos acima descritos advindos de uma abordagem reducionista são severamente questionados. A abordagem ampliada oportuniza a discussão de valores sociais e possibilita que se provoque a discussão sobre a não sustentabilidade da tese da neutralidade da CT, além de propiciar a auto-reflexão.

Assim, na visão ampliada, os conteúdos são considerados como meios para a compreensão de temas socialmente relevantes (AULER; DELIZOICOV, 2001). Vários autores como Auler e Delizoicov (2001) e Bazzo e Colombo (2001) destacam aspectos de que a tecnologia não deve ser vista como negativa, mas que se deve discutir a validade de torná-la algo absoluto, de compreender que não há neutralidade nas inovações tecnológicas, e que elas podem ser utilizadas para o bem e para o mal, a favor ou contra o homem. A ciência e a tecnologia não são alavancas para a mudança que afetam sempre, no melhor sentido, aquilo que transformam.

Sabe-se que ciência e tecnologia podem ser consideradas interdependentes, tendo, contudo cada uma suas especificidades. Em relação à definição de ciência, autores como Chalmers (1993, 1994), Bazzo (1998), Freire-Maia (1998) e Freire (2008), apresentam diferentes pontos de vista que a ciência pode assumir e, então, para defini-la deve-se considerar as suas várias possibilidades e concepções, como a da ciência usada como ferramenta para a tecnologia, ciência como produção de conhecimento, entre outros. Já a tecnologia seria o conjunto de conhecimentos e princípios científicos que se aplicam ao planejamento, à construção e à utilização de um equipamento em um determinado tipo de atividade, enquanto a técnica seria a maneira, a habilidade de lidar com cada tipo de tecnologia para realizar determinada ação.

Linsingen (2007) e Ricardo, Custódio e Rezende Junior (2007) apresentam as mesmas caracterizações para a tecnologia, podendo esta ser entendida como o estudo do artificial ou um campo de conhecimento preocupado com o projeto de artefatos e planejamento de sua realização, ação, fundamentado no conhecimento científico; em contraste com a atividade científica que se volta ao estudo das coisas naturais, portanto é o conhecimento científico levado à ação, com a produção de bens. Santos e Mortimer (2002) destacam que a tecnologia pode ser compreendida como o conhecimento que permite controlar e modificar o mundo. A tecnologia está associada ao conhecimento científico, de tal modo que, hoje, tecnologia e ciência são termos indissociáveis.

Segundo Fourez (1995, p. 61), a “ciência é que permite o desenvolvimento da técnica, e por muito tempo elas se desenvolveram em separado, muitas vezes a técnica esteve em avanço em relação às compreensões teóricas”.

Verifica-se assim que não existe um consenso entre os pesquisadores quanto à existência ou não de uma fronteira entre ciência e tecnologia.

Inclusão do Enfoque CTS na Educação Básica

A educação pode ser tratada de muitas formas, de acordo com Freire (2007, p. 60):

Um enfoque educacional na perspectiva CTS requer muito mais do que trabalhar com temas e assuntos científicos e tecnológicos socialmente relevantes. Requer, igualmente, desenvolver o pensamento crítico com os alunos, de modo a auxiliá-los a desmitificar muitas situações que envolvem C e T,

observar os fatos cotidianos sob diferentes pontos de vista. (FREIRE; 2007, p. 60)

Incluir CTS no ensino brasileiro é uma forma de buscar uma educação mais consciente e que possa formar, além de técnicos, cidadãos com capacidade crítica e reflexiva sobre as consequências e benesses dos usos da tecnologia.

A escola não está imune às mudanças pela quais a sociedade vem passando, pois faz parte dela, sendo assim:

A ideia de levar para sala de aula o debate sobre as relações existentes entre CTS vem sendo difundida por meio dos PCNs como forma de Educação Tecnológica, a qual não seria voltada para confecção de artefatos, mas para a compreensão da origem e do uso que se faz desses artefatos na sociedade atual (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p. 5).

No entanto, os currículos contemplam com muita ineficácia a relação ciência, tecnologia e sociedade; os professores são presos à sua formação viciada, ensinando somente aquilo que lhes repassaram e da forma como lhes repassaram; os livros-textos, quando o fazem, abordam muito superficialmente o problema, abandonando o estudante à sua própria sorte dali em frente, o que agrava ainda mais a sua incapacidade de tratar do assunto (BAZZO, 1998).

Segundo Auler (2002) e Santos e Mortimer (2002), apesar de não haver um discurso consensual quanto aos objetivos, conteúdos, abrangências, alguns pontos podem ser considerados bases comuns: relacionar a ciência com as aplicações tecnológicas e os fenômenos na vida cotidiana, abordar o estudo daqueles fatos e aplicações científicas que tenham uma maior relevância social, abordar as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência e do trabalho científico e adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico, são algumas das questões que deveriam ser abordadas nas aulas do ensino médio e fundamental.

A ACT busca divulgar de forma geral, “o conhecimento científico e tecnológico para a população, para que esta entenda as decisões tomadas pelos técnicos e também possa tomar decisões quanto ao controle do uso desse conhecimento de forma democrática”. Deve ainda promover conjuntamente três objetivos: o “humanismo (enfoque cultural), uma sociedade democrática (enfoque de participação), e o crescimento econômico (capacidade de produção)”. Estes objetivos deveriam ser promovidos em todos os cidadãos e não somente em uma elite (FOUREZ, 1997). Ainda de acordo com Fourez (1997), a ACT deve estimular os jovens para os estudos da ciência e da tecnologia, associados ao juízo crítico e à análise reflexiva das suas interferências na sociedade, tornando-os, assim, cidadãos participativos na sociedade.

O que é necessário para se estar científica e tecnicamente alfabetizado? Estar científica e tecnicamente alfabetizado supõe que o aluno possa utilizar os modelos científicos e tecnológicos durante as tomadas de decisões. Isto implica também que se evite a confusão entre os dois domínios. “A ACT deverá, portanto, dedicar-se a ensinar a diferença entre a técnica, a ética e a política” (FOUREZ, 1995; 1997).

A metáfora da ACT coloca a linguagem e a comunicação em lugar de destaque, especialmente ao tratar a ciência como uma construção social de representações que substituem os fenômenos mais complexos. Desta forma, as discussões acerca da CT são essenciais, buscando a tomada de decisões para a ação, dependendo da confiabilidade e da adequação do modelo (RICARDO, 2005). Assim, uma aula de qualquer disciplina científica que tenha como premissa esse entendimento de tecnologia e da atividade tecnológica é um campo fértil para desenrolá-lo de discussões e críticas globais sobre CT (FREIRE, 2007).

Temas polêmicos relacionados à pesquisa genômica, clonagem, emprego de células-tronco e à produção e utilização de organismos transgênicos passam a ser discutidos dentro e fora da escola. “As pessoas são convocadas a refletir e a opinar sobre os benefícios, riscos e implicações éticas, morais e sociais provenientes das biotecnologias geradas dessas pesquisas” (PEDRANCINI *et al.*, 2005, p. 02).

De acordo com Krasilchik (2005), buscar as “raízes científicas dessas tecnologias tradicionais e de maneiras de aprimorá-las, a fim de que melhor sirvam à necessidade de elevar a qualidade de vida, é uma forma de vincular o ensino à realidade em que vive o aluno”. Desvendando em todas as disciplinas, de forma interdisciplinar, as características mais marcantes do ensino com enfoque CTS. Visto que, para compreender um problema real ou entender situações que envolvem ciência e tecnologia, os conhecimentos puramente científicos não são suficientes (FREIRE, 2007).

Para Bazzo (1998), os professores têm um importante papel no auxílio à comunidade na compreensão dessas tecnologias. Portanto, somente quando a alfabetização em CT for entendida neste contexto mais amplo, poderá existir uma esperança real de que a configuração do nosso mundo futuro seja traçada por um eficiente controle público, de modo que os processos científicos e tecnológicos beneficiem verdadeiramente a humanidade.

A escola deve, antes de tudo, privilegiar o conhecimento. Para que isto aconteça, ela necessita de mudanças radicais e, em certas situações, de rupturas, não somente inovações, na busca de um novo tempo, que hoje, com mais ênfase, engloba o conhecimento das questões ideológicas e sociais. Tais mudanças somente serão conquistadas com a participação engajada dos professores. E, por isso, eles devem ter uma formação menos compartimentalizada, que inclua uma visão do todo, em relação ao conhecimento (BAZZO, 1998).

É necessário mostrar “ao professor a importância da formação nesta área de conhecimento (C e T), pois a inserção desta temática pretende, na realidade, atingir o estudante”, inculcando nele a responsabilidade de refletir e de trabalhar as repercussões de suas ações junto à sociedade (BAZZO, 1998, p. 09).

São poucas as instituições no Brasil que têm linha de pesquisa voltada para o enfoque CTS, impossibilitando que a grande maioria de professores tenha acesso a esse tipo de trabalho. Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007, p. 81) abordam a questão da “formação disciplinar ser um problema que não condiz com a necessidade interdisciplinar do enfoque CTS”. Nem docentes nem alunos foram, ou estão sendo, formados dentro da perspectiva da interdisciplinaridade, o que torna os objetivos do enfoque CTS bastante complexos, o que exige bastante reflexão antes que se possa agir.

É urgente dar subsídios para que os professores, de todos os níveis, possam refletir sobre os conhecimentos com os quais trabalham, como também sobre o ensino e aprendizagem desses conhecimentos. Não se pode esquecer que as mudanças também requerem uma formação continuada dos docentes, não bastando apenas reformular os currículos das licenciaturas (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007).

É imprescindível organizar programas de desenvolvimento profissional em serviço dos docentes. “Isso equivale a dizer que reformas educacionais não dependem somente dos docentes, é preciso que todas as instâncias educacionais se unam: governos, escola, funcionários e professores em prol da mesma causa”. (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p. 81).

Bazzo (2008) afirma que o domínio dos conhecimentos sobre CTS implicará um novo proceder didático-pedagógico, em sintonia com a desejável formação do profissional-cidadão, trazendo como pressuposto educacional o alcance desta meta: educação escolar que propicie o

ato de pensar com mais relevância do que o ato de reproduzir, para obter, não apenas a atuação de nossos estudantes como bons técnicos dotados de suficiente treinamento, cidadãos em sintonia com os problemas da sociedade na perspectiva de sua transformação.

Aspectos Metodológicos e Desenvolvimento da Pesquisa

A abordagem metodológica utilizada foi a qualitativa. Nesse tipo de abordagem, conforme Lüdke e André (1986), a realidade é abordada de forma complexa e contextualizada. Desenvolve-se numa situação natural, rica em dados descritivos e tem um plano aberto e flexível.

A coleta dos dados foi realizada com dois professores, mediante entrevista, registrada por meio da áudio gravação. A entrevista abordava questões e situações relacionadas ao tema CTS, adaptada de Auler (2002), que propõe um novo instrumento envolvendo interações entre CTS. Auler (2002) utilizou nove situações, envolvendo temáticas contemporâneas vinculadas à CT. Selecionaram-se quatro dessas situações e adaptou-se uma de forma a contemplar aspectos mais específicos aos objetivos propostos.

Para a realização das entrevistas foi necessário escolher aleatoriamente dois professores (as) da disciplina de Biologia do Ensino Médio, em duas escolas estaduais da região Oeste do Paraná. Suas identidades foram preservadas, sendo aqui tratados por sujeito A1 e A2.

As entrevistas tiveram uma duração média de 45 minutos, sendo gravadas e posteriormente transcritas. A análise da entrevista foi baseada na percepção das duas perspectivas propostas por Auler (2002), a reducionista e a ampliada, relacionando-se ainda aos mitos advindos da perspectiva reducionista.

Os pontos principais sobre a compreensão dos professores, a respeito das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade são apresentados a seguir. Para o desenvolvimento das entrevistas foram enunciadas algumas situações-chave que serviram de guias para orientar as entrevistas.

Sendo assim, propôs-se em uma das situações investigadas: “a tecnologia é resultado da aplicação da ciência” e afirmou-se que “a tecnologia é produzida pela ciência”, e solicitou-se que os professores dissessem se concordavam plenamente, parcialmente ou se discordavam dessas afirmações:

A1: “Concordo plenamente, pois a ciência é um estudo e a tecnologia é por em prática esse estudo, pois para qualquer tecnologia nova criada essa deve ser muito bem estudada para por em prática.” (A1).

A2: “Concordo. Na verdade só existe tecnologia devido aos avanços da ciência”. (A2).

Em seguida, foi questionado se “a ciência é produzida pela tecnologia”, o sujeito responde:

A2: “Sim também concordo, pois uma depende da outra para existir”. (A2).

Nas respostas dos sujeitos pesquisados, percebe-se a interpretação que fazem sobre a relação CT, concordando que ciência e tecnologia devem estar em constante correlação, sendo que uma é dependente da outra tanto para que se tenha ‘avanços na ciência’ quanto para produção de novos artefatos tecnológicos. Assim, se possui determinado objeto, a tecnologia em sua aplicação, viria a produzir novamente algo a ser estudado ou reinventado, novamente, a produção da ciência.

Ao se questionar sobre seu entendimento em relação ao que é biotecnologia e as possíveis dificuldades em desenvolver esse e outros temas em suas aulas, os entrevistados assim se posicionam:

A1: *“Biotecnologia nada mais é do que as novas tecnologias que estão surgindo, podendo citar algumas dessas, como os transgênicos, células-tronco, nanobiotecnologia, clonagem, etc.”* (A1).

A1: *“Não tenho dificuldades, pois esses temas estão sendo muito bem comentados pela mídia e tenho muito conhecimento pelos temas.”* (A1).

A2: *“Não tenho dificuldades em trabalhar com diferentes temas, como os transgênicos e clonagem.”* (A2).

Os professores entrevistados afirmam trabalhar com temas que envolvem CTS no contexto escolar, além disso, demonstram não ter dificuldades nesta abordagem em sala de aula. Há que se ter cuidado, no entanto, sobre as informações que são veiculadas pela mídia, pois, muitas vezes, podem estar marcadas por interesses que precisam ficar claros para os estudantes. Segundo Malacarne (2008), a sociedade deve ser informada e educada para que possa conhecer os benefícios e os riscos da tecnologia de modo geral e mais especificamente da biotecnologia, podendo desta forma escolher sobre seu uso.

Questionou-se ainda, o quanto questões contemporâneas envolvendo CTS foram abordadas e trabalhadas durante a sua formação inicial. Obtiveram-se algumas afirmações, conforme indicam os seguintes fragmentos:

A1: *“Com certeza, esses assuntos foram muito abordados.”* (A1).

A2: *“Sim, foram muito bem trabalhados, com várias discussões.”* (A2).

Verifica-se, portanto, que estes conteúdos foram trabalhados nos cursos que esses professores frequentaram, ao contrário do que indicam os estudos de Malacarne (2007). Infere-se que isso se deva ao fato de os professores, aqui entrevistados, serem recém-formados e em cursos cujos currículos compreendiam também esses conteúdos.

Concepções Reducionistas da CT

Apesar das afirmações dos professores, acima descritas, em que eles relatam que tiveram acesso à discussão de temas relativos à CT durante sua formação e que costumam abordar esses temas em suas aulas, percebe-se, de modo geral, uma visão bastante reducionista de CT.

Ao se posicionar frente a uma das situações em que se questionou: “O que é tecnologia?” São dadas duas opções de resposta “Tecnologia inicia e termina com máquinas” ou “Tecnologia implica máquinas, ferramentas, técnicas e conhecimentos precisos”. O professor A1 responde:

A1: *“Sim concordo, pois acho que são ferramentas e equipamentos modernos que visam melhorar algo.”* (A1).

A análise da fala do sujeito A1, permite constatar que não há uma reflexão sobre o que permeia a CT, se os recursos que estão surgindo são realmente bons ou estão criando pessoas cada vez mais consumistas e despreocupadas com a vida do próximo ou, ainda, se estão destruindo recursos naturais que não são renováveis. Assim, se não houver um direcionamento de seu uso, a ciência e tecnologia passam a acarretar preocupações, em diversos campos, isto é, não são, sempre, tão benéficas como podem parecer.

Nas questões seguintes, foi perguntado aos entrevistados se concordavam com a afirmação de que a “tecnologia é neutra e por conta disso poderia ser utilizada em qualquer contexto”, e a outra afirmação dizia que “a tecnologia não é boa nem ruim, nem positiva e nem negativa em si mesma, é dependente do uso que dermos a ela” Sobre essas afirmações os professores assim se posicionaram:

A1: *“Parcialmente concordo, pois conforme o tipo de tecnologia, esta poderá ser usada em diferentes locais.”* (A2).

A2: *“Sim, na verdade o objetivo é melhorar, mas nem sempre acaba sendo usada para tal.”* (A2).

Realmente nem todo tipo de tecnologia aceita determinado contexto social, pois a ciência e a tecnologia, muitas vezes, são rodeadas por agências financiadoras que vão direcionar o que é de seu interesse, ditando o que deve ou não ser produzido em termos de CT, tendo em vista, principalmente, se o investimento será rentável e retornável financeiramente. Assim, pode-se afirmar que a tecnologia não é neutra em sua aplicação.

Na outra questão solicitou-se aos entrevistados que listassem o que consideravam como sendo cinco tecnologias contemporâneas:

A1: *“Câmera digital, celular, MP3, pendrive, MP4, entre outros.”* (A1).

A2: *“Várias são as tecnologias empregadas e surgidas nesse século, como o mapeamento do genoma humano, celulares mais modernos, microscópios maiores, programas de computador, entre outros.”* (A2).

Atualmente, estamos cercados de objetos complexos como os celulares, as câmeras digitais, os computadores, entre outros. Nossos alunos chegam à escola sem livros, mas conhecendo mais as novas tecnologias que muitos de nós, professores. Mas essas novas tecnologias só são conhecidas superficialmente, eles não sabem como elas foram produzidas, por quem, qual seu intuito ao ser criada, para que serve e porque precisamos de tantos aparatos que, às vezes, têm a mesma finalidade (INEP, 2008).

Quando questionados sobre como a biotecnologia é vista pela sociedade, se as pessoas devem ter medo dela e se ela assusta. Os sujeitos assim se posicionam:

A1: *“A biotecnologia não é assustadora, pelo contrário, ela só tende a trazer benefícios para a população”* (A1).

A2: *“[...] a tecnologia está surgindo para ajudar as pessoas, cada vez ficando mais fácil os recursos de saúde.”* (A2).

É perceptível, neste caso, que os sujeitos possuem uma visão salvacionista, de que toda a tecnologia produzida é pensada para promover uma melhoria nas condições sociais da população. No entanto, sabe-se que essa visão traduz uma concepção reducionista da CT. Autores como Bazzo (1998), entre outros, sugerem que, para encarar as novas tecnologias e trabalhar os seus impactos sem medo e sem ufanismo, devemos ter cautela e uma boa dose de reflexão sobre suas vantagens e limitações e, especialmente, uma contextualização das suas implicações. Outra reflexão necessária frente à biotecnologia é a questão ética relacionada ao seu uso e aplicação na sociedade atual.

Na próxima situação, abordou-se o tema transgênicos no texto retirado de um recorte da revista Veja de março de 2001, cuja manchete diz que “Por mais forte que seja a desconfiança em relação aos produtos geneticamente modificados, não há mais como fugir deles”. Após a leitura do texto aos professores, eles foram questionados sobre a questão polêmica do

consumo inconsciente dos transgênicos, perguntando se eles concordavam com essa afirmativa do texto. O sujeito A1 responde:

A1 ; *“Concordo, pois mesmo nós não querendo consumir alimentos transgênicos, podemos evitar ele, mas fugir se torna impossível, pois esses já estarão comercializados pelas grandes empresas, indústrias e fábricas de marcas famosas. Alimentos transgênicos só têm tendência a crescer e trazer benefícios para a população, evitando assim a poluição, muitas doenças para a população. Comeremos produtos transgênicos afinal, já estamos consumindo muito, sem muitas vezes sabermos.”* (A1).

A compreensão do sujeito A1 enquadra-se perfeitamente na perspectiva reducionista, demonstrando uma visão salvacionista da CT, destacando que a ciência irá levar a população ao bem estar e ao crescimento de forma saudável. Muitas pessoas são contra os transgênicos, como no exemplo da situação apresentada, na qual se afirma ainda que não há mais como fugir deles. No entanto, quando as pessoas descrentes dos transgênicos vão ao supermercado procuram por produtos maiores, mais bonitos e bem conservados, mal sabem que, muitas vezes, se trata de um alimento geneticamente modificado, assim como se verifica na fala do professor: “consomem e nem sabem que estão consumindo”. (A1)

Verificou-se ainda uma visão de determinismo tecnológico, que endossa a concepção reducionista de CT quando o sujeito A2 é indagado sobre o que é a biotecnologia e como as pessoas podem perceber seu uso, ele responde:

A2: *“Biotecnologia é o melhoramento, alteração de organismos (plantas e animais). Podemos perceber seu uso em remédios que são testados, plantas com maior produção, animais com características superiores”* (A2).

Pode-se notar que não se pensa nas questões que deram errado, nos testes e alterações que tiveram resultados catastróficos ou simplesmente não deram certo. Assim, a sociedade fica de fora de muitos acontecimentos e a CT dita que esse desenvolvimento científico e tecnológico sempre dá bons resultados. A propaganda que se faz da CT, provavelmente com vistas a melhores resultados das questões de ordem econômica, é tão intensa que uma parcela significativa das pessoas acredita que elas, em quaisquer circunstâncias, podem sempre ser tidas como amigas leais, que trazem consigo apenas benesses para a sociedade (BAZZO, 1998).

Pensamentos ampliados sobre as interações entre CTS

Em uma das situações investigadas foi fornecido um texto retirado do jornal *O Estado de São Paulo*, de 11 de julho de 2007. A manchete que seguiu dizia que: “Falha na alfabetização científica prejudica interesse pelo assunto” e mostra que a maioria da população tem interesse por assuntos da ciência, mas não os compreende:

Levantamento divulgado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia mostrou que cerca de 41% dos brasileiros têm muito interesse por ciência. O número foi recebido com entusiasmo por especialistas, uma vez que estava quase em pé de igualdade com o do interesse por esporte e era superior ao de política, mas não deixou de refletir um problema intrínseco do ensino. Entre os 59% que disseram ter pouco ou nenhum interesse na área, a maioria justificou que simplesmente não entende o assunto.

A partir dessa situação, os professores foram questionados sobre suas opiniões de como a CT deveria ser trabalhada na escola, para que houvesse uma compreensão sobre esses temas pelos alunos. O sujeito A1 assim se posiciona:

A1: *“Devemos trabalhar mais atualidades referentes à ciência e as novas tecnologias em sala de aula, trazendo revistas, jornais e também temas que estão em alta na sociedade e na mídia.”* (A1).

A2: *“Relacionar o conteúdo com temas interessantes que os alunos ouvem em casa é muito bom, porque permite aos mesmos compreender o mundo na sua totalidade.”* (A2)

A afirmação dos professores é sugestiva da importância de se desenvolverem temas relacionados à CT em sala de aula, no entanto, não há uma explicação dos professores sobre quais estratégias poderiam ser aplicadas para que houvesse um maior entendimento do tema pelos estudantes e que promovesse uma visão crítica e uma participação ativa nas discussões em sala de aula e na sociedade de modo geral.

Em outro questionamento, procurou-se evidenciar qual a importância, na opinião dos professores, sobre buscar novas informações para inovar em suas aulas, os sujeitos relatam:

A1: *“Para que os alunos saiam do ensino médio formadores de opiniões, saibam se defender, opinar sobre assuntos relacionados com a biotecnologia na sociedade, saibam decidir o que pode ser melhor sem ter dúvidas. O interessante desse estudo em sala de aula é para que os alunos se preparem para o futuro”*[...] (A1).

A2: *“Para passar conhecimentos mais atualizados e atuais aos alunos, também promover discussões, etc.”* (A2).

Percebe-se na fala dos educadores que eles buscam novas ideias para levar para a sala de aula, tentando, desta forma, atualizar o conhecimento científico a ser adquirido pelos alunos, pois todo aluno deveria sair da escola realmente preparado para debater sobre diferentes assuntos, opinar e posicionar-se, e, assim, tornar-se um cidadão participativo na sociedade. A educação tecnológica desenvolvida nas escolas visa formar uma consciência crítica no aluno, mostrando os valores e questões referentes ao cotidiano da sociedade contemporânea, ensinando o aluno a ter sua própria visão frente a questões polêmicas como a dos transgênicos, das células-tronco e de outros temas relevantes.

Ainda durante a situação apresentada anteriormente sobre ACT, que aborda o tema da manchete do jornal sobre a Alfabetização Científica, os sujeitos A1 e A2 afirmam:

A1: [...] *“muitos têm pouco interesse pela ciência, ou até mesmo não sabem o que essa significa, já ouviram, já utilizaram, já praticaram a ciência só que não sabem associá-la.”* (A1).

A2: *“Interessante e preocupante. Deveria instigar os alunos a pesquisarem, ter curiosidade, pesquisar mais”.* (A2)

Como o sujeito A2 aponta, os alunos deveriam ser instigados, mas quem deveria instigá-los? Não seriam os professores? Esperar para quem fazer esse tipo de abordagem para que o aluno reflita? Então, cabe ao educador propor questões reflexivas, levantar curiosidades e trabalhar com elas em suas aulas. A esse respeito, Bazzo (1998, p. 34) comenta:

O cidadão merece aprender a ler e entender – muito mais do que conceitos estanques – a C e a T, com suas implicações e consequências, para poder ser

elemento participante nas decisões de ordem política e social que influenciarão o seu futuro e o dos seus filhos. (BAZZO;1998, p. 34)

Os resultados indicam que mesmo os professores afirmando que abordam temas relacionados à ACT e que consideram importante sua abordagem em sala de aula, em alguns momentos, demonstram visões reducionistas confirmando alguns mitos relativos à CT.

A ACT na escola parece estar longe de ser algo cotidiano, muito ainda deve ser trabalhado neste campo, desde a formação destes professores, até sua iniciativa própria em realmente querer e buscar sua formação continuada, especializar-se para crescer em sua carreira e, assim melhorar, suas abordagens, trazendo inovações para a sala de aula.

Considerações Finais

A educação é o caminho para toda mudança, para a mobilização e para a formação de uma consciência crítica. Essa afirmação tem base nos impactos sociais originados pela CT, fornecendo assim uma consciência pertinente à participação pública e social efetiva.

Para que esse fundamento possa surtir efeito no ensino, precisamos, necessariamente, de profissionais formados e competentes no que diz respeito ao movimento aqui descrito, o movimento CTS. Tendo em vista que os professores são agentes centrais das mudanças efetivas dos sistemas educativos recai sobre as instituições de formação de professores a responsabilidade na assessoria e no apoio aos professores nos seus necessários processos de mudança e desenvolvimento. Recai ainda a responsabilidade por financiamento para as necessárias reformas aos órgãos governamentais competentes para tal.

Os dois professores entrevistados, muitas vezes, se posicionaram de forma idêntica, dizendo que trabalham com temas relacionados à CT em suas aulas e que não encontram dificuldades para isso, porque também foram trabalhados e bastante discutidos nos seus cursos de formação inicial.

Em alguns momentos, pode-se observar que as opiniões desses professores endossam a visão reducionista, acreditando que a CT tem caráter salvacionista, de conduzir ao bem estar da sociedade. Bem como da visão do determinismo tecnológico, acreditando que tudo o que é testado, por exemplo, em laboratório, leva a algo útil e benéfico à sociedade. A visão ampliada da CT retrata a importância de se pensar na ACT, tornando o aluno participativo tanto nas aulas, quanto na sociedade.

Verifica-se nesta pesquisa que, mesmo a compreensão da tecnologia para além de ilustração complementar aos conteúdos clássicos ou da utilização de produtos tecnológicos, é pouco clara, especialmente a visão tida pelos dois educadores, que na verdade deveriam dominá-la, pois essa sua visão refletirá sobre seus educandos.

É função da escola formar um aluno, cidadão, que saiba encarar a tecnologia com responsabilidade e com senso crítico, superando inclusive a falsa necessidade de consumo que o mundo moderno parece impor às pessoas, e para que o aluno tenha essa postura, nossos professores precisam refletir: será que as aulas que disponibilizo aos meus alunos os preparam para abordar e refletir sobre assuntos polêmicos como os transgênicos, células-tronco ou sobre DNA?

Embora seja difícil vislumbrar estratégias adequadas de qualificação de professores, dada a natureza deste tipo de trabalho, a quantidade e a diversidade dos campos, áreas e formas de atuação, é necessário fazê-lo.

Referências

- ABREU, R. G. Tecnologia e ensino de ciências: recontextualização no "novo ensino médio". **Atas do III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Atibaia: ABRAPEC, 2001.
- ALMEIDA, M. E. B.; MORAN, J. M. (Orgs.). **Integração das tecnologias na educação**. Brasília: Ministério da Educação, 2005.
- 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.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **ENSAIO - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 03, n. 02, p. 12-25, 2001.
- BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis: UFSC, 1998. 319 p.
- BAZZO, W. A; COLOMBO, C. R. Educação tecnológica contextualizada, ferramenta essencial para o desenvolvimento social brasileiro. **Revista de Ensino de Engenharia – ABENGE**. Brasília, v. 20, n. 1, p. 9-16, 2001.
- CACHAPUZ, A. PAIXÃO, F; LOPES, J. B; GUERRA, C. 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**. Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 27-49, 2008.
- CARVALHO, I.; MION, R.; SOUZA, C.A. Abordagem CTS na formação de professores (investigador ativo) de física em rede sócio-técnica. **Anais do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Bauru - SP, 2005.
- CHALMERS, A. F. **A Fabricação da ciência**. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1994.
- CHALMERS, A.F. **O que é ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.
- CRUZ, C.G. M. et al. **Fundamentos teóricos das ciências naturais**. Curitiba: IESDE, 2004.
- FOUREZ, G. **A constituição das ciências**. Introdução à filosofia e à ética das ciências. São Paulo: Editora da UNESP, 1995.
- . Alfabetización científica y tecnológica – Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Argentina: Ediciones Colihue, 1997.
- FREIRE, L. I. F. **Pensamento crítico, enfoque educacional CTS e o ensino de química**. 2007. 175 p. Tese. (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PECT0057-D.pdf>>. Acesso em: 23 maio 2008.
- FREIRE-MAIA, N. **A ciência por dentro**. 5. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 1998.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA – INEP**. Formação de Professores para Educação Profissional e Tecnológica. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2008.
- INVERNIZZI, N.; FRAGA, L. Estado da arte na educação em ciência, tecnologia, sociedade e ambiente no Brasil. **Ciência & Ensino**. v. 1, número especial, 2007.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.

LINSINGEN, I. Perspectiva educacional CTS: Aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**. v. 1, número especial, p. 01-16, 2007.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. 4. ed. São Paulo: EPU, 1986.

MALACARNE, M. F. Biotecnología, educación y desarrollo sostenible. In: VIEIRA, R. M.; PEDROSA, M. A.; PAIXÃO, F.; MARTINS, I. P.; CAAMAÑO, A.; VILCHES, A.; MARTÍN-DÍAZ, M.J. **Ciência-tecnologia-sociedade no ensino de ciências**. Educação científica e desenvolvimento sustentável. Portugal: Universidade de Aveiro, 2008.

MALACARNE, M. F. Biotecnología y sociedad en Venezuela. **Encuentros en la Biología**. Málaga, 117, p. 3-4, 2007.

MANASSERO, M. A.; VÁZQUEZ, A.; ACEVEDO, J. A. Evaluación de las actitudes del profesorado respecto a los temas CTS: nuevos avances metodológicos. **Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas**, Barcelona, v. 22, n. 2, p. 299-312, 2004.

PEDRANCINI, V. D. CORAZZA-NUNES, M. J; GALUCH, M. T. B; RIBEIRO, A. C. A biologia no ensino médio e o desenvolvimento científico e biotecnológico. **V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências/ ENPEC**, Bauru - SP, 2005.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F; BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**. São Paulo, v. 13, v. 1, p. 71-84, 2007.

----- O enfoque ciência, tecnologia e sociedade (CTS) no ensino médio. **III Encontro Nacional de Pesquisas em Ensino de Ciências**. Atibaia, 2001.

REIS, M. S. A.; CICILLINI, G. A. As Relações entre ciência-tecnologia-sociedade e sua abordagem em livros paradidáticos. **III Encontro Nacional de Pesquisas em Ensino de Ciências**. Atibaia, 2001.

RICARDO, E. C. **Competências, interdisciplinaridade e contextualização**: dos parâmetros curriculares nacionais a uma compreensão para o ensino das ciências. 2005. 257 p. Tese. (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

RICARDO, E. C.; CUSTÓDIO, J. F.; RESENDE JUNIOR, M. F. A tecnologia como referência dos saberes escolares: Perspectivas teóricas e concepções dos professores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, v. 29, n. 1, p. 98-120, 2007.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**. São Paulo, v. 1, número especial, nov. 2007.

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

Recebido em Abril de 2009, aceito em Fevereiro de 2010.