

Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências

Décio Auler¹ e Demétrio Delizoicov²

¹Universidade Federal de Santa Maria, Brasil. Email: auler@ce.ufsm.br

²Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil. Email: demetrio@ced.ufsc.br

Resumo: Buscou-se identificar compreensões de professores de Ciências sobre interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) com a finalidade de respaldar ações no processo de formação inicial e continuada de professores de Ciências. Metodologicamente a pesquisa configurou-se segundo dois eixos complementares: a explicitação e fundamentação de parâmetros sobre interações entre CTS e a realização de entrevistas semi-estruturadas com um grupo de 20 professores, cuja análise foi balizada pelos parâmetros. Neste trabalho, apresentam-se e discutem-se as principais tendências presentes na compreensão destes professores, bem como dimensões a serem consideradas no processo formativo: Endosso ao modelo de decisões tecnocráticas, passividade diante do desenvolvimento científico-tecnológico e a superação da perspectiva salvacionista/redentora atribuída à Ciência-Tecnologia (CT).

Palavras-chave: Compreensões de professores sobre CTS; formação de professores; não-neutralidade das relações CTS.

Title: Science-Technology-Society: relations established for science teachers

Abstract: This study sought to identify the understanding of Science teachers about the interaction between Science, Technology and Society (STS) in order to support programs for the initial and continued education of Science teachers. Methodologically, the study was configured along two complementary tracks: the explanation and establishment of standards about the interactions between Science, Technology and Society that support the analysis of semi-structured interviews conducted with a group of 20 teachers. The paper presents and discusses the principal trends identified in the understanding of these teachers, as well as issues to be considered in their own education: Endorsement to the model of technocratic decisions, passivity ahead of the technological-scientific development and the overcoming of the saving perspective attributed to Science-Technology.

Key words: Understandings of Teachers about STS; Teacher Education; Non-neutrality of STS relations.

Introdução

Em pesquisa realizada (Auler, 2002), buscou-se definir e fundamentar parâmetros sobre interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), identificar compreensões de professores sobre tais interações, bem como

dimensões a serem trabalhadas no contexto da formação inicial e continuada de professores.

Metodologicamente a pesquisa configurou-se segundo dois eixos complementares. De um lado, a explicitação e fundamentação dos referidos parâmetros, de outro, a realização de entrevistas semi-estruturadas com um grupo de 20 professores de Ciências atuantes em Santa Maria/Brasil. As entrevistas focalizaram temáticas contemporâneas vinculadas à Ciência-Tecnologia: manipulação genética, clonagem, produção/distribuição de alimentos – carência alimentar, poluição, automação/robotização – desemprego, internet, crise energética.

Na análise dos resultados das entrevistas, buscou-se avaliar o pensar do conjunto dos professores em termos de aproximações e distanciamentos relativamente aos parâmetros:

- Superação do modelo de decisões tecnocráticas;
- Superação da perspectiva salvacionista/redentora atribuída à Ciência-Tecnologia;
- Superação do determinismo tecnológico.

Estes parâmetros, expressando uma concepção de não neutralidade nas interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade, apontam para a superação de construções históricas consideradas pouco consistentes, postulando a democratização das decisões em temas envolvendo CT. Resultam da busca de uma aproximação entre pressupostos do educador brasileiro Paulo Freire (1987) e referenciais ligados ao movimento CTS. Considera-se que a busca de participação, de democratização das decisões em temas sociais envolvendo Ciência-Tecnologia (CT), defendida pelo movimento CTS, está em sintonia com a matriz teórico-filosófica adotada por Freire, quando este defende que alfabetizar, muito mais do que ler palavras, deve propiciar a "leitura crítica da realidade". Seu projeto político-pedagógico coloca-se na perspectiva de "reinvenção" da sociedade, processo consubstanciado pela participação daqueles que encontram-se imersos na "cultura do silêncio", submetidos à condição de objetos ao invés de sujeitos históricos. Neste sentido, entende-se que, para uma "leitura crítica da realidade", torna-se, cada vez mais, fundamental uma compreensão crítica sobre as interações entre CTS, considerando que a dinâmica social contemporânea está fortemente marcada pela presença da CT.

Compreensões sobre interações entre ciência-tecnologia-sociedade

Na literatura, compreensões de professores sobre interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) têm sido apontadas como um dos pontos de estrangulamento, emperrando, muitas vezes, a contemplação do enfoque CTS no processo educacional. Acevedo, em vários trabalhos (1995, 1996, 2001), abarcando um período de intensas pesquisas sobre as compreensões de alunos e professores de Ciências sobre CTS, principalmente realizadas com a utilização do instrumento denominado de VOSTS (Views on Science-Technology-Society), empreendeu uma exaustiva revisão bibliográfica sobre as pesquisas até então disponíveis. Da síntese que Acevedo empreendeu, apresentam-se as tendências consideradas mais

relevantes:

- A tecnologia é considerada hierarquicamente inferior à Ciência, sendo apenas uma aplicação desta;
- A tecnologia como sendo a aplicação prática da ciência, no mundo moderno, para produzir artefatos com a intenção de melhorar a qualidade de vida ou para fabricar novos dispositivos;
- Endosso a uma visão tecnocrática em decisões envolvendo CT. Considera-se que os especialistas têm melhores condições para decidir devido aos seus conhecimentos;
- Considera-se que os governos estão mais capacitados, através de suas agências especializadas, para coordenar programas de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Acevedo assinala que isso também supõe uma posição favorável a um modelo político tecnocrático;
- Identificação da tecnologia com artefatos técnicos. Segundo Acevedo, idéia incompleta, mas que goza de grande apoio.

Em outro estudo, constituído de duas partes, também na Espanha, Solbes e Vilches (1992) analisam livros texto, bem como realizaram uma pesquisa com estudantes secundários de 15 a 17 anos. Da análise dos livros, destacam que estes oferecem uma imagem de ciência empirista, cumulativa e que não consideram aspectos qualitativos, do tipo histórico, sociológico, humanístico, tecnológico, etc. Em síntese, não aparecem interações entre CTS. Em relação à pesquisa com os estudantes, Solbes e Vilches concluem:

- Em relação aos cientistas: são considerados pessoas imparciais, objetivas, possuidoras da verdade, gênios, às vezes um pouco loucos, que lutam pelo bem da humanidade;
- Para a grande maioria dos alunos, a física e a química, ensinadas na escola, nada ou pouco tem a ver com a sociedade. Em outros termos, uma física e química desvinculada do mundo real.

Extensa revisão bibliográfica foi empreendida por Fernández *et al.* (2002) relativamente à visões simplistas, deformadas da Ciência, transmitidas pelo ensino, cujo questionamento é fundamental para uma concepção epistemológica mais consistente: a) Visão empírico-indutivista, ateorica; b) visão rígida (algorítmica, exata, infalível); c) visão a-histórica, dogmática; d) Visão exclusivamente analítica; e) Visão cumulativa, de crescimento linear; f) Visão individualista e elitista; g) Visão socialmente descontextualizada.

No contexto brasileiro, são incipientes as pesquisas envolvendo compreensões de professores sobre interações entre CTS. Dentre estas, pode-se destacar Loureiro (1996), a qual realizou pesquisa que buscou evidenciar idéias e compreensões que professores de Escolas Técnicas Federais têm acerca do papel que os mesmos atribuem à tecnologia na sociedade. O aspecto mais marcante, desta, foi que *“todos os professores atribuem como papel à tecnologia a produção de bem-estar social”*. Contudo, estando ausente a compreensão sobre como a tecnologia interage com outras variáveis sociais. Em outros termos, sem entenderem como questões políticas, econômicas e culturais interagem na produção

desse bem-estar social.

Também, no contexto brasileiro, Amorim (1995), em sua investigação, da "trilogia" CTS, focalizou o "S" (Sociedade). Entre os resultados, destaca-se a concepção que considera a sociedade como "*o que acontece lá fora*", "*o mundo lá fora*". Há uma tendência em encarar a sociedade como um mundo externo à escola. Ao considerá-la como um "*mundo lá fora*", os elementos da prática social raramente irão adentrar no espaço escolar. A prática social do aluno acontece fora da escola ou num futuro próximo. O conhecimento a ser adquirido, "a teoria", é primordial e anterior ao desenvolvimento da prática social (profissão, dia-a-dia do aluno). Não há a busca de uma interação de mão dupla entre teoria e prática.

Os parâmetros: aproximação entre pressupostos do educador Paulo Freire e o movimento ciência-tecnologia-sociedade

Garcia *et al.* (1996) destacam que, a partir de meados do século XX, nos países capitalistas centrais, foi crescendo um sentimento de que o desenvolvimento científico, tecnológico e econômico não estava conduzindo linear e automaticamente ao desenvolvimento do bem-estar social. Argumentam que, por volta de 1960-1970, a degradação ambiental, bem como o seu desenvolvimento vinculado à guerra, fizeram com que Ciência-Tecnologia (CT) se tornassem alvo de um olhar mais crítico. Há especial destaque para o fato de que CT foram "deslocadas" do espaço da suposta neutralidade para o campo do debate político.

Em vários países, esta "politização" em relação à CT produziu desdobramentos curriculares tanto no ensino secundário quanto no superior (Garcia *et al.*, 1996). Em revisão bibliográfica (Auler, 1998) encontrou-se que não há um consenso quanto aos objetivos, conteúdos, alcance e modalidades de implementação deste movimento no campo educacional. Consta-se que, (Auler, 1998), em sintonia com outros trabalhos (Caamaño, 1995), o enfoque CTS abarca desde encaminhamentos que buscam contemplar interações entre CTS somente como fator de motivação, passando por aqueles que postulam como fator essencial uma compreensão crítica destas interações, até encaminhamentos que, levados ao extremo em alguns projetos, consideram secundária a abordagem de conceitos científicos.

Ainda segundo Garcia *et al.* (1996) um dos objetivos centrais desse movimento consistiu em colocar a tomada de decisões em relação a CT num outro plano. Reivindicam-se decisões mais democráticas (mais atores sociais participando) e menos tecnocráticas. Essa nova mentalidade/compreensão da CT teria contribuído para a "*quebra do belo contrato social para a CT*". Qual seja, o modelo linear de progresso. Neste, o desenvolvimento científico (DC) gera desenvolvimento tecnológico (DT), este gerando o desenvolvimento econômico (DE) que determina, por sua vez, o desenvolvimento social (DS – bem-estar social).

DC → DT → DE → DS (modelo tradicional/linear de progresso).

Esta busca de participação, de democratização das decisões em temas sociais envolvendo CT, parece estar em sintonia com a matriz teórico-filosófica adotada por Freire (1987), quando este, em termos de

pressupostos educacionais, aponta para além do simples treinamento de competências e habilidades. A dimensão ética, o projeto utópico implícito em seu fazer educacional, a crença na vocação ontológica do ser humano em "ser mais" (ser sujeito histórico e não objeto), eixos balizadores de sua obra, conferem, ao seu projeto político-pedagógico, uma perspectiva de "reinvenção" da sociedade, processo consubstanciado pela participação daqueles que encontram-se imersos na "cultura do silêncio", submetidos à condição de objetos ao invés de sujeitos históricos.

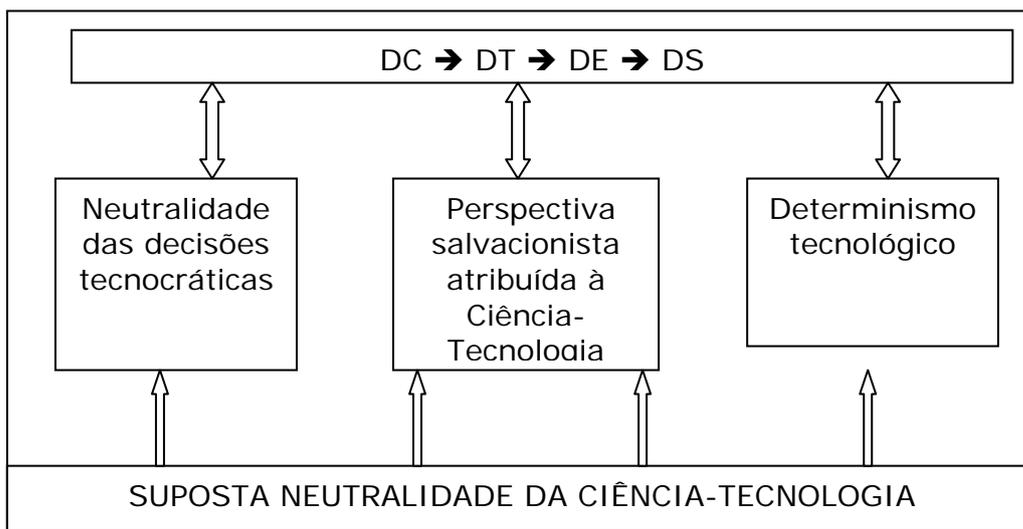
No entender de Freire (1987) e de seguidores que adaptaram a sua proposta para a educação em Ciências na escola, como, por exemplo, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), a alfabetização não pode configurar-se como um jogo mecânico de juntar letras. Alfabetizar, muito mais do que ler palavras, deve propiciar a "*leitura do mundo*". Leitura da palavra e "*leitura do mundo*" devem ser consideradas numa perspectiva dialética. Alfabetizar não é apenas repetir palavras, mas dizer a sua palavra. Neste sentido, entende-se que, para uma leitura crítica da realidade, torna-se, cada vez mais, fundamental uma compreensão crítica sobre as interações entre CTS, considerando que a dinâmica social contemporânea está fortemente marcada pela presença da CT.

Assim, para esta compreensão crítica da realidade, considera-se fundamental a problematização de construções históricas sobre a atividade científico-tecnológica, consideradas pouco consistentes. Três construções históricas foram objeto de discussão e problematização: *superioridade/neutralidade do modelo de decisões tecnocráticas, perspectiva salvacionista/redentora atribuída à Ciência-Tecnologia e o determinismo tecnológico*, construções balizadas, no nosso entender, pela suposta neutralidade da Ciência-Tecnologia. Entende-se que estas construções resultam do fato de, à medida que o conhecimento científico-tecnológico é produzido, produz-se também discursos, formas de ver essa produção. Discursos aceitos, fomentados ou elaborados por determinados atores sociais, interessados em sua disseminação.

Para melhor caracterizar a abrangência da suposta neutralidade da CT, elaborou-se o esquema 1 reproduzido em seguida. Partiu-se do modelo tradicional, linear de progresso, apresentado anteriormente, articulando-o com elementos advindos da pesquisa.

Esquema que expressa, no nosso entender, as interações entre CTS, quando o balizamento é dado pela suposta neutralidade da CT. Neste, as já referidas construções históricas são entendidos como pilares, alimentadores da concepção tradicional/linear de progresso.

Para a sustentabilidade das concepções presentes neste esquema, o endosso ao modelo de decisões tecnocráticas é fundamental. Modelo decisório justificado pela crença na possibilidade de neutralizar/eliminar o sujeito do processo científico-tecnológico. O *expert* (especialista/técnico) pode solucionar os problemas sociais de um modo eficiente e ideologicamente neutro. Para cada problema existe uma solução ótima. Portanto, deve-se eliminar os conflitos ideológicos ou de interesse. Em síntese, a tecnocracia garante a eficácia deste esquema. Porém, este somente funciona se a ação humana puder ser neutralizada, se as relações sociais em que CT são produzidas e utilizadas forem desconsideradas.



Esquema 1.– Modelo tradicional/linear de progresso

Contemporaneamente, no contexto do “caminho único”, respaldado pelo discurso do “pensamento único”, está havendo um superdimensionamento da tecnocracia em detrimento da democracia. Democracia pressupõe a possibilidade de escolha, de eleição entre várias possibilidades, entre vários caminhos. Nesse contexto, o determinismo tecnológico, outro pilar da concepção tradicional de progresso, é reforçado.

Segundo Gómez (1997), há duas teses definidoras do determinismo tecnológico:

- a) a mudança tecnológica é a causa da mudança social, considerando-se que a tecnologia define os limites do que uma sociedade pode fazer. Assim, a inovação tecnológica aparece como o fator principal da mudança social;
- b) A tecnologia é autônoma e independente das influências sociais.

Esta concepção tem sido o pano de fundo de muitas das denominadas exposições universais, nas quais é apresentado o que há de mais atual no campo científico-tecnológico. Expressando a submissão do ser humano, a de 1933, ocorrida em Chicago, tinha como lema:

"A ciência descobre. A indústria aplica. O homem se conforma"

Em 2004, no lema da feira de Hannover (Alemanha), também estão presentes marcas do determinismo tecnológico. A moldagem do futuro, enquanto processo histórico, ocorre à margem do conjunto da sociedade. O encaminhamento científico-tecnológico, materializado na exposição, define o amanhã:

"Veja o Amanhã Hoje"

A defesa do determinismo tecnológico consiste numa forma sutil de negar as potencialidades e a relevância da ação humana, exercendo o efeito de um “mito paralisante”. Com a aceitação passiva dos “milagres” da tecnologia, com a adesão ao sonho consumista, a humanidade, como um todo, está perdendo a chance de moldar o futuro.

A perspectiva salvacionista/redentora atribuída à CT, outro pilar da concepção tradicional/linear de progresso, pode ser sintetizada:

- 1) Os problemas hoje existentes e os que vierem a surgir, serão, necessariamente resolvidos como o desenvolvimento cada vez maior da CT;
- 2) Com mais e mais CT teremos um final feliz para a humanidade.

Contudo, o desenvolvimento científico-tecnológico não pode ser considerado um processo neutro que deixa intactas as estruturas sociais sobre as quais atua. Nem a Ciência e nem a Tecnologia são alavancas para a mudança que afetam sempre, no melhor sentido, aquilo que transformam. O progresso científico e tecnológico não coincide necessariamente com o progresso social e moral (Sachs, 1996).

A idéia de que os problemas hoje existentes, e os que vierem a surgir, serão automaticamente resolvidos com o desenvolvimento cada vez maior da CT, estando a solução em mais e mais CT, está secundarizando as relações sociais em que essa CT são concebidas e utilizadas.

Por exemplo, para reduzir/acabar com a carência alimentar, com a fome, efetivamente, é necessário produzir alimentos em quantidade suficiente. Nesse aspecto, a CT podem contribuir significativamente, aproveitando-se, inclusive, os avanços da biologia molecular. Contudo, a CT não possuem nenhum mecanismo intrínseco que garanta a distribuição dos alimentos produzidos. CT são fundamentais no campo da produção. Porém, em termos de distribuição, há outras dimensões a serem consideradas.

Também, relativamente a esta concepção, há "mitos propagandísticos". Por exemplo:

"Com certeza, os transgênicos saciarão a fome no próximo milênio"

Torna-se necessário, também, destacar que, conforme ressaltam Vilches e Gil (2003), em relação à visão descontextualizada da Ciência, torna-se necessário criticar tanto a visão que a coloca como fator absoluto de progresso, quanto aquela que considera CT como responsáveis "exclusivos" dos problemas que afetam o planeta. O endosso a esta última visão significaria, no nosso entender, recair no determinismo tecnológico, ignorando as relações sociais em que esta CT são produzidas e utilizadas.

Como resultado da busca desta aproximação entre pressupostos do educador brasileiro Paulo Freire (1987), referenciais ligados ao movimento CTS e o uso da concepção de Paulo Freire na educação escolar (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002), bem como da interação destes com elementos oriundos da entrevista com os professores, chegou-se aos parâmetros sobre interações entre CTS, associados às referidas construções históricas:

- Superação do modelo de decisões tecnocráticas;
- Superação da perspectiva salvacionista/redentora atribuída à Ciência-Tecnologia;
- Superação do determinismo tecnológico.

Estes expressam uma concepção de não neutralidade nas interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade, apontam para a superação de

construções históricas consideradas pouco consistentes, presentes no esquema anteriormente discutido, postulam a democratização das decisões em temas envolvendo CT.

Metodologia: as entrevistas

Como estudo exploratório inicial, recorreu-se à adaptação de um instrumento, idealizado por Aikenhead e Ryan (1992), denominado de VOSTS, cujos resultados foram apresentados e discutidos no II Encontro Nacional de Educação em Ciências - II ENPEC - (Auler e Delizoicov, 1999). Como síntese deste estudo, pode-se destacar a presença de contradições no pensar dos professores integrantes do mesmo. Tal estudo, além de apontar para a necessidade de um aprofundamento na avaliação das compreensões, trouxe contribuições significativas no sentido do amadurecimento e consolidação dos referidos parâmetros sobre as interações entre CTS.

Após este "estudo exploratório inicial", partiu-se para a construção de um novo instrumento, configurado no contexto da busca de uma aproximação entre o denominado movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e o referencial freiriano (Freire, 1987). Na elaboração desse instrumento, consultou-se parte significativa dos livros didáticos de Ciências (incluindo física, química e biologia) utilizados em Santa Maria e região (Brasil), bem como jornais e revistas passíveis de utilização por parte dos professores.

A pesquisa realizada, se, de um lado, focalizou um contexto específico, o brasileiro, de outro, procurou estar em sintonia com questões mais amplas. Relativamente ao denominado movimento CTS, a caminhada esteve apoiada em pesquisadores como Aikenhead e Ryan (1992), Acevedo (1995, 1996 e 2001), Solbes e Vilches (1992, 1995 e 1997) e Garcia *et al.* (1996).

Tratando-se de uma pesquisa de cunho qualitativo, o instrumento foi dinamizado na perspectiva de uma entrevista semi-estruturada. Conforme Lüdke e André (1996) e Trivinus (1987), a entrevista semi-estruturada desenvolve-se a partir de um roteiro básico que permite ao entrevistador fazer as necessárias adaptações ao longo da pesquisa.

Esta flexibilidade caracterizou as referidas entrevistas, as quais focalizaram "9 situações", apresentadas e descritas em Auler (2002), envolvendo temáticas contemporâneas vinculadas à CT. Os textos, manchetes, citações e falas, que compõem estas 9 situações, referem-se a temáticas contemporâneas, vinculadas à CT: manipulação genética, clonagem, produção/distribuição de alimentos – carência alimentar, poluição, automação/robotização – desemprego, internet, crise energética.

Dimensão fundamental na definição e elaboração das "9 situações" consistiu na necessidade de sua vinculação com os parâmetros sobre CTS. Em outros termos, no processo de aperfeiçoamento do instrumento, do qual fizeram parte três entrevistas preliminares, na forma de estudo piloto, buscou-se avaliar a possibilidade de, com a leitura que os professores fazem sobre estas situações, explicitar seu pensar, seu posicionamento frente às construções históricas, indicando aproximações ou distanciamentos em relação aos referidos parâmetros. No anexo 1, apresentam-se as situações "3", "4", "5" e "8", bem como o roteiro de questões formuladas durante a realização da entrevista.

A investigação foi conduzida com um grupo intencional no sentido de terem sido priorizados professores imbuídos da busca de uma prática pedagógica diferenciada. Este professor pode ser caracterizado como aquele que esboça movimentos de busca, de participação em cursos, encontros, projetos, tanto de formação inicial quanto continuada, destinados ao repensar da prática pedagógica. Nesse sentido, os primeiros contatos foram feitos com professores que, direta ou indiretamente, já haviam participado de atividades em que o próprio pesquisador esteve envolvido. Num segundo momento, solicitou-se que estes indicassem outros professores que se enquadrassem nesse perfil. Esse processo permitiu, com relativa facilidade, o trabalho com os 20 professores participantes da pesquisa.

Aproximadamente uma semana antes da realização da entrevista, o professor recebia o material contendo as 9 situações, tendo sido solicitado que fizesse uma análise crítica sobre as mesmas. A realização destas ocorreu de uma forma bastante dialógica. Em relação a cada uma das situações, inicialmente, eram colocadas questões bem abertas, gerais. Questões como: "O que, nessa situação, chamou a sua atenção?", "Qual a análise que você faz em relação aos aspectos apresentados nessa situação?", "Que aspectos você poderia comentar em relação a essa situação?". No decorrer da entrevista, questões mais específicas foram sendo colocadas como, por exemplo, "e esta afirmação aqui, qual a tua opinião sobre ela?".

As entrevistas ocorreram de uma forma bastante agradável, tendo em vista o interesse dos professores em "dialogar" sobre essas temáticas relacionadas à CT. Foram bastante freqüentes manifestações do tipo: "Eu nunca havia parado para pensar sobre isso". Essa falta de reflexão, de discussão sobre temas contemporâneos foi evidenciada, pela maioria dos entrevistados, quando questionados sobre a presença desses no seu processo formativo. Significativo o fato de que apenas dois professores lembraram de temas atuais que tivessem sido contemplados no curso de graduação.

Houve a realização de um total de 20 entrevistas, além de três denominadas de *entrevistas preliminares*, as quais tiveram a finalidade de ajustes no instrumento de pesquisa, não sendo consideradas para efeito de análise e discussão. As entrevistas foram realizadas com professores formados em cursos universitários de formação de professores. Das 20 entrevistas, cinco foram realizadas com professores formados em Ciências, cinco em Física, cinco em Química e cinco em Biologia. Por problemas técnicos ocorridos no processo de gravação, uma das entrevistas foi desconsiderada. Assim, o conjunto dos professores ficou restrito a 19.

Na análise dos resultados das entrevistas, buscou-se avaliar dimensões recorrentes, tendências no pensar do conjunto do professores, identificando, assim, aproximações e distanciamentos relativamente aos parâmetros.

Resultados e discussão

Como síntese dos resultados, pode-se apontar uma tendência no endosso ao modelo de decisões tecnocráticas, assim como um posicionamento,

diante do avanço científico-tecnológico, próximo do determinismo tecnológico. Portanto, compreensões próximas das construções históricas consideradas pouco consistentes e distantes dos parâmetros. Por outro lado, representando uma tendência que se aproxima do parâmetro, houve uma significativa rejeição da perspectiva salvacionista, redentora atribuída à Ciência-Tecnologia.

Tal qual ocorrera no estudo exploratório inicial, os resultados sinalizam para a ausência de uma coerência interna, na compreensão da maioria dos professores sobre as interações entre CTS, estando presentes contradições em seu pensar quanto à superação das construções históricas. Apenas dois professores apresentaram indicativos de superação das três referidas construções. Como exemplo, apresenta-se falas de um destes professores:

Quanto à democratização das decisões (superação do modelo de decisões tecnocráticas):

"Não tenho a menor idéia, porque se a gente for pensar assim, uma coisa bem democrática, seria nós decidirmos, mas nós... (...) nós, a população. Tu não achas que se fosse bem democrático, nós a população deveríamos dizer, sei lá, um plebiscito uma coisa assim, sim ou não aos transgênicos se fosse uma democracia né" (resposta à questionamento feito na "situação 5", reproduzida no anexo 1)

Também, sinalizando para a superação da perspectiva salvacionista atribuída à CT:

"Eu não sei se é para isso que eles estão aí, eu não sei se é para isso. (...) Por enquanto, eu não vejo eles como saciadores da fome de ninguém" (resposta à questionamento feito na "situação 4", anexo 1)

Na fala do mesmo professor também comparecem indícios de não endosso ao determinismo tecnológico, ao ser questionado sobre a manchete de jornal proposta para reflexão:

"Impõe sua presença. Eu não concordo, aqui, condutora dos rumos da civilização." (resposta à questionamento feito na "situação 3", anexo 1).

Contudo, esta coerência interna não é a tônica. Predomina, amplamente, no conjunto dos professores, um perfil marcado por contradições. Este aspecto é exemplificado pelas falas de um destes professores:

"Eu acho que todas as pessoas. Eu acho que todas as pessoas têm direito a opinar sobre isso. Porque envolve todo mundo. A população também é envolvida nisso. Por que não opinar?" (resposta à questionamento feito na "situação 5", anexo 1)

e

"Eu acho que resolver o problema de alimentos, essa questão de problemas de alimentos, acho assim, também é uma questão política né, porque os mercados estão abarrotados de enlatados. Eu acho que alimento suficiente existe no mundo, o que não existe é uma distribuição." (resposta à questionamento feito na "situação 4", anexo 1)

Há, nestas duas manifestações, indícios de reivindicação de um modelo de decisões democráticas e de não endosso ao salvacionismo atribuído à CT. Porém, conforme falas do mesmo professor, reproduzidas em seguida,

há fortes indícios da presença da concepção do determinismo tecnológico ou da incapacidade de reação diante do desenvolvimento científico-tecnológico:

"Obrigados não, totalmente. Mas a nível mundial acho que não tem como, hoje, reverter o quadro. Dizer não vamos, ninguém vai usar transgênicos. Acho que isso é impossível hoje." (resposta à questionamento feito na "situação 5", anexo 1)

"Penso que realmente é uma, é um meio de progresso né, e querendo ou não, realmente se impõe às pessoas, aos indivíduos e acho que também vai conduzir o rumo da civilização, porque é uma geração que vem aí, trabalhando com a internet..." (resposta à questionamento feito na "situação 3", anexo 1)

Em síntese, exceto a compreensão apresentada por dois professores, os resultados sugerem a ausência de uma coerência interna na compreensão da maioria dos professores sobre as interações entre CTS, focalizadas nesta pesquisa.

Este pano de fundo, ou seja, a falta de coerência nas compreensões individuais, alicerçou o encaminhamento dado à análise das entrevistas e à perspectiva de continuidade do presente trabalho. Não se buscou identificar o pensar individual de professores. Buscou-se identificar tendências na compreensão do conjunto dos professores, expressadas em termos de proximidade ou afastamento dos parâmetros, cuja discussão e problematização faz-se necessária no processo de formação e atuação dos professores.

São plurais as possibilidades de abordagem das tendências identificadas. Pela opção teórico-metodológica que orientou a investigação, a partir das análises empreendidas, aponta-se para a continuidade do trabalho, sinalizando para dimensões/compreensões a serem consideradas, problematizadas no processo formativo, quando o objetivo for contemplar interações entre CTS na prática político-pedagógica:

- a) Endosso ao modelo de decisões tecnocráticas;
- b) Passividade diante do desenvolvimento científico-tecnológico. Compreensão próxima do determinismo tecnológico;
- c) Superação da perspectiva salvacionista/redentora atribuída à CT.

Quanto ao endosso ao modelo de decisões tecnocráticas:

Relativamente à democratização das decisões (superação do modelo de decisões tecnocráticas), pode-se destacar que, dos dezenove professores entrevistados, apenas cinco apresentaram, em sua compreensão, indicativos da democratização das decisões em temas envolvendo CT. Na compreensão dos demais, não há indicativos da postulação de uma participação mais direta da sociedade civil. Nesse sentido, é pertinente destacar que a fronteira entre o modelo de decisões tecnocráticas e o governo tomando as decisões é bastante nebulosa. Muitas vezes, essas duas formas de tomada de decisão estão imbricadas, considerando que, em vários casos, são mencionados órgãos técnicos, secretarias do governo que estariam respaldando as decisões a serem tomadas por este.

Tal qual discussão anterior, as decisões tomadas por especialistas são encaradas como portadoras de certezas, decisões neutras, tomadas longe do campo político e econômico. Por exemplo, segundo um dos professores:

"Eu acho que seriam as pessoas que tivessem o menor envolvimento, menor comprometimento com alguma empresa. Eu acho que comprometimento com a ciência mesmo. (...) Várias pessoas. Eu acho que teriam que ser professores, cientistas, no caso, que estão trabalhando nas universidades" (professor respondendo sobre quem deveria estabelecer critérios em relação ao desenvolvimento científico-tecnológico - clonagem e transgenia -, "situação 2", Auler, 2002).

Vinculado à infalibilidade das decisões tecnocráticas, mesmo sem que houvesse um questionamento explícito nas entrevistas, dez professores manifestaram que somente usariam produtos geneticamente modificados se tivessem certeza de que " *não fazem mal*". Exemplificando:

"Os laboratórios de repente, porque estão lidando com isso. Mais pesquisa, a gente não sabe ainda o que vai acontecer com o meio ambiente, com as pessoas que estão consumindo esses alimentos (...). O pessoal que investiga né, para largar um produto com mais certeza, mais confiável, porque, por enquanto, a gente não sabe, com certeza, os efeitos".

Nesta manifestação, além de uma justificada preocupação com a saúde, com o ambiente, expressa uma concepção epistemológica que situa CT no campo das certezas absolutas, das respostas definitivas. Assim, se CT fornecem certezas, nada melhor do que o técnico, o especialista para decidir.

O absoluto, as certezas, constituem-se de compreensões inclinadas para a tecnocracia não para a democracia. Certezas excluem decisões políticas, dificultam a participação democrática. Acevedo, já citado, assinalou que a tendência em apoiar um modelo de decisões tecnocráticas parece acentuar-se em estudantes de ciências. Poder-se-ia pensar que um estudante de Ciências e, portanto, um possível futuro professor de Ciências, no atual processo formativo, unicamente disciplinar, tem a quase totalidade do seu tempo e seu universo cognitivo ocupado com preocupações restritas ao campo científico. Assim, esse campo fornece os critérios para as decisões.

Quanto à passividade diante do desenvolvimento científico-tecnológico:

O endosso ou não ao determinismo tecnológico foi avaliado a partir de posicionamentos dos professores em relação à Internet (Anexo 1, "situação 3"), ao desemprego (Auler 2002, "situação 6") , bem como sobre os transgênicos (Anexo 1, "situação 5"). Assim:

Em relação à internet: há uma tendência geral, entre o conjunto de professores, 15 deles, em revelar concordância com a afirmação "*O alfabeto do futuro: A internet estabelece o ritmo do progresso, impõe sua presença em todas as dimensões da vida e se converte em condutora dos rumos da civilização*", não manifestando nenhum posicionamento crítico em relação à mesma.

Sobre a afirmação em relação aos transgênicos "*A onda é irreversível*", também constata-se uma tendência (13 professores) de endosso a esta

afirmação, sinalizando para a incapacidade de reversão do processo. Nesse pensamento majoritário, não há a percepção de outros possíveis encaminhamentos.

Relativamente ao desemprego, há uma tendência majoritária que não visualiza perspectivas diante do atual cenário, constituída por 12 professores.

Em síntese, não tem sido freqüente o endosso ao determinismo tecnológico tal como caracterizado anteriormente. Poucas têm sido as manifestações explícitas que consideram a tecnologia autônoma e independente das influências sociais. Contudo, pode-se identificar uma forte tendência vinculada ou que possui alguma semelhança com o determinismo tecnológico. Trata-se de uma característica, de um eixo que perpassa o conjunto das manifestações, a qual sugere a ausência de reflexão, passividade e, acima de tudo, a incapacidade de reação, a ausência de perspectivas quanto à encaminhamentos alternativos em relação ao desenvolvimento científico-tecnológico contemporâneo e sua repercussão na sociedade. Parece haver uma aproximação àquilo que Winner (1987) chama de *sonambulismo tecnológico*.

Neste sentido, há indicativos de que os professores em geral e mesmo aqueles com um perfil mais próximo dos parâmetros, repetem, acriticamente, alguns dos discursos constantemente veiculados por meios de comunicação. Por exemplo, passam a concordar com discursos que, tal qual aquele sobre a Internet, carregam marcas do determinismo tecnológico. Parece haver um endosso acrítico, um assumir que possivelmente decorre da falta de problematização dos mesmos, da ausência de reflexão, aspecto que sinaliza desafios para o ensino de Ciências.

Quanto à superação da perspectiva salvacionista/redentora atribuída à CT:

Uma terceira tendência, a superação da perspectiva salvacionista/redentora atribuída à CT, foi analisada focalizando-se dois temas contemporâneos: o problema da carência alimentar (anexo 1, "situação 4") e a poluição (Auler, 2002, "situação 7"). Em relação ao problema da fome, há uma rejeição quase total. Dezesete (17), dos 19 professores entrevistados, não endossam a posição de que mais CT, no caso os produtos geneticamente modificados, venham a solucionar esse problema. Relativamente à poluição, na análise realizada, apenas três professores endossam a perspectiva salvacionista.

Em relação ao problema da fome, apesar de ocupar grande espaço na mídia, a idéia de que os transgênicos venham a saciar a fome, foi amplamente rejeitada. Isso sinaliza para a superação do "mito" da perspectiva salvacionista, ou seja, da relação linear entre incremento em CT, produção de alimentos e resolução do problema da fome. Nas falas, há uma compreensão bastante clara quanto à apropriação desigual dos resultados desse desenvolvimento.

A perspectiva salvacionista, no combate à poluição, segundo a qual um simples incremento de CT seria suficiente para resolver tal problemática, tal como já acontecera em termos de suprir a carência alimentar, recebeu um

apoio bastante restrito por parte dos professores. Contudo, apesar de minoritárias, há posições de endosso:

"Por mais que cada vez que os anos passem a poluição seja muito maior, mas as soluções também vêm junto né. (...) No meu ver elas caminham juntas. Aumenta a poluição, aumentam os problemas, mas as soluções vêm junto. Quer dizer, não junto, mas logo atrás, tentando." (Auler, 2002, "situação 7").

Considerações finais

Há indicativos de que a falta de coerência interna, anteriormente mencionada, esteja associada a uma compreensão confusa, ambígua sobre a não neutralidade da Ciência-Tecnologia. Este aspecto requer novas investigações. Contudo, há elementos que autorizam esta hipótese. Tanto a pesquisa bibliográfica, quanto elementos da pesquisa realizada com os professores, convergem para este ponto. Assim, em relação à primeira, pode-se destacar as discussões de Garcia *et al.* (1996), dentre outros, quando apontam o surgimento do movimento CTS naqueles contextos em que emerge uma nova compreensão sobre o papel da CT na sociedade, deslocando-as do âmbito da suposta neutralidade, remetendo-as para o espaço da debate político.

Em relação aos resultados das entrevistas, mesmo de forma difusa, parecem estar apontando para a ausência, no pensar destes professores, dessa nova compreensão do papel da CT na sociedade. Mesclam-se, na compreensão destes, concepções de neutralidade e de não neutralidade da CT, dependendo do fenômeno, da temática em questão, sinalizando para a forte presença de ambigüidades.

Essa falta de clareza, a ambigüidade parece estar relacionada à complexidade do tema, considerando que a não neutralidade da CT pode, efetivamente, ser discutida a partir de vários ângulos. No decorrer do processo de investigação, foi-se constatando a necessidade da clarificação e explicitação de dimensões/critérios que contribuíssem em precisar estes significados. Assim, no contexto da pesquisa (Auler, 2002), a suposta neutralidade da CT foi analisada e problematizada a partir de quatro dimensões, interdependentes:

- O direcionamento dado à atividade científico-tecnológica (processo) resulta de decisões políticas;
- A apropriação do conhecimento científico-tecnológico (produto) não ocorre de forma equitativa. É o sistema político que define sua utilização;
- O conhecimento científico produzido (produto) não é resultado apenas dos tradicionais fatores epistêmicos: lógica + experiência;
- O aparato ou produto tecnológico incorpora, materializa interesses, desejos de sociedades ou de grupos sociais hegemônicos. Portanto, não se sustenta uma compreensão consagrada pelo senso comum, que afirma mais ou menos o seguinte: A tecnologia não é nem boa e nem ruim, tudo depende do uso que dermos a ela. Além disto, nesta compreensão, está implícito de que há o "bom" e o "ruim". Ou seja, o que é bom para um, é bom universalmente.

Por exemplo, determinado professor considera que a tecnologia não é neutra, argumentando que há uma apropriação desigual. Ao mesmo tempo, considera a tecnologia uma ferramenta neutra, nem boa e nem ruim, utilizável para o bem ou para o mal, ignorando que esta carrega as marcas, os interesses e características de sociedades ou de grupos hegemônicos em determinado momento histórico. Ou seja, mesclam-se, na compreensão destes, concepções de neutralidade e de não neutralidade, dependendo da situação, da temática em questão:

"Acho que não resolve o problema da fome. Essa tecnologia chega para todo mundo?" (posição de não neutralidade, segunda dimensão anteriormente elencada)

e

"Neutro, meio assim, a neutralidade, ela tá aí: pode ser utilizado para o bem e para o mal" (posição de neutralidade, quarta dimensão anteriormente elencada).

É sintomático que, dos 19 professores entrevistados, 16 concordam integralmente, inclusive com comentários como este último, com a segunda afirmação presente na "situação 8" (anexo1), reproduzida em seguida:

"A tecnologia não é nem boa e nem ruim, nem positiva e nem negativa em si mesma. É uma ferramenta neutra que pode ser tanto utilizada para o bem quanto para o mal. Tudo depende do uso que dermos a ela."

Destaca-se, assim, a necessidade de, de um lado, considerar, no processo formativo, as dimensões: Endosso ao modelo de decisões tecnocráticas, passividade diante do desenvolvimento científico-tecnológico e a necessidade da superação da perspectiva salvacionista/redentora atribuída à CT. De outro, aprofundar investigações sobre concepções relativamente à suposta neutralidade da CT, considerando que, uma compreensão ambígua, incompleta pode ser uma das causas das contradições presentes no pensar dos professores, aspecto que dificulta uma compreensão mais crítica sobre as interações entre CTS. A suposta neutralidade pode estar, também, legitimando, no campo ideológico, modelos decisórios de cunho tecnocrático.

Referências bibliográficas

Acevedo Díaz, J. A. A. (1995). Educación tecnológica desde una perspectiva CTS: Una breve revisión del tema. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, II (3), 75-84.

Acevedo Díaz, J. A. A. (1996). La Tecnología em las Relaciones CTS: Una Aproximación al Tema. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (1), 35-44.

Acevedo Díaz, J. A. A. (2001). *Publicar ou Patentear? Hacia una Ciencia cada vez más ligada a la Tecnología*. Em: www.campus-oei.org/salactsi/acevedo4.htm.

Aikenhead, G. S., Ryan, A. G. e Fleming, R. W. (1989). *Views on Science-Technology-Society (VOSTS)*, Form CDN, Mc.5, Canadá.

Amorim, A. C. (1995). *O Ensino de Biologia e as Relações entre Ciência/Tecnologia/Sociedade: o que dizem os professores e o currículo do*

Ensino Médio?. Dissertação de Mestrado. Campinas: Faculdade de Educação/UNICAMP.

Auler, D. (1998). Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS): Modalidades, Problemas e Perspectivas em sua Implementação no Ensino de Física. *Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física*. Florianópolis/Brasil.

Auler, D. e Delizoicov, D. (1999). Visões de Professores sobre as Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). *Atas do II ENPEC*. Vallinhos/Brasil.

Auler, D. e Delizoicov, D. (2001). Alfabetização Científico-Tecnológica para quê?. *Ensaio*, 3(2), 105-115.

Auler, D. (2002). *Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências*. Tese de Doutorado. Florianópolis: CED/UFSC.

Caamaño, A. (1995). La Educación Ciencia-Tecnologia-Sociedad: Una Necesidad en el Diseño del Nuevo Currículum de Ciencias. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, II (3), 4-6.

Delizoicov, D., Angotti, J. A. e Pernambuco, M. M. (2002). Ensino de Ciências: Fundamentos e métodos. São Paulo: Cortês.

Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A., Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciência transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 477-488.

Freire, P. (1987). *Pedagogia do Oprimido*. 17 edição. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

García, J. L. et al. (1996). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: Una Introducción al Estudio Social de la Ciencia y la Tecnología*. Madrid: TECNOS.

Gómez, R. J. (1997). Progreso, determinismo y pesimismo tecnológico. *Redes*, 4 (10), 59-94.

Iglesia, P. M. (1997). Una Revisión del Movimiento Educativo Ciencia-Tecnología-Sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (1), 51-57.

Loureiro, S. M. (1996). *Concepções de Tecnologia: Uma Contribuição para a Formação de Professores das Escolas Técnicas*. Dissertação de Mestrado. Florianópolis: CED/UFSC.

Lüdke, M. e André, M. E. D. A. (1986). *Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas*. São Paulo: Ed. Pedagógica e Universitária-EPU.

Sachs, I. (1996). Brasil e os Riscos da Modernidade. *Ciência Hoje*, 20 (119), 12-14.

Solbes, J. e Vilches, A. (1992). El Modelo Construtivista y las Relaciones Ciencia/Técnica/Sociedad (CTS). *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (2), 181-186.

Solbes, J. e Vilches, A. (1995). El profesorado y las actividades CTS. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, II (3), 30-38.

Solbes, J. e Vilches, A. (1997). STS Interactions and the Teaching of Physics and Chemistry. *Science Education*, 81, 377-386.

Triviños, A N. S. (1987). *A Pesquisa Qualitativa em Educação*. São Paulo: Atlas.

Vilches, A. Gil, D. (2003). *Construyamos un futuro sostenible: Diálogos de supervivencia*. Madrid: Cambridge University Press.

Winner, L. (1987). *La ballena y el reactor: un búsqueda de los limites en la era de la alta tecnologia*. Barcelona: Gedisa.

Anexo 1

"SITUAÇÃO 3"

"O ALFABETO DO FUTURO: A internet estabelece o ritmo do progresso, impõe sua presença em todas as dimensões da vida e se converte em condutora dos rumos da civilização."

Roteiro de questões:

- Nessa situação 3, temos uma manchete do Jornal Zero (ler). Para você, o que esta manchete transmite? Você concorda com ela?
- Diz aqui: "...a internet estabelece o ritmo do progresso" e "se converte em condutora dos rumos da civilização". O que você pensa disto?
- O agir humano, a ação da sociedade interfere ou pode interferir nos "rumos da civilização", no "ritmo do progresso estabelecido pela internet"?
- Ou o "ritmo do progresso", os "rumos da civilização", estão fora da interferência da sociedade?
- A humanidade estaria perdendo o controle sobre a internet?

"SITUAÇÃO 4"

A situação quatro é constituída de dois textos curtos. O primeiro fala da carência alimentar e o segundo sobre os transgênicos, sendo, neste, focalizada a afirmação:

"Com certeza os transgênicos saciarão a fome no próximo milênio."

Roteiro de questões:

- Na situação 4, há uma discussão sobre o problema da fome e outra sobre organismos geneticamente modificados. Você poderia comentar algo sobre estes dois aspectos?
- Na Segunda parte, aqui embaixo, diz: "Com certeza, os transgênicos saciarão a fome no próximo milênio". Você concorda com esta frase? Qual a análise que você faz desta?

Então, com o desenvolvimento dos produtos geneticamente modificados, o problema da carência alimentar, que afeta boa parte da população do planeta, estará sendo resolvida?

"SITUAÇÃO 5"

A situação cinco está constituída de um texto sobre os produtos geneticamente modificados. O foco da entrevista é a frase: "A onda é irreversível. Por mais forte que seja a desconfiança em relação aos produtos geneticamente modificados, não há mais como fugir deles."

Roteiro de questões:

- No texto, "Tem comida estranha na geladeira", há algo que você poderia comentar?

- Aqui, no início, uma frase que diz o seguinte: *"A onda é irreversível. Por mais forte que seja a desconfiança em relação aos produtos geneticamente modificados, não há mais como fugir deles."* Você concorda com ela? Qual a tua opinião sobre a mesma?

- *"A onda é irreversível"*. Não há mais como fugir deles. No futuro, seremos obrigados a produzir e consumir produtos geneticamente modificados. Você concorda com isto?

- Então, de que maneira esta onda poderá ser revertida?

- No texto está falando da soja transgênica. Vamos pegar o caso do RS, onde a liberação ou não do plantio da soja transgênica é bastante polêmica. Quem, para você, deveria decidir quanto ao plantio ou não dessa soja geneticamente modificada?

"SITUAÇÃO 8"

"Considerando a neutralidade da tecnologia, esta pode ser utilizada em qualquer contexto, justificando-se a transferência tecnológica de um contexto para outro, de um país para outro sem problemas."

"A tecnologia não é nem boa e nem ruim, nem positiva e nem negativa em si mesma. É uma ferramenta neutra que pode ser tanto utilizada para o bem quanto para o mal. Tudo depende do uso que dermos a ela."

Roteiro de questões:

- Nessa situação 8, há uma afirmação que diz o seguinte: (ler primeira frase) Você concorda com ela? Comente-a.

- Há uma outra afirmação dizendo: (ler segunda frase). Você concorda plenamente com esta afirmação, parcialmente, discorda da afirmação? Eu gostaria que você comentasse a sua resposta.