



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS

**A IMPLEMENTAÇÃO DE UMA ABORDAGEM CTS
(CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE) NO ENSINO DA QUÍMICA:
UM OLHAR SOBRE A PRÁTICA PEDAGÓGICA**

RUTH DO NASCIMENTO FIRME

Recife
2007

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS

RUTH DO NASCIMENTO FIRME

**A IMPLEMENTAÇÃO DE UMA ABORDAGEM CTS
(CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE) NO ENSINO DA QUÍMICA:
UM OLHAR SOBRE A PRÁTICA PEDAGÓGICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências – PPGEC da Universidade Federal Rural de Pernambuco – como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino das Ciências (Área de concentração: Formação de Professores).

Orientadora: Profa. Dra. Edenia Maria Ribeiro do Amaral

Recife
2007

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS

Ruth do Nascimento Firme

**A IMPLEMENTAÇÃO DE UMA ABORDAGEM CTS
(CIÊNCIA/TECNOLOGIA/SOCIEDADE) NO ENSINO DA QUÍMICA:
UM OLHAR SOBRE A PRÁTICA PEDAGÓGICA**

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora composta pelos seguintes professores:

Profa. Edenia Maria Ribeiro do Amaral, Dra.
Orientadora

Prof. Wildson Luiz Pereira dos Santos, Dr.
Examinador externo - UnB

Profa. Rejane Martins Novais Barbosa, PhD
Examinadora UFRPE

Profa. Rosane Maria Alencar da Silva, Dra.
Examinadora UFRPE

Dissertação aprovada no dia 08/02/2007 no Departamento de Educação da UFRPE.

Para meus pais que foram o começo de tudo e para meus filhos que serão a continuidade.

AGRADECIMENTOS

A Deus por sua luz divina que orienta, ilumina e equilibra.

À minha família, filhos e esposo, pela compreensão das ausências que esta construção exigiu.

À minha orientadora, Dra. Edenia Maria Ribeiro do Amaral, pelos momentos de amizade, companheirismo, atenção e pela socialização de sua brilhante experiência profissional.

Aos amigos professores de Química pelo carinho e pela fundamental colaboração para a construção deste texto.

Ao colega João Roberto Ratis Tenório por sua amizade e participação.

À professora Suely Alves da Silva por sua dedicação e amizade em todos os momentos.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências que tanto se empenharam em cooperar para o sucesso de todos.

Ao corpo docente e a todos os outros que contribuem de alguma forma para que o mestrado de Ensino das Ciências se concretize.

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo analisar concepções de professores de Química sobre Ciência, Tecnologia, Sociedade e as inter-relações CTS e a implementação de uma abordagem CTS em suas salas de aula, buscando identificar aspectos da prática pedagógica desses professores que podem se constituir como obstáculos para uma efetiva implementação dessa abordagem. A proposta de ensino com orientação CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) visa promover a articulação dos conhecimentos científicos e tecnológicos com o contexto social possibilitando a compreensão e a avaliação das conseqüências sócio-ambientais desse desenvolvimento. A implementação de novas perspectivas de ensino, como por exemplo, a perspectiva de ensino CTS, tem estreita relação com concepções docentes que podem influenciar a prática pedagógica na sala de aula. Dessa forma também foram investigadas as concepções dos professores participantes sobre CTS. Participaram da pesquisa três professores de Química, embora no acompanhamento na sala de aula essa amostra foi reduzida a dois professores. A metodologia envolveu atividades como entrevistas individuais, encontros com os professores, e a observação desses professores em suas salas de aula. A análise dos resultados revelou que: as articulações CTS promovidas pelos professores em suas salas de aula foram compatíveis com suas concepções CTS; a falta de informações técnicas e científicas contribuiu para pouca expressão do aspecto tecnológico; a velocidade da inovação tecnológica implicou numa complexidade científica não abordada na sala de aula; o material didático não deu suporte às discussões na sala de aula implicando numa abordagem limitada quanto ao aspecto social; a diversidade nas intenções e nas formas de intervenção dos professores imprimiram uma dinâmica bem diferente das aulas observadas fora da perspectiva CTS; a abordagem comunicativa promovida pelos professores possibilitou ou limitou alguns objetivos propostos pela perspectiva CTS de ensino.

Palavras-chave: concepções docentes; abordagem CTS; ensino de Química; prática pedagógica.

ABSTRACT

This research aimed to analyze teachers of chemistry's conceptions on Science, Technology and Society and relationships among them, and how they have implemented the STS approach in their classrooms, looking for aspects of these teachers' pedagogical practices that can configure as obstacles for a effectiveness of this implementation. An approach for teaching with STS (Science-Technology-Society) orientation intends to promote the articulation between scientific and technological knowledge with social context, providing a comprehension and reflection on social and environmental consequences of the scientific and technological development. The implement of news approaches for science teaching, for example, STS teaching perspective, has close relation with teachers' conceptions about STS which can influence the pedagogical practice in the classroom. Three teachers of chemistry have taken part in this research, but analysis about performance in the classroom was made just for two teachers. The methodological design included activities such as individuals interviews, meeting with teachers, and observation in the classrooms. The results analysis revealed that: the STS articulations that were promoted by teachers in there classrooms were compatibles with their STS conceptions; the lack of technical and scientific information seems to contribute for limited discussion on technological aspects related to the studied theme; the increasing advances of the technology results in a scientific complexity that is not usually discussed in the classrooms; the didactical sources for teachers and students have not followed the classroom's demands resulting in a approach limited related to the social aspect; the variety of intentions and the different ways of teachers' interventions resulted in a dynamical performance differently of the pedagogical practice without a STS perspective; the communicative approach promoted by teachers have either promoted or limited some objectives that were proposed by the teaching perspective STS.

Key words: teachers' conceptions; STS approach; Chemistry teaching; pedagogical practice.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----|
| INTRODUÇÃO..... | 12 |
| CAPÍTULO 1 – AS INTER-RELAÇÕES CTS (CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE) | 18 |
| 1.1 Ciência e Sociedade..... | 20 |
| 1.2 Tecnologia e Sociedade..... | 25 |
| 1.3 Ciência e Tecnologia..... | 27 |
| CAPÍTULO 2 – O MOVIMENTO CTS E O ENSINO DE CIÊNCIAS..... | 31 |
| 2.1 Movimento CTS: visão crítica da Sociedade frente à Ciência e à Tecnologia.... | 31 |
| 2.2 Aspectos pedagógicos da Orientação CTS..... | 36 |
| CAPÍTULO 3 – A PRÁTICA PEDAGÓGICA NA PERSPECTIVA CTS..... | 44 |
| 3.1 O professor e a abordagem CTS..... | 44 |
| 3.2 A formação dos professores de ciências, concepções docentes e prática pedagógica..... | 46 |
| 3.3 Concepções e práticas pedagógicas dos professores na implementação da abordagem CTS..... | 51 |
| CAPÍTULO 4 – METODOLOGIA..... | 55 |
| 4.1 Sujeitos da pesquisa..... | 56 |
| 4.2 Procedimentos metodológicos..... | 57 |
| 4.3 Análise dos dados..... | 61 |
| CAPÍTULO 5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 66 |
| 5.1 Análise das concepções dos professores..... | 66 |
| 5.1.1 Análise das concepções dos professores identificadas nas entrevistas..... | 66 |
| 5.1.2 Análise das concepções expressas pelos professores no primeiro encontro.. | 79 |
| 5.2 Análise de aspectos das práticas pedagógicas dos professores na implementação de uma abordagem CTS..... | 88 |
| 5.2.1 Aspectos da prática pedagógica da professora A..... | 90 |
| 5.2.2 Aspectos da prática pedagógica do professor B..... | 118 |

| | |
|---|-----|
| CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 143 |
| REFERÊNCIAS..... | 151 |
| APÊNDICE A – Entrevista semi-estruturada..... | 155 |
| APÊNDICE B – Planejamento dos encontros com os professores..... | 156 |
| APÊNDICE C – CARTÃO-FICHA 1..... | 159 |
| APÊNDICE D – CARTÃO-FICHA 2..... | 160 |
| APÊNDICE E – CARTÃO-FICHA 3..... | 161 |
| APÊNDICE F – Texto trabalhado no segundo encontro com os professores..... | 162 |
| APÊNDICE G – Planejamento dos professores para a intervenção didática de uma abordagem CTS..... | 169 |
| APÊNDICE H – Artigo: INVESTIGANDO CONCEPÇÕES DE PROFESSORES DE QUÍMICA SOBRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E SUAS INTER-RELAÇÕES: UM ESTUDO PRELIMINAR PARA O DESENVOLVIMENTO DE ABORDAGENS CTS NA SALA DE AULA..... | 171 |
| | |
| ANEXO A – Texto trabalhado no primeiro encontro com os professores..... | 191 |
| ANEXO B – Texto 1A: Nossa vida e as reações de óxido-redução | 196 |
| ANEXO C – Texto1B: Metais, Sociedade e Ambiente: os metais podem trazer prejuízos ao meio ambiente? | 200 |
| ANEXO D – Normas para publicação do artigo | 203 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1 – Estratégias de ensino de temas CTS | 39 |
| FIGURA 2 – Proposta metodológica para a abordagem CTS..... | 39 |

LISTA DE QUADROS

| | | |
|-----------|--|-----|
| QUADRO 1 | Aspectos da Ciência, Tecnologia e Sociedade na abordagem CTS..... | 40 |
| QUADRO 2 | Concepções não adequadas de Ciência e Tecnologia..... | 49 |
| QUADRO 3 | Perfis dos professores de Química..... | 56 |
| QUADRO 4 | Aspectos da estrutura analítica (MORTIMER e SCOTT, 2002)..... | 62 |
| QUADRO 5 | Quatro classes de abordagem comunicativa..... | 63 |
| QUADRO 6 | Mapa de atividades da aula 1A | 90 |
| QUADRO 7 | Mapa de atividades da aula 2A..... | 92 |
| QUADRO 8 | Síntese da análise do episódio 1A..... | 100 |
| QUADRO 9 | Síntese da análise do episódio 2A..... | 106 |
| QUADRO 10 | Síntese da análise do trecho do episódio 3A..... | 113 |
| QUADRO 11 | Síntese da análise da seqüência das aulas da professora A na implementação de uma abordagem CTS..... | 113 |
| QUADRO 12 | Mapa de atividades da aula 1B..... | 118 |
| QUADRO 13 | Mapa de atividades da aula 2B..... | 120 |
| QUADRO 14 | Síntese da análise do episódio 1B..... | 127 |
| QUADRO 15 | Mapa de atividades da aula 3B..... | 127 |
| QUADRO 16 | Síntese da análise do episódio 2B..... | 133 |
| QUADRO 17 | Síntese da análise do episódio 3B..... | 136 |
| QUADRO 18 | Síntese da análise da seqüência das aulas do professor B na implementação de uma abordagem CTS..... | 137 |
| QUADRO 19 | Análise contrastiva entre as abordagens dos professores A e B..... | 141 |

LISTA DE EPISÓDIOS

| | | |
|-------------|---|-----|
| EPISÓDIO 1A | CONTEXTUALIZANDO AS REAÇÕES DE ÓXIDO-REDUÇÃO NA SALA DE AULA..... | 96 |
| EPISÓDIO 2A | ABORDANDO OS CONCEITOS QUÍMICOS NA SALA DE AULA..... | 101 |
| EPISÓDIO 3A | AMPLIANDO REFLEXÕES SOBRE A PROBLEMÁTICA DO DESCARTE DAS PILHAS E BATERIAS NA SALA DE AULA..... | 107 |
| EPISÓDIO 1B | INTRODUZINDO A TEMÁTICA SOCIAL NA SALA DE AULA..... | 121 |
| EPISÓDIO 2B | ARTICULANDO OS CONCEITOS QUÍMICOS NA SALA DE AULA..... | 129 |
| EPISÓDIO 3B | RETOMANDO A TEMÁTICA SOCIAL NA SALA DE AULA... | 133 |

INTRODUÇÃO

Até pouco tempo, acreditava-se que a ciência e a tecnologia seriam responsáveis pelo progresso da humanidade e por isso, não eram alvos de um olhar mais crítico (BUSTAMANTE, 1997). No entanto, desde meados dos anos 60, vem crescendo um sentimento generalizado de que o avanço científico e tecnológico não possui uma relação linear com o bem-estar social (AULER e BAZZO, 2001).

A tomada de consciência da sociedade acerca dos problemas ambientais causados pelo avanço da ciência e da tecnologia fez com que o sonho de que o progresso científico e tecnológico resolveria todos os males da humanidade chegasse ao fim. E assim, desde então se tenta estabelecer uma nova forma de ver as inter-relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (LINSING, 1999).

Nos dias de hoje, percebemos relações cada vez mais intrínsecas e complexas entre as descobertas científicas, as inovações tecnológicas e as formas de vida de uma sociedade. A influência que a ciência e a tecnologia desempenham no cotidiano da maioria das pessoas modifica de maneira substancial, comportamentos, atitudes e formas de pensar e agir (GIL PÉREZ e VILCHES, 2003). Uma análise mais crítica acerca das inter-relações ciência-tecnologia-sociedade nos mostra que nem sempre o desenvolvimento científico e tecnológico promove, de forma linear, melhoria na qualidade de vida das pessoas. Se considerarmos a situação atual do mundo, observamos vários problemas ambientais que reforçam a necessidade de se compreender melhor a relação risco-benefício do desenvolvimento científico e tecnológico. Dentre outros problemas ambientais, podemos citar: a contaminação do solo pelos metais pesados, plásticos não-biodegradáveis e outros; a contaminação das águas superficiais e subterrâneas por líquidos poluidores liberados pelas indústrias; a contaminação do ar por processos industriais; a contaminação acústica pela atividade industrial e pela falta de planejamento urbanístico, etc. (GIL PÉREZ e VILCHES, 2003).

No âmbito escolar, o reconhecimento da necessária articulação dos conhecimentos científicos e tecnológicos com o contexto social, com o objetivo de

preparar cidadãos capacitados a julgar e avaliar as conseqüências do desenvolvimento científico e tecnológico, e participar da tomada de decisões fundamentadas, se constitui, a nosso ver, como um dos possíveis direcionamentos para o ensino de Ciências. Nesse sentido, a educação científica e tecnológica vem sendo considerada como aspecto prioritário para o desenvolvimento de um país, uma vez que um país será mais democrático quanto maior for a participação de seus cidadãos na tomada de decisões (GIL PÉREZ, 1998).

No contexto do ensino da Química, Santos e Schnetzler (1996) sugerem que, além de preparar o indivíduo para usar racionalmente o conhecimento químico, sejam desenvolvidos no mesmo, atitudes e valores de participação social. Dessa forma, consideramos que os alunos precisam se apropriar do conhecimento químico para argumentarem de maneira crítica e reflexiva sobre os efeitos ambientais causados pelo desenvolvimento científico e tecnológico. Isso por que é a partir desse conhecimento que o indivíduo terá condições de participar de contextos sociais e fazer suas opções de julgamento.

Nessa perspectiva, na Educação em Ciências encontramos diversos trabalhos que apresentam propostas para o ensino a partir de uma orientação curricular CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade). O objetivo de promover a capacitação das pessoas para que possam participar de tomadas de decisões responsáveis acerca da qualidade de vida em uma sociedade impregnada de ciência e tecnologia, é proposto pela perspectiva de ensino CTS (ACEVEDO, 1996a). Na orientação CTS são tratadas problemáticas sócio-ambientais, são selecionados conceitos da ciência e da tecnologia pertinentes, e levantadas questões sobre as implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico (MARTINS, 2002).

Dessa forma, concordamos com Acevedo (1996b), quando menciona que o tratamento das inter-relações CTS no ensino de Ciências possibilita ao professor: proporcionar, aos alunos, uma visão mais adequada da ciência e da tecnologia ao situá-las no contexto social; promover, no processo ensino-aprendizagem, uma maior coerência epistemológica; e potencializar a dimensão ética centrada na

educação de valores que desenvolva nos cidadãos posicionamentos críticos e reflexivos.

Na literatura, são apontados vários fatores que justificam a implementação da orientação CTS no ensino de Ciências, entre eles:

- Visa promover a alfabetização científica e tecnológica para divulgar conhecimentos para a população para que as tomadas de decisões dos técnicos possam ser compreendidas e controladas democraticamente (FOUREZ, 1994).
- [...] Hoje mais do que nunca, é necessário fomentar e difundir a alfabetização científica [...] a fim de melhorar a participação dos cidadãos na tomada de decisões relativas à aplicação de novos conhecimentos (Conferência Mundial sobre a Ciência, Budapeste, 1999 em CACHAPUZ *et al*, 2005, p. 20).
- A abordagem CTS permite uma aprendizagem significativa vinculada aos acontecimentos reais do mundo e da sociedade (TEIXEIRA, 2003).
- O ensino da Química [...] deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas (BRASIL, 1999, p. 240).

Entretanto, consideramos pertinente observar que a implementação de novas abordagens de ensino, como por exemplo, a abordagem CTS, depende de um processo de formação de professores, os quais se constituem, a nosso ver, como agentes principais em qualquer inovação pedagógica. Assim, “não adianta apenas inserir temas sociais no currículo, sem qualquer mudança na prática e nas concepções pedagógicas” dos professores (SANTOS e MORTIMER, 2000, p. 157).

Nesse sentido, alguns trabalhos da literatura (MARTINS, 2002; ACEVEDO, 1996b; FONTES e CARDOSO, 2006) apontam dificuldades encontradas pelos

professores para uma efetiva implementação da orientação CTS em suas salas de aulas, tais como: o fato dos cursos de formação de professores serem basicamente no formato disciplinar e não acompanharem as novas tendências propostas para a educação científica, como por exemplo, a contextualização da ciência nos âmbitos tecnológico e social; muitas vezes, os docentes apresentam concepções e crenças não adequadas a essa proposta de ensino; a estruturação seqüencial encontrada nos programas escolares; e os recursos didáticos ainda escassos.

Nesse contexto, de acordo com Acevedo (1996b), existe um abismo entre os objetivos do ensino de Ciências e o que realmente se faz na sala de aula, ou seja, os objetivos pretendidos para o ensino de Ciências numa orientação CTS não predizem as práticas pedagógicas dos professores. Diante dessa realidade, buscamos, neste trabalho, respostas para o seguinte problema de pesquisa: **Como professores de Química compreendem ciência, tecnologia, sociedade e inter-relações CTS, como implementam uma abordagem CTS em suas salas de aula e que relações suas concepções guardam com aspectos de suas práticas pedagógicas durante a implementação?**

Para Praia e Cachapuz (1993, *apud* MALDANER, 2000), existe uma explícita relação entre as concepções docentes e as práticas pedagógicas em sala de aula, o que nos levou inicialmente a identificar as concepções prévias dos professores de química, acerca da ciência, da tecnologia, da sociedade, e das inter-relações CTS.

Fundamentadas nas idéias de Acevedo (1996b), entendemos que a incorporação dos aspectos CTS nos programas de formação inicial e continuada dos professores promove um maior envolvimento dos professores com a proposta de ensino CTS e que reflexões epistemológicas acerca da ciência, tecnologia, sociedade, bem como das interações entre essas três instâncias, se constituem como o cerne no processo de implementação de uma abordagem CTS, pois possibilita, ao professor, uma maior clareza do significado que cada instância tem nesta proposta de ensino. Nesse sentido, nos propomos a promover encontros com os professores envolvidos na pesquisa, com os objetivos de propiciar um processo de discussão e reflexão sobre aspectos centrais da ciência, da tecnologia e da sociedade, no contexto da orientação CTS, e de subsidiar a proposição e aplicação,

por estes professores, de uma intervenção didática a partir de uma abordagem CTS. Em seguida, observamos a implementação da intervenção didática de uma abordagem CTS nas salas de aulas de dois professores, e procuramos identificar, a partir de uma observação sistemática, dificuldades apresentadas por eles durante a implementação.

Em resumo, na busca de respostas para o problema de pesquisa delineado foram propostos os seguintes objetivos:

- Objetivo geral

Analisar concepções de professores de química sobre ciência, tecnologia e sociedade, e aspectos da prática pedagógica desses professores que podem se constituir como obstáculos na implementação de uma abordagem CTS em suas salas de aulas.

- Objetivos específicos

Identificar as concepções prévias dos professores de química acerca da ciência, tecnologia, sociedade e das inter-relações CTS;

Promover encontros com os professores com os objetivos de propiciar um processo de discussão e reflexão sobre aspectos centrais da ciência, tecnologia, e da sociedade na perspectiva de ensino CTS, e de subsidiar a proposição e aplicação pelos professores de uma intervenção didática com abordagem CTS;

Identificar a partir de uma observação sistemática, dificuldades apresentadas pelos professores durante a implementação da abordagem CTS em suas salas de aula.

Dessa forma, justificamos esta pesquisa por uma intenção nossa em colaborar com pesquisas educacionais que buscam um ensino de Química concebido como instrumento para a formação do cidadão crítico e reflexivo. Tivemos as concepções e a prática pedagógica de professores de química como nosso objeto de estudo, e partimos da premissa que, concepções docentes que se

apresentam como visões consideradas não adequadas de ciência, de tecnologia e de sociedade (CACHAPUZ *et al*, 2005) podem comprometer a compreensão das inter-relações CTS, e favorecer aspectos da prática pedagógica que descaracterizam os objetivos e as especificidades da perspectiva de ensino CTS. Nesse sentido, tais concepções podem se constituir como principais obstáculos na implementação de uma abordagem CTS na sala de aula, considerando que a prática pedagógica é influenciada pelas concepções que os professores têm acerca das diversas questões pedagógicas.

A dissertação contempla cinco capítulos. No capítulo 1, abordamos aspectos da ciência, tecnologia, sociedade e das inter-relações CTS tomando por base discussões de diversos autores. No capítulo 2, apresentamos uma discussão a respeito da origem do movimento CTS, das perspectivas geradas por esse movimento para o ensino de Ciências, dos aspectos pedagógicos da Orientação CTS, e dos problemas atuais no ensino de Ciências que podem se constituir como justificativas para a implementação da perspectiva CTS de ensino no âmbito das disciplinas científicas. No capítulo 3, abordamos aspectos da prática pedagógica de professores numa perspectiva de ensino CTS e aspectos das relações entre formação de professores, concepções docentes e práticas pedagógicas. No capítulo 4, descrevemos os procedimentos metodológicos e os fundamentos da análise dos dados, e no capítulo 5, analisamos e discutimos os resultados da pesquisa. E finalmente, apresentamos as considerações finais.

CAPÍTULO 1 – AS INTER-RELAÇÕES CTS (CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE)

... Será necessária uma consciência social que avalie e assuma riscos e benefícios, um controle social dos ditos processos e uma cultura tecnológica nos cidadãos dessa nova aldeia global...

Bustamante

Em meados dos anos 60, a concepção das pessoas acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade era a de que o progresso da ciência e da tecnologia conduzia linearmente ao progresso social. Essa fé no progresso impedia um olhar mais criterioso da sociedade em relação à ciência e à tecnologia, pois se acreditava que ambas eram neutras e promoveriam benefícios a todas as classes sociais. Entretanto, comprovou-se mais tarde que a relação linear de progresso não beneficiou a todos e, se constituiu como um dos principais fatores de estratificação social (BUSTAMANTE, 1997).

Atualmente, percebemos que as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade parecem ser complexas e difusas e, que a ciência e a tecnologia não são neutras, muito pelo contrário, são processos nos quais interesses sociais, históricos, políticos e econômicos exercem influência de maneira determinante. Nesse sentido, como integrantes do sistema em que essas inter-relações se constituem, precisamos compreendê-las, e para contribuir com isso, neste trabalho propomos uma discussão acerca de aspectos CTS que poderiam ser explorados na escola.

Desde o início dos tempos homens e mulheres têm vivido agrupados. A tendência natural para viver em sociedade é característica da natureza humana uma vez que a vida em grupo é condição necessária para a sobrevivência humana (OLIVEIRA, 1996). Esses agrupamentos que representam a sociedade incluem “todas as espécies e todos os graus de relações estabelecidas pelos os homens, sejam elas organizadas ou não organizadas, diretas ou indiretas, conscientes ou inconscientes, cooperativas ou antagônicas” (CHINOY, 1967, p. 53).

Numa perspectiva mais ampla, para Parsons (1996), sociedade é um tipo de sistema social, em qualquer universo de sistemas sociais que como sistema, atinge o mais elevado nível de auto-suficiência em relação aos seus ambientes.

Outra concepção de sociedade é apresentada por Giddens (2004). Para esse autor, “sociedade é um sistema estruturado de relações sociais que liga as pessoas de acordo com uma cultura compartilhada” (p. 704). Nesse sentido, entendemos que toda sociedade possui uma cultura a qual define as formas de pensar e agir de seus integrantes. Dessa forma:

A cultura compreende os bens materiais, de um modo geral, como utensílios, ferramentas, moradias, meios de transporte, comunicação e outros. E também os bens não-materiais, como as representações simbólicas, os conhecimentos, as crenças e os sistemas de valores, isto é, o conjunto de normas que orienta a vida em sociedade (OLIVEIRA, 1996, p. 104).

Consideramos conforme Oliveira (1996), que cada sociedade constrói uma cultura própria. Atualmente, percebemos nas sociedades contemporâneas complexas um ritmo acelerado das alterações nas formas de vida das pessoas. Em outras palavras, as mudanças sócio-culturais estão acontecendo muito rapidamente, tanto por forças endógenas (internas) devido às invenções científicas e tecnológicas, como por forças exógenas (externas) devido às influências de outras culturas. Nesse contexto, a cultura tem papel fundamental na vida dos indivíduos de uma sociedade por proporcionar o conhecimento e a técnica que possibilitam a sobrevivência física e social dos indivíduos e por permitir a dominação e o controle, quando possível, do mundo que os rodeia (CHINOY, 1967).

A integração da ciência e da tecnologia na esfera social advém do profundo e determinante papel que ambas desempenham na modificação de comportamentos, atitudes, formas de relação social, e formas de fazer, pensar e sentir dos indivíduos de uma sociedade (BUSTAMANTE, 1997).

1.1 Ciência e Sociedade

A ciência, componente fundamental da cultura dos indivíduos nos dias atuais, se faz presente em diferentes esferas de nossas vidas. Não é mais um conhecimento restrito à escola ou aos grupos específicos da sociedade. Pelo contrário, a ciência valida, questiona e influencia nas decisões éticas, políticas, econômicas que atingem a humanidade como um todo (DELIZOICOV *et al*, 2002).

Segundo Freire-Maia (2000), os filósofos da ciência não costumam propor definições de ciência uma vez que toda definição seria incompleta, o problema é complexo e dificilmente dois filósofos da ciência concordariam sobre como definir todo o objeto de seus estudos. Devido a sua complexidade, eles não conseguiriam apresentar a ciência numa formulação restrita, e assim toda definição seria incompleta. O que há são diferentes conceitos de ciência. Considerando a ciência no meio social, para Freire-Maia, a ciência “representa um corpo de doutrinas gerado ou em geração num meio social específico e, obviamente, sofrendo influências dos fatores que compõem a cultura de que se faz parte” (FREIRE-MAIA, 2000, p. 128). Dessa forma, a ciência, de natureza social, se constrói com profundas relações com o meio no qual é gerada.

Nessa perspectiva, uma das características da ciência é a historicidade. Segundo Kneller (1980), a ciência é intrinsecamente histórica. Um olhar através da História mostra que a finalidade da ciência sempre foi de compreender a ordem da natureza. E nesta busca, a construção do conhecimento científico, as técnicas pelo qual esse conhecimento é produzido, as regras de pesquisas que produzem esse conhecimento e as instituições que as apóiam, mudam em resposta ao mundo social e cultural a que pertencem.

Conforme Kneller (1980), a ciência é histórica na medida em que:

- É uma atividade, uma instituição e um conjunto de conhecimentos que mudam no tempo;
- Tende a ser cumulativa, pelo fato de que a investigação para a solução de uma problemática é decorrente da solução de um problema anterior;

- A construção do conhecimento científico é passível de revisões e/ou reconstruções à luz de novas teorias.

Assim, “se quisermos entender o que a Ciência realmente é, devemos considerá-la em primeiro lugar e acima de tudo como uma sucessão de movimentos dentro do movimento histórico mais amplo da própria civilização” (KNELLER, 1980, p. 13).

Outro aspecto que podemos incluir na discussão sobre a ciência é a compreensão de que ela não se constitui de verdades eternas. Fourez (1995) aponta duas perspectivas para o desenvolvimento de conceitos científicos que têm repercussão nas representações a respeito da ciência: a perspectiva idealista e a perspectiva histórica. Na perspectiva idealista, a ciência descobre as “leis imutáveis da natureza”. Sob tal perspectiva, os conceitos científicos não são construções com vistas a organizar a nossa forma de compreensão do mundo, e sim “descobertas” (aspas do autor) daquilo que sempre esteve presente na natureza e por isso tais descobertas corresponderiam às verdades absolutas. Na perspectiva histórica, a ciência é “feita pelos e para os humanos” (p.252) e suas representações são construções históricas em um dado contexto. Nesse sentido, de acordo com Fourez (1995), na visão idealista, caracterizada pela aceitação de leis eternas que determinam o real, as idéias, independentes das condições sociais, políticas, econômicas, culturais etc., conduzem à compreensão do mundo. E, na visão histórica, as representações científicas, resultado de uma evolução inerente à história da humanidade, são construídas tendo em vista determinados projetos, ou seja, os conceitos científicos são construídos geralmente no “momento em que um problema de sociedade os torna úteis” (FOUREZ, 1995, p. 240).

A nosso ver, a perspectiva histórica para construção dos conhecimentos científicos condiz com o contexto da sociedade contemporânea na medida em que esses conhecimentos são gerados e condicionados pelas expectativas de um contexto sócio-cultural constituído por interesses de diversas ordens.

Dessa forma, “a ciência no mundo moderno inclui, além de um conjunto de conhecimentos, uma série de valores, convenções e práticas que governam o

comportamento dos cientistas [...] A ciência é uma das instituições da sociedade [...]” (CHINOY, 1967, p. 563).

A ciência é construída num meio intelectual constituído por visões de mundo e ideologias (conjunto de crenças) que impregnam o pensamento e o sentimento de sociedades e classes sociais. Sendo assim, tanto sofre influência de diversos fatores que agem na cultura e na sociedade de seu tempo, como exerce influência sobre o contexto sócio-cultural no qual está inserida (KNELLER, 1980).

Dentre os fatores sócio-culturais que influenciam as atividades científicas, podemos citar, de acordo com Kneller (1980):

- Filosofia – a influência das questões filosóficas no desenvolvimento científico é observada historicamente. Muitos pressupostos que orientaram e orientam os cientistas foram estudados por filósofos. Alguns exemplos de tal influência podem ser elucidados. Bohr quando propôs que o elétron salta de forma descontínua entre os níveis energéticos, foi influenciado pela teoria de Kierkegaard de que o indivíduo salta de um estado moral para outro. Heisenberg foi orientado pela teoria de Platão de que os constituintes básicos do universo são relações matemáticas. E Einstein sofreu influências da análise de Ernst Mach dos conceitos newtonianos de espaço e tempo;
- Religião – como movimento sócio-cultural e fonte de idéias, a religião exerce influência sobre a ciência por duas vertentes: dotando os indivíduos da ciência com crenças sobre o homem e sobre o mundo; e fornecendo apoio ou oposição à pesquisa científica. Podemos citar como exemplo, os conflitos que ocorreram entre a igreja e a pesquisa científica quando Galileu defendeu a teoria de Copérnico, e quando Darwin defendeu a teoria da evolução;
- Opinião pública – a sensibilidade da ciência frente à opinião pública é percebida historicamente. Após a Segunda Guerra Mundial, a ciência passou a ser vista como fonte exclusiva de tecnologias para elevar o padrão de vida das pessoas. Entretanto no fim da década de 60, a tomada de consciência pela população da vinculação do desenvolvimento científico e tecnológico às guerras provocou um

desencanto geral, o que levou os cientistas a procurarem desenvolver estudos socialmente responsáveis denunciando os abusos da ciência na guerra e na indústria;

- Educação – o desenvolvimento científico é acelerado ou retardado pelos objetivos educacionais no qual é produzido. Dessa forma, percebemos que a educação pode facilitar ou dificultar o avanço da ciência. Um exemplo desta relação foi o fato de que até os fins do século XIX, a educação norte-americana não apresentou nenhuma contribuição significativa para o progresso científico, porém quando os americanos foram surpreendidos com o desenvolvimento espacial soviético na década de 50, a educação científica se converteu em prioridade nacional;
- Política – as direções das pesquisas científicas são influenciadas por interesses políticos. Um exemplo significativo de tal influência foi o fato de que nas duas grandes guerras mundiais os governos aumentaram drasticamente o seu envolvimento com a ciência na busca por invenções de armas, explosivos, mísseis, etc.;
- Economia – como as pesquisas científicas são dispendiosas, torna-se necessário um investimento econômico que pode ser oferecido pelo setor governamental ou pelos interesses comerciais. Este fato justifica a estreita relação entre as pesquisas científicas e os fatores econômicos.

Entretanto, a ciência também exerce influência sobre a organização social e cultural na qual ela é produzida. Segundo Kneller (1980), essa influência pode ocorrer principalmente de três formas:

- Como força de produção – a ciência, como um conjunto de conhecimentos, promove a partir da aplicação desses conhecimentos novos mecanismos e processos tecnológicos.
- Como método de investigação e código de conduta - o método e a conduta característicos da ciência foram propostos por alguns cientistas para serem

adotados pela sociedade. Exemplificando este tipo de influência, podemos mencionar que na Inglaterra vitoriana um grupo de cientistas procurou fazer da ciência, em lugar da religião, a força dominante da cultura nacional.

- Como fonte de idéias – O conhecimento científico fornece idéias para outros campos de conhecimento e contribui para a construção de visões específicas de mundo. Dois exemplos podem ser citados: a crença no progresso através da ciência como elemento relevante na visão do mundo das sociedades ocidentais e as mudanças que a Biologia molecular está provocando sobre a natureza humana a partir da possibilidade da alteração dos genes. No primeiro caso, um tipo de crença foi discutido pela primeira vez por Bacon a partir de sua tese “saber é poder”, que vinculava o desenvolvimento científico ao progresso em geral.

Segundo Habermas (1973, *apud* FOUREZ, 1995), as concepções acerca das interações entre ciência e sociedade podem ser identificadas a partir de três modelos de interação:

- Interações tecnocráticas – modelo pelo qual a ciência, representada pelos especialistas, determina o direcionamento das políticas públicas adotadas por saberem o que é melhor para a sociedade. Neste sentido, “para o modelo tecnocrático as decisões cabem aos especialistas” (FOUREZ, 1995, p. 209).
- Interações decisionistas – neste modelo os objetivos a serem atingidos são delineados pela sociedade e a ciência, a partir de seus conhecimentos, define os meios mais adequados para atingi-los. Nesta perspectiva, diminui-se a dependência em relação aos técnicos e se “faz uma distinção entre tomadores de decisões e técnicos” (FOUREZ, 1995, p. 209).
- Interações pragmático-políticas – esse modelo de interação pressupõe uma negociação e uma discussão que consideram tanto os conhecimentos científicos quanto as representações sócio-políticas, consolidando uma relação permanente de negociação entre especialista e indivíduo comum.

No contexto das interações entre ciência e sociedade nos dias atuais consideramos que o modelo tecnocrático está bastante presente, uma vez que há uma tendência de se recorrer aos especialistas pressupondo-se que estes, graças aos seus conhecimentos, são capazes de decidir o que se deve fazer.

Para ampliar as discussões apresentadas acima, vamos incluir aspectos do desenvolvimento tecnológico associado ao progresso científico e que apontam para a aproximação entre tecnologia e sociedade nas inter-relações ciência-tecnologia-sociedade.

1.2 Tecnologia e Sociedade

As sociedades atuais estão impregnadas com os artefatos tecnológicos. De um modo geral, os indivíduos de uma sociedade conhecem e utilizam diversos produtos tecnológicos como o telefone, a televisão, o computador, as fontes de energia etc. Dessa forma, “os materiais com que uma sociedade satisfaz suas necessidades incluem, ao mesmo tempo, os recursos e a tecnologia que transforma os recursos nas coisas que os homens desejam” (CHINOY, 1967, p. 418).

Vivemos numa época em que os artefatos tecnológicos promovem mudanças culturais. A tecnologia, por meio de invenções históricas como a do relógio, da imprensa, do telégrafo e do computador, modificou a forma de ser, perceber, produzir e viver de uma sociedade (DELIZOICOV *et al*, 2002). Nessa perspectiva, a “tecnologia é o conhecimento que permite alterar nossas relações com o ambiente e com outros seres humanos” (HELENE, 1996, p. 11).

A palavra tecnologia é derivada do substantivo grego *techne*, que significa arte ou habilidade (KNELLER, 1980). Tal significação caracteriza a tecnologia como algo essencialmente prático relacionado mais com as alterações existentes no mundo do que com a sua compreensão. Segundo Kneller (1980, p. 268), tecnologia “é o empreendimento historicamente em desenvolvimento que consiste em construir artefatos e organizar o trabalho para satisfazer necessidades humanas”. Nesse sentido, dentre os objetivos da tecnologia está o de aumentar a eficiência da

atividade humana, de aperfeiçoar determinados objetivos, e de melhorar a produção reduzindo o tempo e o custo envolvidos no processo (KNELLER, 1980).

Outro aspecto a ser considerado sobre a tecnologia é discutido por Fourez (1995). Para este autor, a tecnologia é um conjunto de elementos materiais que determina o tipo de vida social de um grupo, sendo assim, a tecnologia se caracteriza como um sistema social. Tal percepção também é apresentada por Solomon (1988, *apud* SANTOS e SCHNETZLER, 1997, p. 61) quando expressa que a tecnologia é a “aplicação de diferentes formas de conhecimento no atendimento às necessidades sociais”, o que corresponde, em outras palavras, a um processo de produção social. Dessa forma, entendemos que, se as contribuições tecnológicas partem das necessidades sociais e ao mesmo tempo influenciam e modificam as vidas das pessoas, a tecnologia constitui-se como um processo cultural.

A relação da tecnologia com a sociedade pode ser discutida sob vários aspectos. A tecnologia promove efeitos sobre a sociedade e pode trazer tanto benefícios como malefícios. Segundo Kneller (1980), o desenvolvimento tecnológico interferiu no ambiente natural e causou uma teia de efeitos físicos, químicos e biológicos. Para atenuar essa problemática, uma das formas de ação apresentada pelo autor é a avaliação da tecnologia, ou seja, a avaliação dos efeitos nocivos à humanidade, decorrentes da inovação tecnológica. Questões do tipo - “de que modo o produto ou processo proposto afetará a saúde, a segurança e a qualidade de vida humana?” E, “que efeitos a *inovação tecnológica* terá sobre o meio ambiente?” (p. 266) (grifo nosso) - podem ser utilizadas para uma avaliação do progresso científico e tecnológico com vistas a uma conscientização dos sujeitos que deveriam assumir um compromisso social diante dos problemas sócio-ambientais. Nesse sentido, podemos citar algumas inovações tecnológicas bem intencionadas que provocaram e provocam efeitos negativos à sociedade, dentre inúmeras outras. Nos sistemas de transporte, os avanços tecnológicos proporcionaram mais conforto e rapidez na movimentação das pessoas, porém os motores de combustão interna desses mesmos sistemas poluem o ar, e a energia nuclear que disponibiliza uma indiscutível fonte energética no caso de acabarem as reservas de combustíveis fósseis, aumenta a possibilidade de um holocausto nuclear (KNELLER, 1980).

Nessa perspectiva, Chinoy (1967) faz um alerta em relação à evolução científica e tecnológica na sociedade. Os objetos materiais utilizados sem referência às crenças e aos valores, podem induzir facilmente em erro, uma vez que as máquinas ou instrumentos pouco serão úteis aos homens se estes não tiverem conhecimentos e habilidades necessários para utilizá-los. Assim, as idéias, os conhecimentos, os valores, as crenças, e os aparatos materiais estão intrinsecamente interligados. Como podemos descrever os artefatos culturais, sem conhecermos “os usos, as atitudes tomadas em relação a eles e o conjunto de habilidades e conhecimentos necessários para produzi-los?” (CHINOY, 1967, p. 67).

Kneller (1980) aponta três tipos de posicionamentos quanto à forma como as pessoas concebem a tecnologia: concepções pessimistas, que consideram a tecnologia como um mal implacável; concepções otimistas, que expressam idéias de que através da tecnologia o homem pode recuperar o domínio da natureza; e concepções moderadas, que consideram que não se colhe os benefícios da tecnologia sem correr alguns riscos. Tomando por base a concepção moderada, entendemos que a grande questão é sabermos, como cidadãos, avaliar a relação risco-benefício dos avanços tecnológicos, de modo que tais avanços satisfaçam as necessidades humanas mais eficazmente.

A perspectiva do risco-benefício, dentre outras, pode contribuir para a caracterização das inter-relações entre os conhecimentos científicos e tecnológicos implicadas na rede de relações discutidas neste trabalho.

1.3 Ciência e Tecnologia

Inicialmente, colocaremos em discussão distinções entre ciências puras, ciências aplicadas e tecnologias com o objetivo de promovermos uma melhor compreensão de suas representações. Como estas três noções são utilizadas comumente quando se fala de ciência, entendemos como necessário uma descrição das noções culturalmente mais aceitas. Dessa forma, chama-se de ciências puras a uma atividade científica que se concentra na aquisição de novos conhecimentos e que não tem como objetivo direto a aplicação desses conhecimentos. As ciências aplicadas referem-se a uma atividade científica com destinação social direta. E as

tecnologias são aplicações concretas e operacionais em um dado contexto social (FOUREZ, 1995).

Além das discussões sobre as especificidades da ciência e da tecnologia no contexto social, consideramos como aspecto importante as concepções acerca das inter-relações entre a ciência e a tecnologia. Percepções contemporâneas das inter-relações entre a ciência e a tecnologia podem conduzir a um entendimento unilateral e limitado de que é a ciência que permite o desenvolvimento tecnológico. Segundo Fourez (1995) tal percepção não se fundamenta a partir de uma análise histórica, uma vez que “na verdade, muitas vezes foi a técnica que esteve em avanço em relação às compreensões teóricas. Havia máquinas a vapor, por exemplo, bem antes que se falasse no ciclo de Carnot” (p. 169). Para este autor, o casamento da ciência com a tecnologia, ocorreu de acordo com o contexto histórico. Assim em determinada época, a técnica precedeu a ciência, “o desenvolvimento da química no século XIX, na Alemanha, foi fortemente condicionado pelas indústrias de corantes” (p.169).

Na análise acerca do modo como a ciência e a tecnologia se relacionaram no curso da história, Kneller (1980), aponta essa relação sob três pontos de vista: o primeiro considera que a partir do século XVII, as inovações tecnológicas se fundamentaram em leis, teorias e dados estabelecidos pela ciência pura; o segundo considera que na inter-relação ciência-tecnologia, a tecnologia foi parceira decisiva da ciência, uma vez que foram as necessidades tecnológicas que deram vigor e direção à pesquisa científica; e um terceiro ponto de vista, considera que a ciência e a tecnologia se desenvolveram independentemente uma da outra. Segundo este último, até a primeira metade do século XIX, a maior parte dos progressos tecnológicos utilizaram conhecimentos práticos e não conhecimentos científicos.

Martins (2003) discute que a relação entre a ciência e a tecnologia tem sido percebida ao longo dos anos sob diferentes óticas, e apresenta as cinco principais concepções para expressar tal relação:

- A ciência é redutível à tecnologia;
- A tecnologia é redutível à ciência;

- Ciência e tecnologia são a mesma coisa;
- Ciência e tecnologia são domínios independentes;
- Existe uma interação entre a ciência e a tecnologia.

Parece-nos que a segunda concepção apresentada por Martins é a mais comum. Essa concepção considera a tecnologia como ciência aplicada, cujos princípios e conceitos são dependentes dos princípios e conceitos científicos, o que remete a dependência do desenvolvimento tecnológico ao desenvolvimento científico. Entretanto, Valdés *et al* (2002) questiona tal concepção. De acordo com este autor, uma vez que os conhecimentos científicos, muitas vezes, sugerem novos direcionamentos para os processos tecnológicos, não quer dizer que o produto tecnológico derive diretamente desses conhecimentos. O fato é que a ciência e a tecnologia são domínios distintos, que se influenciam mutuamente na forma como consolidam os saberes que lhes são próprios (MARTINS, 2003).

Há um consenso que a partir do século XX, as relações entre a ciência e a tecnologia, tornaram-se mais íntimas e sistemáticas. Dessa forma, a relação ciência-tecnologia se estreita uma vez que:

O progresso material é realizado mediante a construção contínua de novos mecanismos produtores de riqueza e eficiência, os quais são fabricados e operam de acordo com as leis e teorias científicas. O progresso tecnológico é mantido tanto para justificar o progresso da Ciência, que torna possível o primeiro, como para fornecer provas visíveis desse progresso. Assim, o contínuo progresso intelectual da humanidade inclui, e o contínuo progresso material da humanidade exige o progresso tanto da ciência como da tecnologia, indistintamente (KNELLER, 1980, p. 252).

Assim, se durante muito tempo, a ciência e a tecnologia se desenvolveram independentemente, hoje a ciência e a técnica estão ligadas de tal forma “que se torna difícil determinar quais desenvolvimentos são considerados ‘técnicos’ e quais ‘científicos’” (FOUREZ, 1995, p. 170).

Diante das discussões apresentadas, sentimos a necessidade de retomar a concepção de sociedade que parece prevalecer ao longo das discussões neste trabalho. Compreendemos a sociedade como um sistema social, organizado e

estruturado, no qual uma cultura é compartilhada por todos os seus integrantes. Considerando que esse sistema social está impregnado pelo desenvolvimento científico e tecnológico, a participação social em debates e negociações é fundamental. No entanto, consideramos também que se a sociedade não tem a compreensão de determinados conhecimentos científicos e tecnológicos, pouco será capaz de participar de tais negociações, uma vez que para ser um indivíduo autônomo e um cidadão participativo em uma sociedade altamente tecnológica, cada sujeito deve ser científica e tecnologicamente alfabetizado (FOUREZ, 1994).

De modo geral, entendemos que as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, existiram, existem e existirão historicamente. Tomando as palavras de Fourez (1995, p. 207), “na medida em que a ciência é sempre um ‘poder fazer’, certo domínio da natureza, ela se liga, por tabela, ao poder que o ser humano possui um sobre o outro”. Assim, os conhecimentos científicos e tecnológicos e suas aplicações na sociedade contemporânea, como por exemplo, pílulas para impedir a concepção, automatização da indústria para aumentar a produção, antibióticos para controlar doenças e prolongar o tempo de vida, entre outras, constituem e constituirão as complexas inter-relações CTS.

Dessa forma, o impacto da ciência e da tecnologia sobre diversos setores da sociedade tem fortalecido o consenso de que as aplicações e implicações dos conhecimentos científicos e tecnológicos não deveriam ser decididas à margem dessa sociedade. É preciso efetivar a busca por políticas científicas e tecnológicas que promovam a participação cidadã nas tomadas de decisão acerca destas aplicações e implicações. Tal postura favorece uma perspectiva particular para o processo educacional, principalmente no que se refere ao ensino-aprendizagem de conceitos científicos, que deveria incluir de forma enfática a dimensão da alfabetização científica e tecnológica. Essa dimensão tornou-se alvo de estudos de vários pesquisadores em educação em Ciências e será discutida a seguir.

CAPÍTULO 2 - O MOVIMENTO CTS E O ENSINO DE CIÊNCIAS

Em uma sociedade na qual a ciência e a tecnologia se convertem em traços essenciais para definir nossa forma de ser no mundo, a educação adquire um papel essencial...

Bustamante

2.1 Movimento CTS: visão crítica da Sociedade frente à Ciência e à Tecnologia

O tratamento da ciência e da tecnologia no contexto social começou a tomar novo e importante rumo a partir de meados dos anos 60 e início dos anos 70. Nessa época, foi crescendo o sentimento de que o desenvolvimento científico, tecnológico e econômico não estava conduzindo, linear e automaticamente, ao desenvolvimento do bem-estar social (AULER e BAZZO, 2001). Assim, com a tomada de consciência da sociedade sobre os acontecimentos sociais e ambientais associados às atividades científicas e tecnológicas chegava ao fim a idéia de que a ciência e a tecnologia resolveriam todos os males da humanidade.

Vários fatores como, o clima gerado pelas guerras, a difusão de catástrofes no ambiente, os movimentos ambientalistas, e outros, contribuíram para que se estabelecesse uma nova postura frente às inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Nesse contexto, o Movimento CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) surge a partir de uma visão crítica do papel da ciência e da tecnologia na sociedade, uma vez que a degradação do ambiente e a vinculação do desenvolvimento científico e tecnológico às guerras tornaram a ciência e a tecnologia alvo de um olhar mais crítico (AULER e BAZZO, 2001).

Nessa perspectiva, de acordo com Linseng (1999), o Movimento CTS seguiu três grandes direções: no campo das pesquisas, no campo das políticas públicas e no campo da educação. Essas três direções reúnem diferentes tradições CTS (a tradição norte-americana e a tradição européia) conectadas pelo chamado “silogismo CTS” (aspas do autor), o qual é baseado em três premissas:

- A primeira premissa (tradição européia) trata o desenvolvimento científico e tecnológico como um processo configurado por fatores culturais, políticos, econômicos e epistêmicos;
- A segunda premissa (tradição norte-americana) considera a mudança científica e tecnológica como um fator determinante para moldar as nossas formas de vida. De caráter mais pragmático, preocupa-se com as conseqüências sociais e ambientais dessa mudança;
- E a terceira premissa, considera que todos compartilham um compromisso democrático. Essa premissa justifica a inserção de mecanismos educativos que promovam a avaliação e o controle social do desenvolvimento científico e tecnológico para possibilitar a participação consciente e democrática da sociedade no desenvolvimento científico e tecnológico (GONZALÉZ *et al* 1996 *apud* LISINGEN, 1999).

A história dos estudos CTS é bipolar. Desde suas origens, foram abordados tanto pelas ciências sociais no sentido de tornar os cientistas e engenheiros mais conscientes do contexto social no qual trabalhavam, como pelas ciências naturais para promover uma maior compreensão da população de que pode contribuir na resolução de alguns problemas sociais (ACEVEDO e ACEVEDO, 2002).

Nesse contexto, a mudança de visão da sociedade sobre a ciência e a tecnologia provocada pelos Movimentos CTS refletiu-se nas inovações educativas e provocou novos direcionamentos para os conteúdos curriculares, para metodologias de ensino e para os objetivos educacionais. Assim, consideramos que uma educação baseada na integração ciência-tecnologia-sociedade poderá assumir uma práxis transformadora da sociedade, visto que “cada geração tem o direito de agir, dentro dos limites definidos pelas regras da vida democrática, com o objetivo de mudar a sociedade” (BUSTAMANTE, 1997, p. 17).

É a partir dessa perspectiva de educação, que podemos promover o desenvolvimento dos povos de uma sociedade e o fortalecimento dos sistemas democráticos. Daí porque existe um consenso mais geral que postula como

necessário às transformações educacionais, considerar o desenvolvimento científico e tecnológico (GIL-PERÉZ, 1998).

Dessa forma, compreendemos como necessárias, no âmbito do ensino de Ciências, propostas educativas que promovam a conscientização dos alunos sobre as influências do desenvolvimento científico e tecnológico no meio social, para formar cidadãos críticos e reflexivos que compreendam problemas sociais de dimensões científico-tecnológicas, uma vez que:

[...] a compreensão das complexas interações CTS se converte em algo necessário se, se pretende, pois, que no futuro, as pessoas tenham que tomar decisões, adotar atitudes responsáveis frente ao desenvolvimento e as conseqüências que deste se derivam. Na atualidade, o analfabetismo científico e tecnológico é muito mais perigoso que em qualquer situação anterior [...] (VILCHES e FURIÓ, 1999, p. 6) (tradução nossa).

Assim, consideramos que uma nova percepção da relação ciência-tecnologia-sociedade implica em mudanças para o ensino de Ciências, de forma que este permita aos cidadãos compreender e administrar suas vidas no cotidiano de maneira crítica e fundamentada. A resposta do Movimento CTS para o ensino de Ciências é a incorporação explícita das relações mútuas entre a ciência, a tecnologia e a sociedade nos processos de ensino e aprendizagem (SILVA, 2000).

O Movimento CTS busca desenvolver e implantar uma nova postura para o ensino de Ciências (SILVA, 2000), visando uma conscientização do impacto da ciência e da tecnologia na sociedade moderna, e sugerindo uma nova estruturação que alcance as dimensões, conceitual, formativa e cultural dos alunos (TEIXEIRA, 2003). Nesse sentido, o Movimento CTS inspira uma tendência educativa que visa promover a alfabetização científica e tecnológica para capacitar as pessoas a tomarem decisões responsáveis em questões controvertidas relacionadas com a qualidade de vida de uma sociedade impregnada de ciência e de tecnologia (ACEVEDO, 1996a). Em outras palavras, trata-se de compreender melhor o papel da ciência e da tecnologia no seu contexto social a partir da abordagem das inter-relações entre o desenvolvimento científico e tecnológico e os processos sociais.

Com essa perspectiva, a relação mútua entre a ciência, tecnologia e sociedade no ensino de Ciências, pode dar sentido aos conhecimentos escolares, potencializando suas utilidades e funcionalidades em outros âmbitos; colaborar para formar cidadãos capazes de opinar com conhecimento de causa e responsabilidade social sobre os diversos problemas do nosso tempo; contribuir para evitar rupturas entre a ciência e a tecnologia, uma vez que no mundo atual, são âmbitos bastante difusos; e servir de elemento motivador para os alunos (ACEVEDO e ACEVEDO, 2002).

De acordo com Sasson (2003), o crescimento exponencial dos avanços científicos e tecnológicos é um fato perceptível nos dias atuais. Dentre as questões colocadas por este autor, trataremos aqui da questão de como elevar o nível da cultura científica e tecnológica dos cidadãos. Segundo este autor, este nível não está à altura das expectativas de uma sociedade influenciada fortemente pela ciência e tecnologia, e que precisa, também, julgar os benefícios e desvantagens do desenvolvimento científico e tecnológico. É no contexto desta questão que concebemos a necessidade de uma alfabetização científica e tecnológica para a qual o ensino de Ciências, em particular o ensino de Química, pode contribuir.

Assim, consideramos como objetivo da alfabetização científica e tecnológica (A.C.T.) divulgar muitas informações para a população para que as decisões tomadas pelos técnicos possam ser compreendidas e controladas democraticamente. “Se trata de outorgar responsabilidades à sociedade ou em todo caso, de chegar a uma situação na qual cidadãos não experimentem um sentimento de impotência frente à ciência e à tecnologia [...]” (FOUREZ, 1994, p.23-24).

Segundo Fourez (1994), uma pessoa alfabetizada científica e tecnologicamente é capaz de: utilizar conceitos científicos e integrar valores e saberes para adotar decisões responsáveis na vida; compreender que tanto a sociedade exerce um controle sobre a ciência e a tecnologia como a ciência e a tecnologia produzem impactos sociais; compreender que a sociedade exerce um controle sobre a ciência e a tecnologia através de políticas que lhes outorga; reconhecer tanto os limites como a utilidade da ciência e da tecnologia no progresso do bem-estar humano; conhecer os principais conceitos, hipóteses e

teorias científicas e ser capaz de aplicá-los; apreciar a ciência e a tecnologia pelo aspecto intelectual que lhe é inerente; compreender que a produção dos saberes científicos depende muitas vezes de processos de investigação e de conceitos teóricos; saber reconhecer a diferença entre resultados científicos e opiniões pessoais; reconhecer a origem da ciência, e compreender que o conhecimento científico é provisório e sujeito às mudanças; compreender as aplicações da tecnologia e as decisões implicadas em sua utilização; apreciar o valor da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico; extrair de sua visão científica uma visão de mundo mais fundamentada e interessante; conhecer fontes de informações válidas de ciência e tecnologia e recorrer a elas quando for necessário tomar decisões; e ter uma certa compreensão de como a ciência e a tecnologia foram produzidas ao longo da história.

Segundo a Conferência Mundial sobre ciência para o século XXI e o Conselho Internacional para ciência (CACHAPUZ *et al*, 2005):

Para que um País esteja em condições de satisfazer as necessidades fundamentadas da sua população, o ensino, das ciências e da tecnologia, é um imperativo estratégico. Como parte dessa educação científica e tecnológica, os estudantes deveriam aprender a resolver problemas concretos e satisfazer as necessidades da sociedade, utilizando as suas competências e conhecimentos científicos e tecnológicos. [...] (Conferência Mundial sobre a Ciência, Budapeste, 1999 em CACHAPUZ *et al*, 2005, p.20).

Diante das propostas da Conferência Mundial de Budapeste para o ensino de Ciências, entendemos que uma das pretensões para a aquisição de conhecimentos científicos e tecnológicos advém da necessidade de participação da sociedade nas tomadas de decisões acerca das aplicações e implicações da ciência e da tecnologia. Nesse quadro, a alfabetização científica e tecnológica nos parece indispensável no entendimento dos problemas da vida cotidiana, desde os mais simples aos mais complexos. Como dizem Macedo e Katzkowicz (2003), tomar decisões simples no dia-a-dia, como, por exemplo, decidir como manejar as fontes de energia em casa e economizar o consumo dessa energia, justifica a colocação de uma alfabetização científica e tecnológica à disposição de todos.

Assim, consideramos necessária uma inovação no ensino de Ciências, objetivando fomentar nos estudantes, cidadãos que constituem a sociedade, o reconhecimento de que precisam dos conhecimentos científicos e tecnológicos, para se posicionarem com fundamento e responsabilidade, diante de possíveis avaliações e julgamentos frente às implicações sociais provocadas pelo desenvolvimento científico e tecnológico. Neste aspecto, as tentativas de renovação do ensino de Ciências tendem a uma educação mais humanista, pois propõem uma aproximação maior com contextos reais (MARTINS, 2002).

2.2 Aspectos pedagógicos da Orientação CTS

Como foi colocado anteriormente, de um modo geral, na orientação CTS o ensino de Ciências tem como preocupação central a formação para a cidadania a partir da capacidade de tomada de decisão e da participação ativa do indivíduo na sociedade democrática (SOLOMON e AIKENHEAD, 1994 *apud* SANTOS e SCHNETZLER, 1997, p. 68).

Segundo Hodson (1993, *apud* MACEDO e KATZKOWICZ, 2003), as preocupações curriculares do ensino de Ciências nos anos 60 e 70 centralizaram-se na apropriação do conhecimento científico pelos estudantes, e desde os anos 80 e 90, procuram incluir no ensino de Ciências aspectos como: situações da vida cotidiana, relações da ciência com questões sociais e tecnológicas, propostas de alfabetização científica e tecnológica, proposta de ciência como cultura, utilização de situações-problema, entre outros.

De acordo com Macedo e Katzkowick (2003), a linha de pesquisa ciência-técnica-sociedade para o ensino de Ciências, pretende que:

Os problemas científicos apresentados em aula estejam associados às necessidades sociais; que sejam vividos na realidade imediata do aluno; e estejam relacionados com problemas técnicos, dos quais a maioria dos cidadãos é usuária (MACEDO e KATZKOWICK, 2003, p. 76-77).

Nesse sentido, entendemos que a educação científica deve possibilitar aos alunos intervirem em questões sociais em que a ciência e a tecnologia têm papel

relevante. Desse modo, segundo Bustamante (1997), a medida do sucesso educativo não dependerá apenas dos conteúdos conceituais, mas também de procedimentos mais adequados e de atitudes mais amadurecidas com respeito ao desenvolvimento científico e tecnológico. Consideramos que a orientação CTS – proposta educativa emergente do Movimento CTS – objetiva tratar no ensino de Ciências problemáticas sócio-ambientais reais e atuais, selecionar os conceitos de ciência e de tecnologia pertinentes e plausíveis para abordagem explicativa e interpretativa da problemática em questão, e levantar questões acerca das implicações sociais do conhecimento científico e tecnológico (MARTINS, 2002).

Na abordagem CTS – termo aqui utilizado para designar a implementação da orientação CTS na sala de aula – os conteúdos das disciplinas científicas incluem temas sociais, sendo esta uma questão central (SANTOS e SCHNETZLER, 1997). Dessa forma, os problemas científicos abordados nas aulas estão associados às necessidades sociais e aos processos tecnológicos. De acordo com Santos e Schnetzler (1997, p. 74) a inclusão dos temas sociais é justificada pelo fato deles “evidenciarem as inter-relações dos aspectos da ciência, tecnologia e sociedade e propiciarem condições para o desenvolvimento de atitudes de *tomada de decisão* dos alunos”.

Segundo Acevedo e Acevedo (2002) os projetos CTS podem ser classificados sob duas perspectivas: a perspectiva dos conteúdos CTS e a perspectiva da componente CTS que determina o conteúdo científico.

Quanto aos conteúdos, os projetos CTS podem ser:

- Projetos CTS que ressaltam a natureza da ciência e da tecnologia – consideram suas epistemologias, suas inter-relações, os motivos e interesses dos cientistas e tecnólogos, e as questões filosóficas, históricas e sociais das comunidades científica e tecnológica.
- Projetos CTS que ressaltam as questões sociais da ciência e da tecnologia – tratam a influência da sociedade na ciência e tecnologia e a influência da ciência e da tecnologia na sociedade.

- Projetos CTS que ressaltam os processos e produtos tecnológicos – abordam as aplicações da ciência, os artefatos tecnológicos, e os processos da produção tecnológica.

Quanto ao componente que determina o conteúdo científico para a aprendizagem, os projetos CTS podem ser:

- Projetos CTS determinados pela ciência – a seqüência dos conteúdos científicos permanece inalterada e a abordagem dos temas sociais é determinada pela lógica tradicional dos conteúdos escolares.
- Projetos CTS determinados pela tecnologia – os conteúdos científicos tornam-se relevantes por suas relações com problemáticas sócio-tecnológicas abordadas no tema global.
- Projetos CTS determinados pela sociedade – a relevância social do tema abordado determina os conhecimentos científicos e tecnológicos estudados.

Com relação às questões metodológicas, segundo Hofstein (1988, *apud* SANTOS e SCHNETZLER, 1997), a abordagem CTS sugere a utilização de várias estratégias de ensino, tais como: palestras com especialistas, visitação a fábricas, resolução de problemas abertos, sessões de questionamentos, debates, e experimentos em laboratório. De acordo com Macedo e Katzkowicz (2003), tais estratégias exigem a associação dos campos de conhecimentos tecnológico, social, científico e  tico.

A figura 1 a seguir apresenta um modelo de estratégias de ensino para a abordagem CTS.

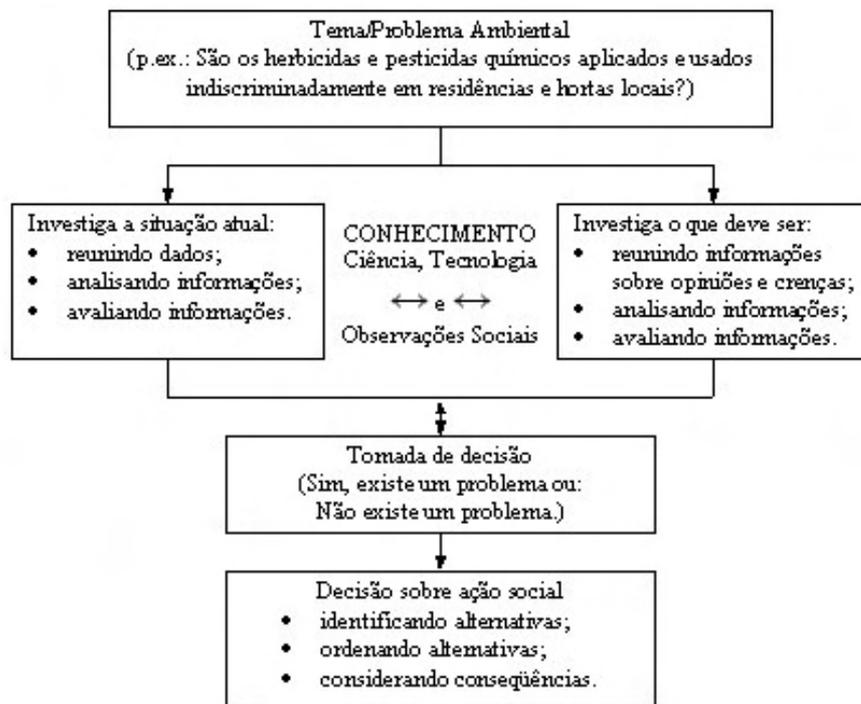


Figura 1 – Estratégias de ensino de temas CTS
Fonte: Santos e Schnetzler, 1997, p. 86.

Dessa forma, podemos observar que a característica básica da abordagem CTS é a colocação de problemas sociais nos pontos de partida e chegada das seqüências de ensino (SANTOS e SCHNETZLER, 1997).

A seguir, apresentamos um modelo adaptado do trabalho de AIKENHEAD (1990, *apud* TEIXEIRA, 2003) para a abordagem dos temas sociais na perspectiva CTS (figura 2).

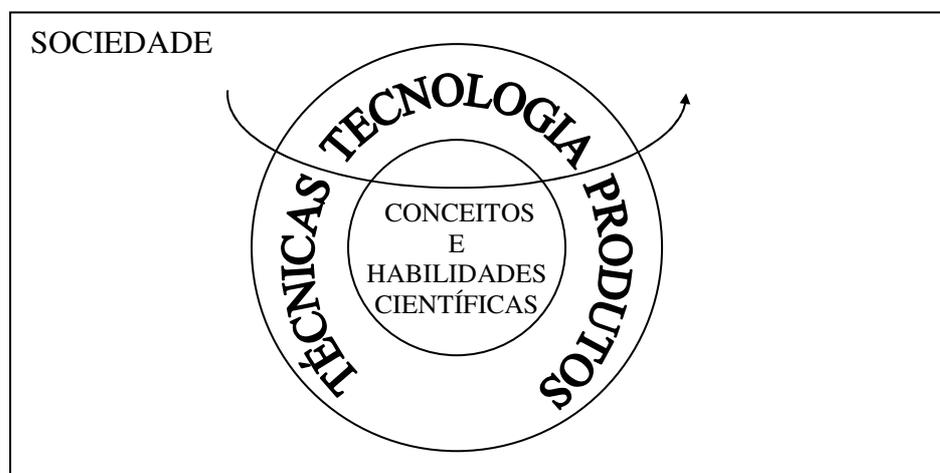


Figura 2 - Proposta metodológica para a abordagem CTS
Fonte: Aikenhead (1990, *apud* TEIXEIRA, 2003, p. 183)

De acordo com a figura 2, inicialmente uma problemática social é introduzida (seta saindo da sociedade). Em seguida uma tecnologia relacionada ao problema é apresentada e o conteúdo (conceito e habilidades) é definido em função da problemática social e da tecnologia em questão. Posteriormente, a tecnologia é retomada para discussão, agora com o suporte do conteúdo estudado e, finalmente a problemática social é re-discutida na busca de possíveis soluções. Entendemos que essa proposta de ensino além de extrapolar a dimensão meramente conceitual, contribui de maneira efetiva para um salto qualitativo na formação do cidadão (TEIXEIRA, 2003).

De uma forma mais geral, para Teixeira (2003, p. 185), na abordagem CTS em sala de aula, “busca-se dinamizar o processo de ensino-aprendizagem como forma de permitir uma aprendizagem significativa e vinculada aos acontecimentos do mundo e da sociedade em geral”. Nesse sentido, “essa nova ênfase na responsabilidade social aparece como um elemento precioso no currículo do ensino secundário (médio) para complementar um enfoque mais tradicional da educação científica” (SOLOMON, 1994, *apud* BUSTAMANTE, 1997, p. 17).

Outros aspectos que caracterizam uma abordagem CTS na sala de aula dizem respeito às concepções de ciência, tecnologia, sociedade e suas interações. Algumas concepções seriam desejáveis para promover uma experiência didática enraizada no pensamento CTS. Apresentamos uma proposta de tais concepções (quadro 1) tomando por base concepções apresentadas por Santos e Schnetzler (1997).

Quadro 1 - Aspectos da Ciência, Tecnologia e Sociedade na abordagem CTS

| Aspectos da perspectiva CTS | Concepções esperadas |
|---|--|
| 1- Natureza da Ciência | Ciência - inserida num contexto sócio-cultural gera conhecimentos condicionados por interesses diversos. |
| 2- Natureza da Tecnologia | Tecnologia - como uso de conhecimentos (científicos ou não) para satisfazer as necessidades humanas. |
| 3- Natureza da Sociedade | Sociedade - como sistema estruturado de relações sociais que compartilha uma cultura científico-tecnológica. |
| 4- As inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade | A Ciência e a Tecnologia como domínios distintos que se influenciam mutuamente na construção de conhecimentos, tanto promovem modificações nas formas de vida da sociedade, como podem ser |

| | |
|--|--|
| | influenciadas por esta sociedade através de políticas públicas que lhes outorgue este direito ou por investimentos condicionados por interesses específicos. |
|--|--|

O quadro 1 aponta para fortes e significativas interações entre ciência, tecnologia e sociedade e a percepção dessas interações vai estar no centro de uma abordagem CTS aplicada ao ensino de Ciências. Consideramos que a partir de tais concepções são colocados os desafios para o desenvolvimento metodológico de uma abordagem CTS em salas de aulas de química.

Além das discussões colocadas anteriormente que justificam a implementação da orientação curricular CTS no trato das disciplinas científicas, de acordo com Martins (2002), o ensino de Ciências vem sendo alvo de muitas críticas ao se constatar que o mesmo não vem correspondendo às necessidades da sociedade atual devido ao reduzido nível de conhecimento científico e tecnológico apresentados pelos estudantes. Nesse sentido, propostas de planejamento curricular expressam uma preocupação com a formação científica insatisfatória dos alunos que chegam às universidades, e com as exigências propostas para uma cidadania plena na sociedade contemporânea (MACEDO e KATZKOWICK, 2003).

Uma outra crítica ao ensino de Ciências, relevada em pesquisas (ACEVEDO, 1996b; VILCHES e FURIÓ, 1999) está relacionada com a falta de interesse do alunado diante das disciplinas científicas. De acordo com Vilches e Furió (1999), as atitudes negativas dos alunos podem ser conseqüências tanto da não contextualização entre a ciência abordada em sala de aula e o mundo no qual os alunos estão inseridos, como da falta de aplicação prática dos conhecimentos científicos abordados. Cachapuz *et al* (2005), apresentam críticas ao ensino de Ciências referindo-se às visões distorcidas da ciência que são transmitidas pelo ensino, que podem criar desinteresse e rejeição nos estudantes, e se converter em obstáculos para a aprendizagem dos mesmos.

De um modo geral, Fourez (1994) apresenta três motivos que fundamentaram a necessidade de renovação no ensino de Ciências:

- Motivos econômicos – motivos esses que partem do entendimento de que o bem estar da sociedade está vinculado à instrução das pessoas e ao aumento de riquezas dessa sociedade;
- Motivos sociais – motivos esses que partem da percepção de que sem cultura científica e tecnológica, os sistemas democráticos ficam vulneráveis à tecnocracia;
- Motivos humanistas – motivos esses que defendem a participação do indivíduo na cultura científica e tecnológica e propõem que as pessoas façam parte das negociações sobre os problemas do mundo em que vivem.

A partir das discussões aqui colocadas até o momento, compreendemos que as considerações feitas para o ensino de Ciências podem ser aplicadas ao ensino da Química. Dessa forma, podemos considerar que em uma abordagem CTS não cabe mais enfatizar apenas dimensões conceituais no ensino da Química. A apresentação de informações e teorias científicas que não tenham qualquer relação com o cotidiano do aluno inspira, na maioria das vezes, a memorização e a aprendizagem mecânica dessas informações e teorias. O que pretendemos é um foco mais amplo para o ensino da Química, superando reducionismos, ênfase nos conteúdos e ausência de contextualização, ou seja, um ensino que se constitua efetivamente como “instrumento de formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício cidadania” (BRASIL, 2002, p. 87). Em resumo, um ensino de Química que permita a compreensão do “complexo mundo social em que vivemos” (SANTOS e MÓL, 2005, p. 23).

Nessa direção, a orientação CTS parece atender as nossas expectativas, uma vez que busca promover a formação de uma cidadania consciente e responsável a partir da compreensão das inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Dessa forma, consideramos que os conhecimentos químicos devem permitir ao aluno, construir uma visão de mundo mais articulado com as aplicações científicas e tecnológicas, e com as implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas, dessas aplicações. E nesse contexto, a reorganização tanto dos conteúdos escolares como da metodologia empregada para abordá-los, tornam-se

necessárias. Assim, buscamos um ensino de Química que implique em uma coerência epistemológica com o atual contexto científico e tecnológico na sociedade, e que conceda aos alunos conhecimentos químicos e tecnológicos necessários para que os mesmos avaliem e julguem com fundamento os impactos sociais que advêm da ciência e da tecnologia. Em outras palavras, um ensino de Química que contribua na formação de valores e atitudes sociais.

Em resumo, entendemos que os atuais problemas no ensino de Ciências e as novas perspectivas propostas pela orientação CTS para o ensino de Ciências, inspiram uma necessidade de renovação e mudança. Entretanto a implementação de uma perspectiva de ensino CTS, requer modificação do perfil tradicional da ação pedagógica dos professores (ACEVEDO, 1996b). Dessa forma, consideramos que o sentido de incorporar às propostas de ensino uma discussão sobre as inter-relações CTS dependerá da disponibilidade à mudança e à renovação, por parte do professorado. Por essa razão, apresentaremos a seguir uma discussão sobre a construção da prática pedagógica pelos professores e as principais exigências para esta prática em uma abordagem CTS.

CAPÍTULO 3 - A PRÁTICA PEDAGÓGICA NA PERSPECTIVA CTS

As relações entre ciência, tecnologia e sociedade tratadas no ensino das disciplinas científicas podem revelar-se como um instrumento que possibilite atingir uma sociedade mais humana, justa e solidária,...

Bustamante

Nesta pesquisa, concebemos a prática pedagógica como a ação do professor na elaboração e execução de seu ensino. Nesse sentido, buscamos discutir alguns aspectos necessários à prática pedagógica do professor para promover e articular as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade em suas salas de aulas.

3.1 O professor e a abordagem CTS

As estratégias de ensino na perspectiva CTS, em geral, tomam por base a concepção de construção de conhecimento pelos alunos, mediada pela ação docente aproximando-se de uma perspectiva construtivista para o processo ensino-aprendizagem (SANTOS e SCHNETZLER, 1997). Considerando que a articulação entre ciência, tecnologia e sociedade na sala de aula objetiva desenvolver nos alunos atitudes e valores de participação social, Bustamante (1997) propõe aos professores as seguintes orientações:

- Criar no aluno a capacidade de relacionar conceitos de diferentes áreas do conhecimento estimulando o seu espírito crítico;
- Promover debates sociais acerca da implantação, eliminação ou substituição de uma determinada tecnologia com o objetivo de preparar cidadãos com voz e opiniões fundamentadas;
- Fomentar nos alunos atitudes de reconhecimento das possibilidades de melhoria de vida relativas ao desenvolvimento científico e tecnológico;

- Distinguir a dupla função da tecnociência: o seu papel como instrumento e o seu papel como criadora de modelos para entender o ser humano e a sociedade em que vive;
- Atender ao estudo das relações ciência, tecnologia e sociedade no contexto da “sociedade da informação” (aspas do autor). Contexto este em que os alunos passarão a maior parte de suas vidas.

Partindo de diversos estudos de investigação sobre os professores que trabalham numa perspectiva CTS, Penick (1993, *apud* ACEVEDO, 1996a) também identificou e generalizou um conjunto de habilidades básicas que caracterizam a ação pedagógica nesta perspectiva de ensino, entre as quais estão: dedicar tempo para o planejamento das aulas; flexibilizar a ordem curricular dos conteúdos; favorecer um clima agradável na aula para promover a interação; estimular questionamentos por parte dos alunos durante a aula; tratar os conhecimentos científicos voltados para a realidade do aluno; fazer com que os alunos vejam tanto a utilidade da ciência e da tecnologia como as limitações de ambas para resolver os complexos problemas sociais; não contemplar as paredes da sala de aula como fronteira; e educar para a vida e para viver.

Diante das intenções e ações pedagógicas inerentes ao processo de ensino-aprendizagem na perspectiva de ensino CTS, observamos que o professor assume um papel de mediador, partindo do pressuposto de que nessa estratégia de ensino, a mediação para a participação do aluno no processo é fundamental. E por isso, Hofstein (1988, *apud* TEIXEIRA, 2003) considera o professor que trabalha com a abordagem CTS, como uma espécie de organizador dos trabalhos, gerenciando tempo, recursos, e o ambiente geral da classe.

Entretanto, compreendemos que a forma de trabalhar em sala de aula numa perspectiva de ensino CTS sugere uma modificação nas concepções docentes e nas tradicionais práticas pedagógicas. Nesse sentido, ao considerarmos o professor como agente principal no processo de implementação da orientação CTS, apresentamos alguns trabalhos da literatura que apontam dificuldades encontradas pelos professores para implementarem a abordagem CTS em suas salas de aula.

Martins (2002) aponta alguns obstáculos à implementação da orientação CTS na escola. Segundo essa autora, esses obstáculos estão dispostos em três eixos: a formação, concepções, crenças e atitudes dos professores; a lógica dos programas escolares; e os recursos didáticos. Mesmo considerando que os obstáculos apontados por Martins se influenciam mutuamente, enfatizamos neste trabalho de pesquisa, os obstáculos relacionados às concepções e às ações dos professores na sala de aula.

Membiela (1995, *apud* ACEVEDO, 1996b), aponta obstáculos relacionados especificamente aos professores, para por em prática a orientação CTS no ensino de Ciências, tais como: a formação do professorado basicamente disciplinar para abordar algo, sobretudo multidisciplinar; as concepções e crenças dos professores sobre a natureza da ciência, tanto nos aspectos epistemológicos como nos aspectos sociológicos; o sentimento do professor de perda de sua identidade profissional, uma vez que na orientação CTS, mudam suas percepções sobre as finalidades para o ensino de Ciências. Acreditamos que os obstáculos apontados por Membiela (1995, *apud* ACEVEDO, 1996b), poderão ser superados se forem promovidos novos direcionamentos para os processos de formação de professores.

3.2 A formação dos professores de ciências, concepções docentes e prática pedagógica

As exigências da sociedade atual refletem-se na escola e implicam em mudanças nos cursos de formação de professores cujas práticas conservadoras e tradicionais podem não se adequar às necessidades contemporâneas. As investigações no âmbito da formação (inicial e continuada) de professores têm apontado para o fato de que, hoje em dia, os tipos de formação oferecidos não promovem aos professores preparo suficiente para as inovações educativas (IMBERNÓN, 2002).

Alguns trabalhos mencionados na literatura (ACEVEDO, 1996b; FONTES e CARDOSO, 2006) apresentam indicativos de que a formação dos professores de ciências se constitui como um obstáculo à implementação da orientação CTS em sala de aula. De acordo com Fontes e Cardoso (2006), os cursos de formação de

professores de ciências promovem de certa forma, um insuficiente envolvimento e interesse por parte dos professores à implementação da abordagem CTS. Isso porque, segundo essas autoras, esses cursos não têm acompanhado as novas exigências da educação científica e, dentre tais exigências, podemos mencionar a contextualização da ciência nos âmbitos tecnológico e social.

De acordo com Martins (2003), ao considerar como um dos requisitos propostos pela orientação CTS, a capacidade do professor de partir de problemas locais e dar respostas aos interesses reais dos alunos, os cursos de formação teriam que preparar os professores para a resolução de situações que não são antecipadamente conhecidas uma vez que: “o crescimento científico-tecnológico das sociedades atuais é tão acentuado que não é possível a nenhum professor, [...], acompanhar ainda que em nível geral, o que acontece em todos os domínios” (p. 7). No entanto, apesar das considerações de Martins (2003), entendemos como necessárias propostas de formação de professores de ciências, em particular de professores de química, que promovam reflexões e práticas pedagógicas numa perspectiva CTS visando desenvolver a cultura científica desses professores para que possam implementar efetivamente abordagens CTS em suas aulas.

Acreditamos que a introdução de reflexões epistemológicas nos cursos de formação de professores de ciências, para um maior envolvimento destes professores com propostas inovadoras de ensino, como a abordagem CTS, por exemplo, possibilitaria a mudança por parte dos professores na maneira simplista e ingênua de tratar a construção do conhecimento científico. Segundo Garcia (1992 *apud* ABIB, 1996, p. 68), “o que o professor pensa sobre o ensino influencia a sua maneira de ensinar, pelo que se torna necessário conhecer as concepções dos professores”.

De acordo com Acevedo (1996b), as atenções a respeito das atitudes e crenças CTS do professorado vêm sendo cada vez mais freqüentes. Primeiro, porque o professor não pode ensinar o que não conhece e segundo, porque as crenças e atitudes sobre as questões CTS influenciam na prática pedagógica do professor. Segundo Hodson (1994, *apud* ACEVEDO, 1996b), as crenças inadequadas do professorado sobre a natureza da Ciência e outros aspectos CTS,

são derivadas de suas experiências de aprendizagem escolar e universitária, e que, de um modo geral, os professores tendem a reproduzi-las em suas práticas pedagógicas. Tal argumentação nos parece confirmar uma relação entre as concepções construídas nos processos de formação de professores e as práticas pedagógicas desses professores.

Para Maldaner (2000), os professores do ensino médio apresentam a tendência de manter “tacitamente” (aspas do autor) suas concepções nas mesmas bases epistemológicas que edificaram suas representações sobre o conhecimento científico e profissional. Nessa direção, Praia e Cachapuz (1993, *apud* MALDANER, 2000) também vêem uma explícita relação entre as concepções docentes e suas práticas pedagógicas em sala de aula:

Vai hoje havendo evidências claras de que as concepções dos professores acerca da natureza da ciência, do conhecimento científico e do que é método influenciam a forma de abordar determinado conteúdo e, portanto, a imagem da ciência dada ao aluno (PRAIA e CACHAPUZ, 1993, *apud* MALDANER, 2000, p. 60).

No contexto da perspectiva CTS para o ensino de Ciências, alguns trabalhos identificam concepções docentes consideradas inadequadas para a implementação dessa perspectiva de ensino. Dentre eles, Acevedo (1995) apresenta alguns resultados de pesquisas sobre as concepções dos professores acerca das inter-relações CTS:

- Quanto às implicações sociais, os professores identificam a ciência e a tecnologia como um processo único (tecnociência);
- Os professores consideram a tecnologia subordinada à ciência e que não é mais do que uma aplicação desta;
- Os professores, diante das decisões sobre as implicações sociais da tecnologia, apresentam a tendência de se apoiar o modelo tecnocrático.

Nesse sentido, outros trabalhos de literatura (VALDÉS *et al*, 2002; CACHAPUZ *et al*, 2005) discutem implicações das concepções sobre as inter-

relações entre ciência e tecnologia no ensino de Ciências. De acordo com Valdés *et al* (2002), a falta de atenção à tecnologia no ensino de Ciências pode ser conseqüência de concepções simplistas e incorretas da relação ciência-tecnologia. Esses autores consideram que concepções epistemológicas incorretas sobre a relação ciência-tecnologia constituem um dos principais obstáculos para a renovação do ensino de Ciências no contexto atual, e nesse sentido, apresentam algumas delas:

- Conceção que não diferencia a ciência da tecnologia e considera essas instâncias como única, a tecnociência. Tal visão, de acordo com Valdés *et al* (2002), aparece freqüentemente quando se analisam as implicações da ciência e da tecnologia na sociedade. Trata-se de uma visão superficial que não deve ser concebida no contexto do ensino de Ciências;
- Conceção que reduz a tecnologia à ciência aplicada. Tal concepção segundo estes autores, tem origem na supervalorização da ciência frente à tecnologia. Essa concepção provém de um desconhecimento histórico das relações entre a ciência e a tecnologia.

Na mesma direção, Cachapuz *et al* (2005) analisa possíveis concepções não adequadas de ciência e de tecnologia (quadro 2) que podem ser transmitidas no processo de ensino, e se constituem como um dos obstáculos aos movimentos de renovação da educação científica.

Quadro 2 - Concepções não adequadas de Ciência e Tecnologia

| | |
|---|---|
| Concepção descontextualizada | Ciência e tecnologia socialmente neutras. |
| Concepção individualista e elitista | Ignora-se o trabalho coletivo. |
| Concepção empiro-indutivista e atórica | Defende a observação e a experimentação neutras. |
| Concepção rígida, algorítma, infalível. | Considera a rigidez do método científico (observação e experimentação rigorosas determinam os resultados obtidos). |
| Concepção aproblemática e ahistórica | Não faz referência aos problemas da origem dos conhecimentos científicos nem a evolução histórica desses conhecimentos. |
| Concepção exclusivamente analítica | Refere-se ao afastamento do cientista da |

| | |
|--------------------------------|--|
| | realidade. |
| Concepção acumulativa e linear | Defende o avanço da ciência como linear e acumulativo. |

Fonte: adaptação de Cachapuz *et al* (2005)

De acordo com Cachapuz *et al* (2005), a concepção descontextualizada da ciência afeta as propostas de ensino CTS, e comporta em particular a falta de compreensão sobre as relações entre a ciência e a tecnologia. O que por sua vez, acarreta a concepção da tecnologia como mera aplicação da ciência. A não contextualização da atividade científica alimenta a concepção individualista e elitista, que desconsidera o trabalho coletivo e reserva o domínio do trabalho científico às minorias bem dotadas que trabalham individualmente em seus laboratórios, onde se experimenta se observa e se descobre. Essa visão elitista e individualista contribui para outra concepção não adequada da ciência e da tecnologia, a concepção empiro-indutivista e atórica, a qual defende a observação e experimentação “neutra” (aspas do autor) sem considerar as idéias pessoais dos cientistas. Tal compreensão vincula o trabalho experimental ao método científico e essa vinculação favorece uma concepção rígida, algorítmica e infalível da ciência. E essa exatidão que o método científico propicia, tende a ignorar problemas e dificuldades encontrados, superados ou não, na evolução do conhecimento científico conduzindo a uma concepção aproblemática e ahistórica da ciência. Em resumo, visões simplistas e incorretas dos professores acerca da relação ciência-tecnologia possibilitam a construção e transmissão de concepções não adequadas da ciência e da tecnologia, no ensino de Ciências.

Entendemos que para uma efetiva implementação de uma abordagem CTS, o tratamento das concepções docentes acerca da ciência, da tecnologia e da sociedade, bem como das inter-relações CTS, constituem o cerne do processo de implementação, haja vista que o professor precisa ter clareza do significado que cada componente tem nessa proposta de ensino. Dessa forma, no caso de uma proposta de ensino com orientação CTS, essas reflexões epistemológicas deveriam tratar desses aspectos e questionar concepções docentes que poderiam se constituir como obstáculo para a implementação da orientação CTS nas práticas pedagógicas (MARTINS, 2003). Assim, para a implementação da abordagem CTS

nas aulas de química, algumas considerações sobre as concepções dos professores tornaram-se essenciais.

Segundo Solomon (1988, *apud* SANTOS e SCHNETZLER, 1997), nessa perspectiva de ensino, é desejável que a ciência seja concebida como produção humana com caráter provisório e incerto. Se o professor promover uma concepção de ciência acabada e verdadeira, dificultará ao aluno a aceitação de diferentes alternativas de aplicação da ciência na resolução dos problemas sociais. A tecnologia deveria ser concebida como um processo de produção social, e os professores, poderiam apresentá-la como a “aplicação de diferentes formas de conhecimento no atendimento das necessidades sociais” (SOLOMON, 1988 *apud* SANTOS e SCHNETZLER, 1997, p. 61). Assim, os alunos poderão reconhecer os níveis de interação entre a sociedade e os produtos tecnológicos gerados. Finalmente com relação ao componente sociedade, a autora sugere que a mesma seja apresentada como uma organização social de tal forma que leve o aluno a compreender o poder de influência dos cidadãos nessa organização.

As concepções de ciência, tecnologia e sociedade sob esta ótica, poderão possibilitar ao professor promover em suas aulas a compreensão das inter-relações entre essas três instâncias. Nessa perspectiva, entendemos que concepções docentes sobre ciência, tecnologia e sociedade que não sejam de alguma forma compatíveis com aquelas apresentadas por Solomon (1988, *apud* SANTOS e SCHNETZLER, 1997) podem se constituir como obstáculos à implementação da abordagem CTS no ensino de Química.

3.3 Concepções e práticas pedagógicas dos professores na implementação da abordagem CTS

A implementação da abordagem CTS no ensino de Ciências, e em particular, no ensino de Química, sugere uma reflexão sobre possíveis mudanças das concepções, das crenças, dos valores e das práticas pedagógicas do professorado.

A pesquisa educacional tem mostrado que os professores não seguem na maioria das vezes, as orientações externas que visam às inovações educacionais

em suas práticas pedagógicas, isso porque, segundo Maldaner (2000), primeiro esses professores não as conhecem e segundo, essas inovações não fazem parte de suas crenças.

Na busca pela melhoria do ensino de Ciências muitas das estratégias desenvolvidas com esse propósito voltam-se para a formação de professores dessa disciplina com o objetivo de apresentar novas propostas metodológicas de ensino na tentativa de romper com práticas pedagógicas inadequadas. A grande questão é: como desencadear processos de mudanças na prática pedagógica se o modelo de ensino vivenciado por um professor tem certa coerência e fundamenta-se nas *pré-concepções docentes*, que muitas vezes têm grande relevância na atividade do professor? (GIL-PÉREZ, 2001).

Nesse sentido, Carvalho e Gil-Peréz (1993, p. 66) concebem a “formação do professor como uma *mudança didática* que deve questionar as concepções docentes do senso comum”. Para esses autores, alguns comportamentos docentes, podem constituir obstáculos para a implementação de uma prática inovadora no ensino de Ciências, como é o caso da abordagem CTS. Nessa perspectiva, segundo Gatti (2003), se a intenção é a de promover mudanças efetivas na prática pedagógica:

É preciso ver os professores não como seres abstratos, ou essencialmente intelectuais, mas, como seres essencialmente sociais, com suas identidades pessoais e profissionais, imersos numa vida grupal na qual compartilham uma cultura, derivando seus conhecimentos, valores e atitudes dessas relações, com base nas representações constituídas nesse processo que é, ao mesmo tempo, social e intersubjetivo (p. 6).

Dessa forma, percebemos que para possibilitar mudanças nas concepções e nas práticas pedagógicas dos professores, além de promovermos o entrosamento dos professores com novas abordagens para o ensino, devemos considerar algumas condições favoráveis à mudança, isso por que os professores incorporam ou não os novos conhecimentos em função de complexos processos cognitivos, sócio-afetivos e culturais (GATTI, 2003).

Atualmente, compreendemos que os professores têm concepções, atitudes e comportamentos relativos tanto ao processo ensino-aprendizagem, quanto à aprendizagem de ciências, oriundos de sua formação inicial e da experiência acumulada durante anos, e que essas concepções exercem uma grande influência em suas práticas pedagógicas, muitas vezes vivenciadas de forma não reflexiva. Entretanto, a intenção de mediar novos significados para as práticas dos professores de química envolvidos na pesquisa, a partir de abordagens alternativas para o ensino dessa disciplina, por exemplo, a abordagem CTS, baseia-se no fato de que “apesar de toda formação anterior dos professores, tanto a ‘formação intencional’ (*formação institucional*), quanto a ‘ambiental’ (*formação na experiência*), há sempre uma faixa de potencialidade para novas crenças, novos conceitos e novas práticas” (MALDANER, 2000, p. 66) (grifos nossos).

Um trabalho realizado por Vieira e Martins (2004, *apud* FONTES e CARDOSO, 2006) orientado para a formação dos professores na perspectiva CTS, mostrou que as concepções docentes prévias sobre ciência, sobre tecnologia e sobre sociedade foram reconstruídas após a formação. E nesta mesma direção, Fontes e Cardoso (2006) trabalharam em um processo de formação de professores de acordo com a abordagem CTS, com os objetivos de proporcionar aos professores uma análise crítica da contextualização da ciência nas Metaciências. E assim contribuir para o desenvolvimento da cultura científica desses professores para que pudessem introduzir a abordagem CTS em suas aulas. Seus resultados mostraram que os “professores com maior cultura científica estão mais aptos para proporcionarem aprendizagens científicas mais eficazes aos seus alunos, [...]” (FONTES e CARDOSO, 2006, p. 28).

Nesse sentido, consideramos segundo Gatti (2003) que:

[...] formas interativas que propiciam convivências e interações com novos conteúdos culturais, com pessoas de outros ambientes e com idéias e níveis de informações diversificadas, constituídas com o objetivo de entrosar elementos do contexto existente com novas experiências, parecem ser o caminho mais propício à criação de condições de integração de novos conhecimentos de modo significativo e de mudança ou criação de novas práticas (p. 9).

Assim, consideramos pertinente investigarmos: como professores de química compreendem a ciência, a tecnologia, a sociedade e as inter-relações CTS; como esses professores implementaram uma abordagem CTS em suas aulas; e que relações essas concepções guardam com aspectos da prática pedagógica desses professores e que podem se constituir como obstáculos para uma efetiva implementação, uma vez que, esse tipo de abordagem requer uma modificação no perfil tradicional da ação pedagógica. E a necessidade de investigarmos as questões colocadas, definiu os procedimentos metodológicos desta pesquisa. Por exemplo, a proposição de encontros com os professores para a reflexão sobre concepções CTS e prática pedagógica, e a elaboração de um planejamento prévio na perspectiva CTS para a intervenção didática, parte do pressuposto considerado acima de que é possível preparar o professor para a vivência de uma nova experiência pedagógica em sua sala de aula.

CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA

As questões dessa investigação referiram-se à forma como professores de química compreendem ciência, tecnologia, sociedade e as inter-relações CTS e como implementaram uma abordagem CTS em suas salas de aula, buscando a identificação de aspectos da prática pedagógica desses professores que se constituíram como obstáculos para uma efetiva implementação dessa perspectiva de ensino. O interesse por desvendar tais obstáculos deve-se ao reconhecimento de que o professor, utilizando esse tipo de abordagem na sala de aula, poderia promover um maior interesse e envolvimento por parte dos alunos nas aulas de química e uma maior coerência epistemológica ao situar a construção dos conhecimentos químicos nos contextos tecnológico e social (ACEVEDO, 1996b).

Com esse propósito, desenvolvemos uma pesquisa com abordagem qualitativa, caracterizada como “uma tentativa de se explicar em profundidade o significado e características do resultado das informações obtidas [...]” (OLIVEIRA, 2003, p. 57), e fundamentada na concepção fenomenológica, a qual postula que é adentrando no “universo conceitual dos sujeitos” que se pode entender o sentido que esses sujeitos dão aos eventos e às interações sociais ocorridas no seu dia-a-dia (ANDRÉ, 1995, p. 18). Nessa perspectiva, realizamos um estudo de caráter etnográfico, não em todas suas características, mas em algumas, tais como: a pesquisa envolveu um trabalho de campo; os dados foram mediados pela pesquisadora; e a pesquisadora fez uso de uma grande quantidade de dados descritivos (situações, ambientes, diálogos) que foram reconstruídos em forma de transcrições literais. Dessa forma, esse estudo de caráter etnográfico teve como foco de interesse, dentre outros, descrever aspectos da prática dos professores envolvidos no contexto da implementação de uma abordagem CTS em suas salas de aulas. Nessa perspectiva, houve uma interação entre o pesquisador e os sujeitos da pesquisa a partir da observação na sala de aula.

Nesse sentido, consideramos que quanto mais inseridos estivéssemos no meio que constitui o objeto de estudo, teríamos mais oportunidades de dispor de dados relevantes. De um modo mais geral, a pesquisa etnográfica propõe a descrição da cultura, envolvendo práticas, hábitos, crenças, valores, linguagens e

significados, de um grupo social (ANDRÉ, 2005). Entretanto, numa perspectiva voltada para educação, André (2005) menciona que o que se tem feito é um estudo do tipo etnográfico, é uma adaptação da etnografia à educação, uma vez que certos requisitos, como, por exemplo, uma longa permanência do pesquisador no campo e o uso de amplas categorias sociais de análise de dados, não sejam, nem necessitem ser cumpridos pelos pesquisadores. Dessa forma, a nossa metodologia privilegiou aspectos tais como: identificação e caracterização dos sujeitos envolvidos, a participação ativa desses sujeitos no processo de planejamento de etapas a serem cumpridas e a observação dos sujeitos no contexto da sala de aula.

4.1 Sujeitos da pesquisa

Considerando o nosso objeto de estudo – concepções CTS de professores de Química e aspectos da prática pedagógica desses professores na implementação de uma abordagem CTS em suas salas de aulas – e a natureza metodológica da pesquisa, na delimitação do universo a ser pesquisado optamos por três professores de Química levando em conta critérios como, reconhecido compromisso com a docência e que atuam em salas de aula de escolas públicas da região metropolitana do Recife.

No quadro 3 estão apresentados os perfis dos professores envolvidos na investigação.

Quadro 3 - Perfis dos professores de Química

| Professores | Formação Inicial | Tempo de exercício no magistério | Pós-Graduação | Formação Continuada |
|--------------------|---|---|------------------------------------|---|
| Professora A | Química industrial e Licenciatura em Química. | 20 anos | Especialista em Ensino de Química. | Participação em diversos cursos. |
| Professor B | Licenciatura em Química | 7anos | Especialista em Ensino de Química. | Experiência em um curso de formação continuada |
| Professora C | Licenciatura Plena em Ciências – habilitação em Química | 17 anos | Especialista em Ensino de Química. | Participação em vários cursos de formação continuada. |

A professora A tem formação acadêmica nos cursos de Química Industrial e Licenciatura em Química e vinte anos de magistério; o professor B cursou Licenciatura em Química e tem sete anos de experiência em sala de aula; e a professora C, cursou Licenciatura Plena em Ciências com habilitação em Química e tem dezessete anos de prática docente. Com relação aos processos de desenvolvimento profissional, as professoras A e C são atualmente professoras de escolas públicas com participação em diversos processos de formação continuada. O professor B leciona em escolas pública e particular, e no período da investigação, participava pela primeira vez de um processo de formação continuada. Dessa forma, a pesquisa envolveu três experientes professores de Química que lecionam nas séries do ensino médio e que estavam cursando especialização em Ensino de Química. Assim, optamos por professores em exercício e que já dispusessem de alguns anos de experiência em sala de aula, com concepções e práticas construídas ao longo desses anos.

4.2 Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos metodológicos dessa investigação se constituíram em três momentos. No primeiro momento, os professores foram entrevistados. Optamos por esta técnica com a intenção de, ao captar ao máximo a fala do professor, identificar os “sistemas de valores, de representações e os símbolos próprios” de sua cultura (CUNHA, 2003, p. 54). No dia em que foi realizada a entrevista os professores estavam em aula no curso de especialização. Durante o intervalo da aula a pesquisadora convidou cada professor individualmente para ser entrevistado. Os professores não tiveram conhecimento prévio do conteúdo da entrevista.

Os dados coletados nas entrevistas serviram para identificar as concepções dos professores sobre ciência, tecnologia e sociedade, e inter-relações CTS. As respostas dos professores foram expressas quando feitas questões do tipo (Apêndice A): O que você pensa sobre ciência? Como você definiria tecnologia? Você poderia apontar algumas relações entre a ciência e a sociedade? A tecnologia interfere na vida das pessoas de uma sociedade? Em sua opinião, sob quais condições a sociedade teria o poder de tomada de decisão acerca dos avanços científicos e tecnológicos?

As entrevistas gravadas em áudio tiveram duração de aproximadamente 30 a 40 minutos. As gravações foram completamente transcritas e analisadas. A análise das entrevistas tomou por base a perspectiva de discurso proposta por Bakhtin (1992). Bakhtin propõe em seus trabalhos a utilização de uma unidade de análise, a enunciação, e a denomina como o produto do ato de fala. Dessa forma, a enunciação “é determinada da maneira mais imediata pelos participantes da fala, explícitos ou implícitos, em ligação com uma situação bem precisa; a situação dá forma a enunciação [...]” (BAKHTIN, 1992 *apud* MACHADO, 1999, p. 57).

Segundo Bakhtin (1992), toda enunciação é construída como uma resposta a algo. Assim, o enunciado é “um elo real na cadeia da comunicação verbal, no interior de uma dada esfera da realidade humana ou da vida cotidiana” (BAKHTIN, 1992, *apud* AMARAL e MORTIMER, 2002, p. 36). E de acordo com Bolzan (2002), para Bakhtin (1992) a fala, as condições de comunicação e as estruturas sociais estão indissolúvelmente ligadas e nesse sentido a palavra está carregada de um conteúdo e um sentido ideológico ou vivencial, sendo um fenômeno essencialmente ideológico. Assim em nossa análise, consideramos que “todo enunciado é um diálogo que faz parte de um processo de comunicação contínuo. Não há enunciado isolado, todo enunciado é parte de um conjunto, podendo ser compreendido no interior desse conjunto” (BOLZAN, 2002, p. 49). Nessa perspectiva, a análise das falas dos professores captadas nas entrevistas individuais implicou inicialmente nos registros das interações verbais retirados das transcrições.

Nesse sentido, no enunciado são estabelecidas diferenças de valores haja vista que a mesma palavra pode significar coisas diferentes refletindo a visão de mundo e os conceitos dos sujeitos envolvidos (AMARAL e MORTIMER, 2002). Na discussão sobre as concepções dos professores foram levados em conta tanto os aspectos teóricos que caracterizam a ciência, a tecnologia, a sociedade e suas inter-relações, como as idéias consideradas adequadas ou não adequadas para a abordagem CTS em sala de aula, propostas na literatura.

No segundo momento da investigação, os professores envolvidos na pesquisa participaram de dois encontros com a pesquisadora. Esses encontros tiveram como objetivo geral promover uma maior familiaridade dos professores com

os aspectos que caracterizam a abordagem CTS como alternativa metodológica para o ensino da Química. Como objetivos específicos, buscamos promover um processo de discussão e reflexão com os professores sobre aspectos centrais da ciência, tecnologia, sociedade, propostos pela perspectiva de ensino CTS, e subsidiar a elaboração, pelos professores, de uma intervenção didática com orientação CTS.

Os encontros com os professores ocorreram no auditório de uma escola da rede pública estadual localizada no centro da cidade do Recife onde a pesquisadora atua como professora há cinco anos. O registro do trabalho realizado nos encontros com os professores foi feito através da filmagem das atividades vivenciadas.

As ações previstas para os encontros com os professores (ver apêndice B) foram planejadas a partir das considerações de Gil-Perez (2001) acerca dos cursos de formação continuada de professores. Nessa perspectiva, os encontros docentes foram planejados para questionar e discutir concepções não adequadas de CTS identificadas nas entrevistas individuais e subsidiar a vivência desses professores em propostas inovadoras de ensino, aqui, a abordagem CTS, em suas aulas de química.

Inicialmente a proposta para a realização dos encontros com os professores era de dois dias com duração de quatro horas cada, num total de oito horas de discussões, questionamentos e reflexões. Para a análise das falas dos professores durante os encontros, a transcrição foi parcial com foco nos momentos pertinentes aos objetivos dessa pesquisa. Esses momentos de discussão estão apresentados em blocos que correspondem à transcrição completa dos trechos escolhidos apresentada em turnos.

De forma resumida, as atividades dos encontros com os professores podem ser descritas como segue. O primeiro encontro tinha o objetivo de promover um processo de discussão e reflexão com os professores sobre aspectos da ciência, tecnologia, sociedade, propostos pela perspectiva de ensino CTS, e se constituiu de três momentos. No primeiro momento, a pesquisadora expôs aos professores a importância desses encontros como uma etapa fundamental para alcançar os

objetivos propostos nessa pesquisa. Em seguida, explicitou o objetivo geral dos encontros com os professores e apresentou o objetivo específico do primeiro encontro. No segundo momento, foi proposta aos professores uma leitura dinâmica de um texto (anexo A) que tratava da relação entre a ciência e a tecnologia. Após a leitura, questões relativas ao texto foram apresentadas e as respostas dos professores para essas questões constituíram uma discussão inicial. No terceiro momento, os professores foram solicitados a se posicionar individualmente quanto às percepções de ciência, tecnologia e sociedade apresentadas em citações extraídas da literatura. Em seguida, as expressões dos professores sobre as referidas citações foram socializadas com o grande grupo, constituindo-se assim, uma nova discussão. No final do primeiro encontro, cada professor recebeu o texto (apêndice F) que seria trabalhado no encontro posterior.

O segundo encontro com os professores teve como objetivo subsidiar a elaboração, pelos mesmos, de uma intervenção didática de uma abordagem CTS, e se constituiu de dois momentos. No primeiro momento a pesquisadora apresentou aos professores o objetivo do respectivo encontro. No segundo momento, foram apresentados aos professores os fundamentos teóricos e metodológicos da abordagem CTS a partir da leitura no grupo de um texto (Apêndice F). O texto foi estruturado num formato de questões e respostas para serem discutidas coletivamente. Dessa forma, os professores alternadamente faziam a leitura de cada questão com sua respectiva resposta apresentada no texto e em seguida faziam suas colocações.

Entretanto, no final do segundo dia de encontro, os professores participantes optaram por fazer um planejamento único elaborado pelo grupo, e assim decidiram por um terceiro dia de encontro no qual a pesquisadora assumiu o papel de relatora do planejamento. Neste terceiro dia de encontro, dos três professores sujeitos da pesquisa, apenas dois participaram da elaboração da intervenção didática com abordagem CTS para ser vivenciada em suas aulas. Em um tempo de duas horas as duas professoras definiram o tema central, os objetivos gerais, as atividades que seriam desenvolvidas, e os recursos didáticos (Apêndice G).

O terceiro momento desta pesquisa corresponde à realização da intervenção didática com abordagem CTS elaborada pelas professoras e que foi aplicada em suas salas de aula. Por questões de tempo e de disponibilidade, dos três professores envolvidos na investigação, apenas dois foram acompanhados em sala de aula, os professores A e B. Esses são representativos para a nossa análise considerando que um tem maior experiência na sala de aula e uma maior participação em cursos de formação continuada (incluindo curso de especialização), e o outro tem menor tempo de experiência em sala de aula e participação em apenas um curso de especialização. Dessa forma, os perfis dos professores se constituíram como mais um dado considerado no processo de análise deste trabalho.

Todas as aulas durante a intervenção foram observadas procurando-se registrar na íntegra as ações e interações do professor e alunos. Para a coleta de dados, optamos por uma observação não participante, uma vez que tivemos contato com a realidade estudada sem nos integramos a ela. Dessa forma, no acompanhamento dos professores A e B na sala de aula, a pesquisadora fez o papel de espectadora ainda que tenha havido uma participação da pesquisadora nas etapas que antecederam a intervenção. Durante as aulas observadas a pesquisadora se posicionou num local discreto e neutro da sala de aula de forma que não chamasse a atenção dos alunos no decorrer da aula.

Os registros da ação dos professores em sala de aula foram realizados através de anotações em cadernos de notas e de gravação em áudio e vídeo da intervenção pedagógica em situação natural, ou seja, nas turmas com as quais esses professores trabalham.

4.3 Análise de dados

Nessa etapa da pesquisa, o tratamento dos dados coletados neste trabalho foi qualitativo e direcionado aos seguintes pontos:

- Análise das concepções dos professores: concepções de ciência, tecnologia, sociedade e de suas inter-relações identificadas nas falas dos professores

durante as entrevistas individuais (apêndice A); e concepções sobre ciência, tecnologia, sociedade, e de suas inter-relações, identificadas nas falas dos professores durante o primeiro encontro. Alguns aspectos considerados para discussão acerca das concepções dos professores identificadas tanto nas entrevistas como nos encontros foram: a historicidade da ciência e a ciência como empreendimento humano (KNELLER, 1980; FREIRE-MAIA, 2000); a tecnologia como produção cultural (FOUREZ, 1995); as características da sociedade (CHINOY, 1967; GIDDENS, 2004); e as inter-relações CTS (KNELLER, 1980; FOUREZ, 1995; SOLOMON, 1988, *apud* SANTOS e SCHNETZLER, 1997; VALDÉS *et al*, 2002; MARTINS, 2002; CACHAPUZ *et al*, 2005).

- Análise de aspectos da prática pedagógica dos professores de química na implementação de uma intervenção pedagógica com abordagem CTS. Os dados considerados para análise foram coletados através de vídeo-gravação, transcrição e notas de campo.

A análise de aspectos da prática pedagógica dos professores tomou por base a estrutura analítica da atividade discursiva nas salas de aula de ciências proposta por Mortimer e Scott (2002), uma vez que a referida estrutura tem como objetivo caracterizar as formas como professores e alunos interagem no processo de construção de significados pelo uso da linguagem e outros modos de comunicação (AMARAL e MORTIMER, 2006). Tal estrutura também toma por base a concepção de discurso proposta por Bakhtin e aborda cinco aspectos específicos (quadro 4) organizados em foco de ensino, abordagem e ações, que relacionados entre si, focalizam a prática pedagógica do professor.

Quadro 4 - Aspectos da estrutura de análise (Mortimer e Scott, 2002)

| Aspectos de análise | |
|---------------------|--|
| Focos de ensino | 1- intenções do professor 2- conteúdo |
| Abordagem | 3- abordagem comunicativa |

| | |
|-------|--|
| Ações | 4- padrões de interação 5- intervenção do professor |
|-------|--|

Fonte: Amaral e Mortimer, 2006, p. 245.

Com base nos objetivos propostos nesta pesquisa, a nossa análise contemplou as intenções, as formas de abordagem comunicativa e as formas de intervenção apresentadas durante a implementação de uma abordagem CTS pelos professores. Na utilização da referida ferramenta analítica tivemos como objetivo identificar aspectos da prática pedagógica dos professores de química que poderiam se constituir como obstáculos na implementação de uma abordagem CTS em suas salas de aula.

Nesse sentido, analisamos as intenções dos professores, ou seja, os objetivos propostos pelos professores de química na articulação dos conceitos químicos aos contextos tecnológico e social.

Quanto à abordagem comunicativa, considerada por Mortimer e Scott (2002), como aspecto central na estrutura analítica, analisamos as formas de comunicação instituídas no contexto das aulas durante a implementação da abordagem CTS. Mortimer e Scott (2002) consideram o discurso produzido na sala de aula sob duas dimensões, a dimensão dialógica/de autoridade e a dimensão interativa/não-interativa das quais propõem quatro tipos de abordagens comunicativas que caracterizam a comunicação entre professor e alunos (quadro 5).

Quadro 5 - Quatro classes de abordagem comunicativa

| | Interativa | Não-interativa |
|---------------|--------------------------|------------------------------|
| Dialógica | Interativa /dialógica | Não-interativa/dialógica |
| De autoridade | Interativa/de autoridade | Não-interativa/de autoridade |

Fonte: Adaptado de Amaral e Mortimer, 2006, p.250.

Para Mortimer e Scott (2002), cada uma dessas quatro classes está relacionada à forma como o professor conduz o discurso na aula. Nesse sentido, na abordagem Interativa/dialógica, professores e alunos participam do processo comunicativo no qual diferentes pontos de vista são considerados. Segundo Amaral

e Mortimer (2006), a característica principal do discurso dialógico é colocar idéias diferentes em contato, explorar e trabalhar tais idéias. Dessa forma, entendemos o discurso dialógico como aberto a diversas perspectivas e por meio dele o professor considera os pontos de vistas dos alunos e os científicos em busca de construir junto aos alunos significados para as idéias em contextos diversos. Na abordagem Interativa/de autoridade, a comunicação envolve a participação de professor e alunos, porém contempla unicamente o ponto de vista científico. Na abordagem Não-interativa/dialógica, o professor está envolvido na ação comunicativa contemplando tanto os pontos de vista dos alunos como o ponto de vista científico. E na abordagem Não-interativa/ de autoridade, o professor é o único sujeito da ação comunicativa e aborda apenas o ponto de vista científico (AMARAL e MORTIMER, 2006).

Quanto às intervenções do professor, analisamos as formas de intervenção pedagógica que constituíram as ações dos professores durante a implementação de uma abordagem CTS em suas aulas de química. Nesse sentido, para a discussão consideramos, entre outras, as formas apresentadas por Mortimer e Scott (2002): dando forma aos significados, selecionando significados, marcando significados-chaves, compartilhando significados, checando o entendimento do aluno, e revendo significados.

Na investigação de aspectos da prática pedagógica dos professores por meio da estrutura analítica de Mortimer e Scott (2002), consideramos o discurso produzido para caracterizar as formas como esses professores desenvolveram uma abordagem CTS na sala de aula. Dessa forma, os dados foram tratados como elementos que constituíram o processo discursivo nas salas de aula desses professores.

Para a organização e apresentação dos dados, tomamos por base estratégias sugeridas pela etnografia interacional, a qual considera “a linguagem como construção sócio-cultural de cada grupo social e propõe uma abordagem combinada do discurso e da etnografia para a investigação do processo de ensino-aprendizagem” (GEE; GREEN, 1998 *apud* AMARAL e MORTIMER, 2006, p. 255).

A investigação dos aspectos da prática pedagógica dos professores de química na implementação de uma abordagem CTS foi realizada a partir da análise da dinâmica discursiva produzida nas salas de aula desses professores. Fundamentado nas idéias de Amaral e Mortimer (2006), o nosso procedimento metodológico para análise da dinâmica discursiva consistiu na elaboração de mapas de atividades para: contextualização das aulas analisadas; escolha dos episódios representativos no desenvolvimento das aulas; transcrição dos episódios organizados em turnos de fala; análise dos episódios transcritos, elaboração de mapas de síntese dos episódios; e elaboração de mapas de síntese das aulas. Os mapas de atividades constaram dos seguintes itens: tempo, atividade desenvolvida, principais temas, ações dos participantes e comentários.

Assim, de um modo geral, o procedimento metodológico para a organização dos dados consistiu da elaboração de mapas de atividades que representavam o contexto da perspectiva de ensino CTS com os objetivos de: contextualizar os enunciados produzidos na sala de aula, uma vez que esses enunciados estavam inseridos numa cadeia de comunicação e não eram indiferentes ou auto-suficientes (BAKHTIN, 1992, *apud* AMARAL e MORTIMER, 2006); e orientar a escolha de episódios relevantes para a análise desses enunciados. Neste contexto, os episódios escolhidos constituíram uma cadeia de eventos desenvolvidos na aula e foram considerados como “um conjunto de enunciados que cria um contexto [...]” (AMARAL e MORTIMER, 2006, p. 257).

Os episódios selecionados e analisados foram transcritos e as transcrições, organizadas em turnos, seguiram algumas convenções propostas por Marcuschi (2000, *apud* AMARAL e MORTIMER, 2006), tais como:

- (+) – representação de pausas.
- () – representação de dúvidas no trecho transcrito.
- (()) – representação dos comentários do analista.
- / - representação de truncamentos bruscos de fala.
- ... – representação de hesitação ou fala não concluída.
- (...) – representação de omissão de trechos da transcrição.

CAPÍTULO 5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos nessa investigação estão apresentados em duas etapas. Inicialmente analisamos as concepções dos professores identificadas nas entrevistas individuais, e a partir dos resultados dessa análise, os aspectos da ciência, tecnologia e sociedade foram considerados para discussão no primeiro encontro com os professores. Na segunda etapa da análise, discutimos a forma como os professores implementaram uma abordagem CTS em suas aulas de química e aspectos da prática pedagógica desses professores durante a implementação.

5.1 Análise das concepções dos professores

Consideramos que a implementação de uma abordagem CTS, sugere como etapa preliminar, o tratamento das concepções dos professores acerca da ciência, da tecnologia, da sociedade e das inter-relações CTS, uma vez que, tais concepções podem influenciar a prática pedagógica desses professores. Nesse sentido, a análise das concepções dos professores envolvidos na pesquisa justifica-se por considerarmos, de acordo com Martins (2002), que concepções docentes se constituem como um dos obstáculos para a implementação desse tipo de abordagem na sala de aula.

5.1.1 Análise das concepções dos professores identificadas nas entrevistas

As concepções dos professores identificadas nas entrevistas foram organizadas em blocos individuais nos quais estão transcritos alguns trechos das respostas desses professores. Após a apresentação de cada bloco, foi delineado um perfil para o professor a partir da análise de suas respostas.

É importante mencionarmos que para a análise das respostas dos professores, consideramos idéias de Bakhtin (1992) conforme descrito no capítulo da metodologia. A análise do discurso produzido pelos professores nas entrevistas, nos encontros e na sala de aula levou em consideração as enunciações feitas pelos mesmos. Dessa forma, o discurso produzido ao longo da entrevista muitas vezes, se

constituiu numa cadeia de idéias e noções que se superpõem ou se complementam. Essas idéias foram consideradas quando da análise da transcrição.

Concepções da professora A

Concepção de Ciência

[...] a gente tem que ver que a ciência não é isolada não é? Então a ciência seria um conjunto de conhecimentos, não é isso? Onde o indivíduo estaria interagindo de forma não estagnada nem estanke com o mundo.

Concepção de Tecnologia

A tecnologia seria assim... Vamos supor, à medida que a ciência vai se superando a tecnologia vai se inovando. É porque realmente em termos de conceituar, dizer o que é tecnologia, eu acho, eu não tenho muito assim, essa questão de dizer com palavras, eu acho que a tecnologia é a busca da inovação [...]

Concepção de Sociedade

Se a gente for pela etimologia da palavra, sociedade, sociedade a gente reúne o que? um grupo de pessoas, pode ser, está ligado com a humanidade, com o social, o que envolve um todo, um conjunto. Vamos supor, quando a gente diz assim, ah, preparar o indivíduo para ser um cidadão, para ser um ser social, a sociedade para você participar dela você tem que interagir, você tem que ser ativo, participativo, e para que você possa participar desse social você também vai ter que se desenvolver, não é?

Concepções sobre as inter-relações entre Ciência-Tecnologia

Se eu quero fabricar um foguete, eu preciso de uma tecnologia para desenvolver esse foguete. [...] vou me basear em que? No desenvolvimento da ciência.

Concepções sobre as inter-relações entre Ciência-Sociedade

Eu acho que a ciência está presente na sociedade, agora a sociedade não consegue ver que ali está inserida a ciência.

Se eu tiver numa sociedade indígena, será que a ciência vai influir dentro dessa sociedade? [...] você só ver que a ciência vai interferir a partir da hora que você vê o significado. Qual o significado da ciência para o índio?

Eu acho que um dos fatores que a gente vê que pesa muito é a questão econômica.

[...] infelizmente hoje em dia, só consegue desenvolver uma pesquisa científica quando se tem um interesse por trás [...].

Concepções sobre as inter-relações entre Sociedade-Tecnologia

Hoje em dia tudo precisa de tecnologia. Então vamos supor: eu gosto muito de falar com meus alunos a questão da alimentação. O desenvolvimento tecnológico vive mudando o hábito alimentar da gente. Eu acho que são as necessidades de uma sociedade que fazem com que se busquem novas tecnologias.

Em nossa análise, observamos que a professora A parece compreender a ciência como um conjunto de conhecimentos que não se constituem de forma isolada nem estagnada e, que esse conjunto de conhecimentos proporciona a interação dinâmica do indivíduo com o mundo. Diante dessa resposta, percebemos de certa forma, a concepção da professora acerca da construção da ciência se aproximar mais da perspectiva humana apresentada por Solomon (1988, *apud*

SANTOS e SCHNETZLER, 1997). Assim, a ciência é compreendida pela professora como uma produção humana que possibilita a leitura do mundo pelo homem e para o homem. Não identificamos nas respostas da professora A, elementos que caracterizam a natureza histórica da ciência (KNELLER, 1980). Entendemos que a compreensão pela professora, de uma ciência intrinsecamente histórica, permitiria uma concepção de ciência que, como um corpo de conhecimentos, muda no tempo em função da busca de respostas às expectativas humanas. É a partir desse entendimento que advém a compreensão do caráter social da ciência. Consideramos esse aspecto essencial para uma prática pedagógica numa perspectiva CTS, uma vez que, de acordo com Santos e Schnetzler (1997), a ciência nessa perspectiva de ensino deve ser compreendida como uma busca de conhecimentos que atendam as necessidades de uma sociedade. E essa perspectiva social da ciência, segundo Freire-Maia (2000), evitaria uma possível aceitação da neutralidade científica.

Com relação à concepção de tecnologia, percebemos certa dificuldade da professora em expressar com palavras a sua idéia de tecnologia e, na tentativa de elaborar uma definição, expressou uma compreensão da tecnologia como a busca da inovação. Para a professora, a tecnologia busca inovar diversos materiais a partir dos conceitos científicos disponíveis. Tal entendimento parece considerar que o desenvolvimento de artefatos tecnológicos depende unicamente do desenvolvimento do conhecimento científico. E isto fica mais claro quando a professora se refere às inovações nos processos alimentares numa resposta posterior. Na análise da idéia de tecnologia revelada pela professora, observamos certa coerência tanto com a concepção apresentada por Kneller (1980), quando caracteriza a tecnologia como um empreendimento historicamente desenvolvido e que envolve a produção de artefatos para atender às perspectivas da sociedade, como com a concepção apresentada por Martins (2003), que confere uma estreita relação entre a tecnologia e a produção. Nesse sentido, a tecnologia para a professora tem uma profunda relação com as alterações que ocorrem no mundo.

Quanto à concepção de sociedade, a professora parece caracterizá-la como um grupo de pessoas que busca participação, identidade cultural e desenvolvimento dentro dessa sociedade. Tal compreensão parece expressar a idéia de sociedade

apresentada por Giddens (2004), se considerarmos que a busca mencionada pela professora se refere a uma cultura compartilhada. Na idéia da professora não aparece explicitamente o entendimento de que essa sociedade diante de suas expectativas, possa a partir da pressão pública, influenciar nos direcionamentos da pesquisa científica e tecnológica. Segundo Solomon (1988, *apud* SANTOS e SCHNETZLER, 1997), essa característica da sociedade constitui-se como um aspecto essencial numa perspectiva de ensino com abordagem CTS.

Quanto às percepções da professora acerca das inter-relações CTS, observamos que a professora coloca a ciência como determinante para a tecnologia. Este posicionamento expressa, dentre as relações discutidas por Martins (2003), a concepção de que a tecnologia é redutível à ciência, uma vez que a tecnologia tem seus princípios e conceitos dependentes dos princípios e conceitos científicos. Pudemos identificar também na resposta da professora, um dos pontos de vistas apresentados por Kneller (1980) sobre o modo como a ciência e a tecnologia se relacionaram no curso da história. Dessa forma, parece que para a professora A as inovações tecnológicas se fundamentaram em leis, teorias e dados estabelecidos pela ciência. Nessa direção, a professora parece não perceber que a tecnologia é historicamente independente da ciência quanto à produção de conhecimentos, e que as interações entre ambas estão associadas ao contexto histórico, haja vista que, nos dias atuais é muito difícil determinar fronteiras entre o desenvolvimento científico e o desenvolvimento tecnológico (FOUREZ, 1995).

Com relação à presença da ciência na sociedade, a professora parece expressar a idéia de que a ciência só exerce efeito sobre algumas sociedades. Segundo a professora, para a ciência influenciar numa sociedade é necessário que pessoas percebam que a ciência se faz presente. Parece-nos que quando a professora expressa que algumas sociedades, como a sociedade indígena, por exemplo, não sofrem influência da ciência, tem a idéia de que a ciência se constrói num ambiente intelectual constituído por visões de mundo (KNELLER, 1980). Talvez essa idéia de Kneller possibilite-nos compreender o que a professora tentou expressar quando questionou o significado da ciência para o índio.

Dentro da rede de enunciações da professora A acerca das inter-relações da ciência e da sociedade, o fator econômico foi o único apontado. Porém, a professora não expressou que a sociedade formada por cidadãos comuns poderia participar dos debates e decisões acerca do direcionamento da ciência e da tecnologia, e na ausência de expressão dessa possibilidade, a professora parece compreender a interação ciência-sociedade a partir do modelo de interação tecnocrata (HABERMAS, 1973, *apud* FOUREZ, 1995).

Quanto à forma de como a tecnologia está inserida na sociedade, percebemos que a professora parece compreender que a tecnologia está presente na vida das pessoas e que as inovações tecnológicas partem das necessidades que a sociedade apresenta. Essa percepção revela, segundo Kneller (1980), uma concepção otimista, por expressar a idéia da tecnologia como fonte de progresso social. Em nenhum momento foi identificada no discurso da professora A uma concepção pessimista – a qual percebe a tecnologia como um mal à humanidade - ou moderada – a qual percebe a relação risco-benefício do desenvolvimento tecnológico - na forma de conceber a relação tecnologia-sociedade.

No sentido de traçar um perfil para a professora A, consideramos que ela expressou uma concepção de ciência mais próxima da atividade humana, porém que precede, subsidia e fundamenta os avanços tecnológicos. Com relação à concepção de sociedade, a professora considera que a ciência não exerce influência em todos os tipos de sociedade, e que alguns grupos específicos têm o poder de decisão acerca das pesquisas científicas e tecnológicas. A concepção de tecnologia apresentada como busca da inovação que parte das necessidades de uma sociedade e promove mudanças nas condições de vida dessa sociedade, remete-nos a questões relativas ao pequeno percentual de cidadãos que têm acesso à tecnologia. Além disso, pode ser questionado de que setor da sociedade parte as necessidades que prioritariamente determinam o avanço tecnológico. Tais fatos não são enfatizados nas respostas da professora A, mas poderão ser discutidos em sala de aula.

Em resumo, a partir das concepções apresentadas pela professora A, os aspectos sobre a influência do cidadão comum no direcionamento do

desenvolvimento da ciência e da tecnologia e a abrangência social desse desenvolvimento, foram considerados nas discussões do primeiro encontro com os professores. Nesse sentido, pode ser evidenciado que a formação do aluno na perspectiva de cidadão lhe reveste de certo poder de transformação de seu contexto social.

Concepções do professor B

Concepção de Ciência

A ciência é na realidade um conjunto de informações que norteiam ou tentam exemplificar, caracterizar e responder as várias considerações do momento, do momento presente, que poderão ser as mesmas no futuro próximo ou não.

Concepção de Tecnologia

Bom, é um conjunto de instrumentos, que vai dar suporte para resolver determinado tipo de situação.

Concepção de Sociedade

Bom... Sociedade é na realidade um conjunto de seres, que representam leis, regras, é... Só o fato de estar em grupo, pelo menos para mim, já caracteriza uma sociedade.

Concepções sobre as inter-relações entre Ciência-Tecnologia

Eu acredito que as duas vivem de mãos juntas, mas acredito que a ciência concreta vem antes. À medida que as novas tecnologias chegam, o homem percebe que consegue resolver outros tipos de situações.

Concepções sobre as inter-relações entre Ciência-Sociedade

Muitas informações da ciência em termos da sua aplicabilidade nos remetem a uma considerável integração.

A gente pode verificar o uso dos conhecimentos científicos dentro da medicina, por exemplo, o caso da medicina nuclear.

É..., na realidade, a ciência virou comércio. [...] grupos determinam através de suas conveniências o que deve ser pesquisado, como pesquisar e de que forma aplicar.

Eu acredito que um outro passo desse desenvolvimento humano deveria ser o de informar, mas com qualidade.

Concepções sobre as inter-relações entre Sociedade – Tecnologia

Algum tempo atrás vivíamos sem celular. Hoje infelizmente não conseguimos viver sem o uso do celular.

Eu acredito que a sociedade precisa de certa forma da determinação de leis específicas, não é?

[...] essa tecnologia gera grupos que as utilizam, mas também grupos que são excluídos.

Tanto inclui para determinados grupos, como exclui para outros.

Parece que para o professor B, a ciência se apresenta como um conjunto de informações que busca responder às questões relevantes em cada momento da vida. Nesse sentido, entendemos que o professor parece considerar a perspectiva histórica para a construção dos conhecimentos científicos. Tal concepção expressa, de acordo com Kneller (1980), a natureza histórica da ciência, uma vez que esse conjunto de informações muda de acordo com diferentes momentos. Entretanto, não

percebemos na fala do professor, se as considerações do momento que a ciência tenta responder estão relacionadas às perspectivas sociais, ou seja, às necessidades de uma sociedade (FOUREZ, 1995). Aspecto esse importante, visto que, de acordo com Santos e Schnetzler (1997), a idéia de ciência como busca do conhecimento que leva em consideração questões sociais, se constitui como aspecto central para uma abordagem CTS em sala de aula.

Com relação à concepção de tecnologia, percebemos que o professor apresentou respostas sucintas que foram melhores desenvolvidas quando buscou explicar as interações pertinentes. A concepção de tecnologia revelada pelo professor parece está associada a uma dimensão técnica instrumental, ou seja, como algo essencialmente prático. Parece-nos que o professor revela, implicitamente, o aspecto social da tecnologia ao considerar que a tecnologia transforma o tipo de vida de um grupo social. Dessa forma, a concepção do professor B expressa uma idéia de tecnologia de caráter unicamente operacional, e não faz relação alguma da tecnologia com a produção de conhecimentos.

Para expressar a sua concepção de sociedade, o professor revela uma compreensão da sociedade como qualquer agrupamento de pessoas que se organiza em termos de leis e regras. Não observamos na resposta do professor a possibilidade de uma sociedade efetivamente mais participativa.

Quanto à forma como a ciência e a tecnologia interagem, o professor pareceu expressar uma compreensão de que a ciência e a tecnologia andam de mãos juntas, porém entende que a ciência pura precede a tecnologia. Tal como a professora A, a concepção do professor B expressa a idéia de que a tecnologia é redutível à ciência (MARTINS, 2003). A nosso ver, essa forma do professor compreender a relação ciência-tecnologia pode contribuir para difundir no ensino das disciplinas científicas uma concepção elitista e individualista da ciência (CACHAPUZ *et al*, 2005). Por outro lado, o professor expressou uma concepção de que o desenvolvimento tecnológico amplia os serviços da pesquisa científica.

Quanto à presença da ciência na sociedade, o professor apresentou uma concepção de que a ciência influencia na sociedade por meio da aplicação dos

conhecimentos científicos. Dessa forma, a concepção do professor B parece considerar a influência da ciência na sociedade como uma força de produção (KNELLER, 1980). Por outro lado, para o professor B, grupos externos à comunidade científica interferem nos rumos da ciência, como exemplo, os grupos que representam o interesse econômico. Observamos nas respostas do professor B que para uma efetiva participação da sociedade nos direcionamentos das pesquisas científicas, seria necessário, o acesso da sociedade à informação de qualidade, o que parece se referir ao processo educativo. Nesse sentido, entendemos que o professor B ressalta a importância da educação como meio de promover a participação social diante das tomadas de decisão relativas ao desenvolvimento científico e tecnológico.

Com relação à forma de interação entre a tecnologia e a sociedade, o professor expressa claramente que a tecnologia influencia a forma de vida das pessoas. No entanto, compreende que a sociedade só terá condições de participar da tomada de decisão acerca das questões tecnológicas se forem estabelecidas leis que possibilitem tal participação. Percebemos que o professor parece compreender tanto a necessidade de um modelo de interação decisionista (HABERMAS, 1973, *apud* FOUREZ, 1995) no âmbito da relação tecnologia-sociedade, como a impossibilidade da intervenção da sociedade nas tomadas de decisão devido à estrutura política do nosso país. Ainda no contexto das inter-relações entre a tecnologia e a sociedade, para o professor B, a tecnologia restrita a certas camadas sociais promove também um processo de exclusão social. Diante disso, percebemos que o professor compreende a relação tecnologia-sociedade considerando que a influência tecnológica tem duas faces: a inclusão e a exclusão social.

No sentido de traçar um perfil para o professor B, consideramos que ele apresentou uma concepção de ciência como uma busca de respostas às questões, porém não especifica se a perspectiva dessas questões é social. Reconhece que a ciência exerce influência sobre a sociedade através da aplicação dos conhecimentos científicos e que a ciência pura tem primazia sobre a tecnologia. A tecnologia, segundo o professor, tanto pode contribuir para ampliar o desenvolvimento científico como interfere na vida de alguns grupos sociais, não estando disponível de forma ampla para todos os cidadãos. A sociedade, compreendida como um grupo de

peças que sofre influência do desenvolvimento científico e tecnológico, não apresenta uma participação ampla e efetiva na tomada de decisão no contexto das questões científicas e tecnológicas.

Em resumo, o perfil do professor B apresentado apontou como possibilidades de discussão nos encontros com os professores a idéia de ciência como uma construção humana e como tal susceptível às influências da sociedade com relação a seus modos explicativos e às suas teorias.

Concepções da professora C

Concepção de Ciência

Ciência é um conjunto de conhecimentos que tem aplicabilidade prática. [...] condiz com a realidade do hoje, do agora, porque daqui a dez anos pode ser diferente. Que pode ser modificada mais tarde. [...] Nada tá pronto, nada tá acabado.

Concepção de Tecnologia

É a aplicação do conhecimento no fazer, não é? É o conhecimento da ciência no fazer, no aplicar, e que isso promova um bem comum.

Concepção de Sociedade

Sociedade é um povo que vive numa comunidade, sofrendo interferências de outras comunidades. Ninguém nunca está só, você nunca é só. [...] tem as comunidades científicas formadas pelos cientistas, as comunidades dos dentistas, os odontólogos, a comunidade dos professores, que já é outra coisa também, não é?

Concepções sobre as inter-relações entre Ciência-Tecnologia

Eu acho que uma não sobrevive sem a outra. Porque de onde vem a tecnologia? Vem da ciência, e quando não vem a tecnologia faz a ciência dela.

Num experimento, por exemplo, você tem a ciência e quer comprová-la. Aí você usa a tecnologia como meio.

Concepções sobre as inter-relações entre Ciência-Sociedade

[...], mas ela (a ciência) está junto da gente, porque se não tivesse, como teríamos remédios, cosméticos, tecidos [...]

Com certeza. Os fatores externos como o econômico, o social, influenciam a pesquisa científica.

Não, eu acho que a sociedade não deve interferir de jeito nenhum na pesquisa científica, pois nunca vai se chegar a um consenso.

Concepções sobre as inter-relações entre Tecnologia-Sociedade

[...] a televisão, o telefone, o nosso tipo de alimentação, pois estão aí os alimentos irradiados, os remédios, os cosméticos.

Com certeza, numa sociedade tecnológica, não é?

Antigamente, quando se tinha um dente com cárie só fazia arrancar esse dente, hoje (devido a tecnologia) o dente estragado pode ser refeito.

A professora C revelou uma concepção de ciência como um conjunto de conhecimentos inerentes ao contexto histórico em que são produzidos. Dessa forma, consideramos que a professora parece ter a compreensão da natureza histórica da

ciência. Tal compreensão está de acordo com Kneller (1980) quando afirma que a ciência é intrinsecamente histórica. Quando a professora diz que a ciência “*pode ser modificada mais tarde*”, expressa uma concepção não dogmática da ciência, ou seja, a ciência não se constitui por verdades eternas e certezas absolutas. Nesse aspecto, consideramos pertinente uma discussão de como a professora C concebe a evolução dos conhecimentos científicos ao longo da história, para que não seja difundida em sala de aula uma imagem de ciência como produto do acúmulo linear do conhecimento. A imagem de uma ciência linear e acumulativa corresponde a uma das visões não adequadas de ciência apresentadas por Cachapuz *et al* (2005). Essa concepção tanto pode impossibilitar uma postura crítica e ativa dos alunos sobre o processo de desenvolvimento científico na sociedade, uma vez que não seriam evidenciados possíveis falhas e re-direcionamentos em tal processo, como prejudicar a idéia de ciência como construção humana, e como tal, falível.

Outra análise que se faz necessária é sobre a compreensão da professora de uma ciência com aplicabilidade prática. Parece haver na expressão da professora uma confusão entre ciência e tecnologia. Tal concepção é citada por Valdés *et al* (2002) como freqüente no estudo das concepções dos professores sobre a relação ciência-tecnologia. Nessa direção, ao expressar que a ciência é um conjunto de conhecimentos com aplicabilidade prática, a professora, segundo Fourez (1995), talvez expresse uma concepção mais de tecnologia do que da ciência em si, uma vez que para esse autor, a ciência pode gerar aplicações, porém não as objetiva diretamente.

Quanto à concepção de tecnologia, a professora C parece expressar a idéia de tecnologia como aplicação dos conhecimentos científicos visando o bem comum. Apresenta idéias que associam o desenvolvimento tecnológico ao atendimento das necessidades sociais. Idéias essas condizentes com Santos e Schnetzler (1997), quando discutem a natureza da tecnologia numa perspectiva de ensino com abordagem CTS. A concepção de tecnologia da professora retrata a tecnologia como algo essencialmente prático. A professora parece compreender os artefatos tecnológicos como representação da tecnologia, uma vez que, com base nas idéias de Martins (2002), observamos que a mesma confere à tecnologia a utilidade associada ao valor desses artefatos. No entanto, a professora parece compreender

também que em situações específicas, a tecnologia pode gerar conhecimentos próprios quando expressa que a tecnologia “*produz sua própria ciência*”.

Quanto à sociedade, a professora revelou uma compreensão da sociedade como um todo, formado por grupos específicos que desempenham diferentes funções no contexto desse todo. Essa percepção sobre as divisões sociais, principalmente marcadas pelas atividades exercidas, parece dificultar uma visão mais ampla de sociedade formada por cidadãos comuns que podem exercer influências e tomar decisões em problemas sociais concretos.

Com relação às inter-relações CTS, a professora apresentou para a forma da interação entre a ciência e a tecnologia, uma compreensão de interdependência, expressando idéias de que a tecnologia vem da ciência e os instrumentos tecnológicos possibilitam os avanços da pesquisa científica. A compreensão da professora C acerca da relação entre a ciência e a tecnologia parece apontar para uma tecnologia redutível à ciência, haja vista que a tecnologia foi considerada pela professora como aplicação da ciência, sendo assim dependente do desenvolvimento científico.

Para a forma como a ciência e a sociedade interagem, a professora apontou idéias tais como: a ciência aplicada influencia na sociedade, concepção que, segundo Kneller (1980), caracteriza a influência da ciência na sociedade como força de produção; a ciência sofre influência de fatores externos, como o econômico e o social, porém não explicita quais os segmentos de tais fatores; e a sociedade formada por cidadãos comuns, não tem condições de interferir no rumo da pesquisa científica. Tal postura parece advir de uma visão otimista da ciência e expressa, segundo Habermas (1973, *apud* FOUREZ, 1995), uma concepção da interação ciência-sociedade mais tecnocrata, onde a ciência representada por seus especialistas tem o poder de tomar decisões. No entanto, percebemos que essa postura pode estar relacionada mais com questões políticas, focadas na dificuldade de construir tal participação considerando que para a professora C seria impossível (“*nunca*”) chegar a consensos, do que propriamente de uma tomada de decisão com relação a uma sociedade que passa ao largo da produção científica. A partir do posicionamento da professora C apontamos a importância da discussão com os

professores, nos encontros, sobre que tipo de participação se pretende construir com a formação cidadã a partir de uma abordagem CTS em sala de aula.

No que diz respeito à inter-relação tecnologia-sociedade, a professora percebe tal interação quando considera que a sociedade usufrui a tecnologia e que o consumo de produtos por esta sociedade estimula determinados avanços tecnológicos. Tal posicionamento nos leva a perceber que para a professora C, a participação da sociedade no desenvolvimento científico e tecnológico resume-se numa perspectiva mais pragmática e utilitária dos produtos gerados pela tecnologia.

No perfil da professora C observamos uma concepção otimista e até certo ponto ingênua da ciência, como um conjunto de conhecimentos que podem ser aplicados para a produção de melhores condições de vida para a sociedade. A professora revelou que a ciência e a tecnologia são interdependentes na produção do conhecimento. Expressou a idéia de que tanto a ciência como a tecnologia interfere na sociedade e que a sociedade, pela necessidade de consumo, estimula os avanços tecnológicos. Porém não concebe a possibilidade de participação social na tomada de decisão a respeito das questões das aplicações e implicações científicas e tecnológicas.

O perfil da professora C apontou possibilidades de discussão nos encontros com os professores, tais como: as possibilidades do desenvolvimento científico e tecnológico de inviabilizar a vida humana na Terra (degradação do meio ambiente, guerras, etc.); e a necessidade de que a sociedade, pensada de forma mais ampla (todos os seus segmentos), exerça um controle social à produção científica e tecnológica no sentido de garantir o respeito aos direitos mais essenciais do ser humano.

Em resumo, com base nos resultados da análise das concepções dos professores acerca da ciência, tecnologia, sociedade, e das inter-relações CTS reveladas nas entrevistas, consideramos que tais concepções abriram possibilidades de discussão no processo de elaboração de propostas de abordagens CTS, tais como:

- O fortalecimento da idéia de ciência como uma construção humana suscetível às influências da sociedade e como uma das formas de interpretação do mundo;
- A construção de uma visão menos instrumental e mais influente da tecnologia no que se refere à produção do conhecimento científico, buscando evidenciar formas como caminham juntas ciência e tecnologia;
- Uma visão de sociedade não somente consumidora, mas intrinsecamente participante nas avaliações da produção da ciência e tecnologia, estando o seu poder de ação tanto no âmbito dos grupos de maior poder como ao alcance do cidadão comum organizado e consciente. Nesse sentido, a formação cidadã seria um caminho de conscientização de alunos e professores da força social que possuem.

As questões pontuadas acima direcionaram o encaminhamento das discussões com os professores nos encontros, uma vez que consideramos pertinente, desmistificarmos posicionamentos identificados nas concepções dos professores, tais como:

- A desvalorização da tecnologia e conseqüente supervalorização da ciência;
- O caráter meramente operacional da tecnologia;
- A concepção de uma sociedade utilitária do desenvolvimento científico e tecnológico;
- A concepção de uma sociedade que não tem o poder de avaliar, questionar e se posicionar diante de questões científicas e tecnológicas que envolvem de certa forma, toda a comunidade planetária.

A seguir será apresentada uma análise das discussões que ocorreram no primeiro encontro com os professores. Esta análise teve como objetivo promover processos de reflexão que poderiam levar os professores a avaliarem e redimensionarem algumas das suas concepções sobre ciência, tecnologia,

sociedade, e sobre as inter-relações CTS que poderiam repercutir na implementação da abordagem CTS planejada.

5.1.2 Análise das concepções expressas pelos professores no primeiro encontro

Os encontros com os professores se constituíram num espaço privilegiado de discussões, tornando-se o lugar, em que buscamos capturar significados dos professores sobre ciência, tecnologia, sociedade, e sobre as inter-relações CTS. Nesse sentido, realizamos leituras dinâmicas e questionamentos acerca das percepções de ciência, tecnologia e sociedade apresentadas pela literatura como adequadas à perspectiva de ensino CTS. Os professores, após as leituras dos textos, expressavam suas concepções espontâneas ao grande grupo.

Para a análise dos significados dos professores sobre ciência, tecnologia e sociedade foram consideradas as discussões feitas no primeiro encontro, uma vez que elas poderiam contribuir para uma melhor compreensão das concepções dos professores reveladas nas entrevistas individuais. O segundo encontro diz respeito mais sobre os aspectos da abordagem CTS em sala de aula e tais aspectos serão analisados a partir da implementação da abordagem CTS nas salas de aula dos professores.

Por entendermos que as concepções dos professores acerca da ciência, tecnologia e sociedade poderiam influenciar no processo de implementação de uma abordagem CTS, realizamos a análise das concepções desses professores durante o primeiro encontro com o objetivo de identificarmos novos posicionamentos em suas concepções frente àquelas identificadas nas entrevistas individuais.

Ao buscarmos evidências das concepções CTS nas falas dos professores, identificamos categorias que denominamos de significações de ciência, significações de tecnologia, significações de sociedade. Tais categorias de análise emergiram da leitura dos discursos dos professores produzidos durante os encontros. A análise tomou por base considerações de ciência, tecnologia, sociedade, inter-relações

CTS, apresentadas na literatura e quando oportuno, foram comparadas às aquelas concepções apresentadas na entrevista.

As enunciações dos professores reveladas no primeiro encontro estão apresentadas em transcrições de trechos representativos organizados em turnos de falas. As falas dos professores foram analisadas após trechos de discussão, e em seguida, para cada professor, apresentamos uma discussão confrontando as concepções iniciais (identificadas no momento das entrevistas individuais) com as concepções expressas nos momentos de discussão dos referidos encontros.

Consideramos que o tratamento das concepções sobre ciência, tecnologia e sociedade pode possibilitar aos professores uma articulação dessas três instâncias de forma mais adequada às características da abordagem CTS. Os trechos de discussão transcritos a seguir expressam concepções dos professores em momentos específicos do primeiro encontro.

Significações de Ciência

O momento de discussão a seguir (trecho 1), apresenta expressões dos professores sobre a ciência como atividade humana. Essa discussão emergiu quando cada professor recebeu o cartão-ficha 1 (apêndice C) e foi solicitado a se posicionar individualmente diante da citação: *“Como empreendimento humano, a Ciência é falível; ela pode degenerar ou pode responder às supremas aspirações dos homens. Como parte da sociedade, a Ciência também está aberta a influências externas; como qualquer atividade social, pode ser bem ou mal usada”* (KNELLER, 1980, p. 9).

TRECHO 1:

1- Professora A: A ciência hoje busca investigar e explicar situações envolvendo a sociedade e a tecnologia. Portanto deve estar aberta para ajudar a suprir as necessidades de uma sociedade de forma consciente. Isto é como eu vejo a ciência hoje, antes eu via a ciência como se ela estivesse numa redoma de vidro e que as coisas só poderiam ser explicadas a partir dela. [...] Mas hoje, ela está saindo dessa redoma e tá buscando, através da sociedade, essa explicação.

2- Professor B: Você concorda ou não concorda com o texto?

3- Professora A: O que eu quis dizer foi isso. Que a ciência é falível é, não é? Por isso que eu disse que busca investigar, [...]. Eu concordo parcialmente com o texto.

4- Professor B: Eu concordo na íntegra. Porque eu acredito numa ciência como instrumento de desenvolvimento humano, e como tal, fica a critério de quem vai fazer uso de suas atribuições. Vai ser utilizada para o bem ou para o mal.

5- Professora C: Eu concordo também. Realmente, a ciência pode sofrer influências externas profundas, porque pode ser usada para o bem ou para o mal. São tantos os exemplos que o desenvolvimento da ciência foi muito mal usado como empreendimento humano, tais como: os explosivos, aviação voltada para guerra, agrotóxicos etc. Contudo trouxe tantos outros benefícios como remédios, cosméticos, vacinas etc. Quem faz uso para o bem ou para o mal da ciência é o homem. A ciência em si não faz malefícios.

6- Professor B: Ela é um instrumento.

7- Professora C: Exatamente. O homem é que não tem muito bom senso.

Ao analisarmos as falas dos professores, percebemos que os mesmos não concebem a ciência como neutra. As expressões dos professores revelam uma concepção de ciência gerada num meio social e neste caso, sofre influência de fatores que constituem a cultura da qual faz parte.

De um modo geral, observamos que no discurso da professora A, permaneceu a concepção de ciência com caráter social, revelada na entrevista. Na fala do professor B, percebemos novos posicionamentos na sua concepção de ciência uma vez que esse professor mostrou indícios da percepção do envolvimento da ciência com as necessidades sociais da humanidade. Com relação à professora C, percebemos novos posicionamentos em sua concepção de ciência uma vez que na entrevista, apresentou a ciência como um conjunto de conhecimentos com aplicabilidade prática para melhorar a vida das pessoas e agora, no discurso produzido, manifestou uma concepção de ciência mais aberta às influências externas que podem acarretar problemas para as pessoas. Entendemos que as significações de ciência expressadas pelos professores nos encontros parecem caminhar em uma direção que se torna mais próxima daquela considerada como adequada para a implementação de uma abordagem CTS em suas salas de aulas. De acordo com Solomon (1988, *apud* SANTOS e SCHENETZLER, 1997), a ciência, nesta perspectiva de ensino, deve ser concebida como produção humana de caráter provisório e incerto.

Significações de Tecnologia

No momento de discussão a seguir (trecho 2), foi entregue aos professores o cartão-ficha 2 (apêndice D) e solicitado aos mesmos que individualmente se posicionassem frente à citação: *“Uma tecnologia, portanto, não é somente um conjunto de elementos materiais, mas também um sistema social. Certos aparelhos, aliás, podem se tornar absolutamente inúteis nos países em desenvolvimento que não possuem as infra-estruturas sociais e culturais que lhes implicam”* (FOUREZ, 1995, p. 218).

TRECHO 2:

1- Professor B: Para mim foi difícil de compreender, no sentido do grau de complexidade (a frase). E logo no início do texto eu achava que concordava parcialmente e no final do texto concordo plenamente. Para mim, a tecnologia e suas aplicações devem nortear características da sociedade inserida. Baseado neste contexto, quando você diz que a tecnologia não é somente um conjunto de elementos materiais. Perfeito. [...] acredito que a tecnologia não é somente um conjunto de elementos materiais, mas é um sistema social. É dessa forma que eu encaro também. Agora, certos aparelhos podem se tornar absolutamente inúteis nos países em desenvolvimento que não possuem as infra-estruturas sociais e culturais que lhes implicam, vai depender, vai depender das suas estruturas e das suas tecnologias e a sua aplicação, pois elas devem caminhar com as características daquela sociedade em que ela está inserida. Por exemplo, um país muito desenvolvido tecnologicamente, a maioria do produto tecnológico gerado vai acarretar num bem estar da grande maioria da população. Diferente do que acontece no nosso país, a gente tem desenvolvimento tecnológico e esse pouco beneficia apenas uma minoria. Então eu concordo com a citação de forma parcial.

2- Professora C: Eu concordo certo. Quando li esse texto eu pensei na África e pensei no Brasil. Veja bem, concordo com o texto. Dependendo do desenvolvimento da sociedade, a tecnologia pode ser útil e necessária, ou ser completamente desnecessária. É o contexto da sociedade que vai direcionar.

3- Professora A: Eu coloquei assim. Não basta o ter, mas o ser. Eu posso importar a tecnologia, mas que não vai me atender por falta de preparo. Cada sociedade deve desenvolver a sua tecnologia de acordo com as suas necessidades. Para se chegar a isso é preciso não só ter, mas também ser.

Da análise das idéias apresentadas pelos professores, percebemos que o professor B parece não ter compreendido bem a relação entre tecnologia e sociedade proposta pelo autor na citação e isso pode ser percebido na sua fala quando busca traduzir as palavras expressas pelo autor. As professoras A e C parecem ter compreendido e concordado com a afirmação posta: a tecnologia é um

processo social uma vez que pode ser considerada como um empreendimento humano que consiste em satisfazer necessidades humanas. Ou seja, a tecnologia deve surgir das demandas que a sociedade tem e nesse sentido se torna dependente das condições em que esta sociedade vive. Nesse sentido, parece não haver a percepção do fato que a tecnologia pode independentemente de uma demanda social explícita influenciar nas formas de vida e organização social.

No confronto com as concepções reveladas nas entrevistas individuais, observamos que na fala da professora A permaneceu a idéia de que a tecnologia parte das necessidades de uma sociedade. Com relação ao professor B, percebemos um posicionamento diferente em seu discurso, de uma concepção de tecnologia numa perspectiva mais instrumental tentar se apropriar de uma concepção de tecnologia como sistema social e dessa forma, também cultural. A professora C também nos revelou um novo posicionamento acerca da sua concepção de tecnologia. Ao situar a tecnologia no contexto das necessidades de uma sociedade, passa da percepção da tecnologia como aplicação do conhecimento científico para uma concepção de tecnologia a partir de uma componente também social. Em resumo, os professores parecem ter percebido dimensões da tecnologia que antes não haviam refletido. Dessa forma, os encontros parecem ter oportunizado a ampliação da perspectiva colocada na entrevista.

Significações de Sociedade

No próximo momento de discussão (trecho 3) estão transcritas falas dos professores quando receberam o cartão-ficha 3 (apêndice E) e foram solicitados a se posicionarem individualmente frente à citação: *“Em definitivo, a participação dos cidadãos na tomada de decisão é hoje um fato positivo, uma garantia de aplicação do princípio de precaução, que se apóia numa crescente sensibilidade social face às implicações do desenvolvimento tecno-científico que pode comportar riscos para as pessoas ou para o ambiente”* (CACHAPUZ et al, 2005, p. 28).

TRECHO 3:

- 1- Professora C: A socialização do desenvolvimento técnico-científico traz melhorias de vida para a sociedade participante.
 - 2- Professora A: Agora eu vou dizer porque eu concordo com a citação. É importante a formação do ser crítico e participativo, buscando soluções que possam ajudar na aplicabilidade, minimizando danos atrelados ao desenvolvimento tecnológico.
 - 3- Professora C: Justamente.
 - 4- Professora A: É esse ser crítico e participativo que vai minimizar. Você não tem como impedir, mas tem como minimizar, reinvidicar. Vamos supor: você mora de um lado de uma indústria que está colocando resíduo industrial, eu sei dos danos que isso pode causar ao meio ambiente, então eu vou me mobilizar. Então eu acho que isso vai minimizar e não acabar.
 - 5- Professor B: Talvez porque tu tenhas analisado o texto de forma bem geral. Eu fui muito restrito na minha análise, eu pensei em termos de Brasil. Por isso que não concordo. Pois não percebo no Brasil que as tomadas de decisão são dos cidadãos. Muito pelo contrário, hoje o nosso desenvolvimento tecnológico vem atendendo a uma minoria que toma as decisões em nosso país.
 - 6- Professora C: Está corretíssimo.
 - 7- Professor B: Foi assim que eu analisei, para o nosso país.
 - 8- Professora A: Já eu me voltei para o nosso papel como professor e que participamos dessa mudança e estamos inseridos nisso.
 - 9- Professor B: E de que forma tu consegues diferenciar o papel do cidadão do papel de professora?
 - 10- Professora A: Justamente, a forma como você vai trabalhar com seus alunos.
 - 11- Professor B: Eu pensei de forma geral. Cidadão independente da profissão [...]
- (Nesse momento, a pesquisadora ler novamente a citação para os professores. E um novo momento de discussão se inicia)
- 12- Professor B: Que tomada de decisão é essa que não ficou claro?
 - 13- Pesquisadora: Por exemplo: se você vai num supermercado e tem a opção de comprar dois produtos. Ao ler o rótulo dos dois você poderá optar pelo produto que não traga prejuízos ao meio ambiente.
 - 14- Professora A: Por exemplo: eu não vou comprar um detergente não biodegradável porque eu sei que vai acelerar a poluição, não é?
 - 15- Pesquisadora: Entendeu professor?
 - 16- Professora C: Foi isso que eu pensei. Você joga o produto no mercado, se esse produto trouxer algum mal para a sociedade, ela vai excluir esse produto.

Ao analisarmos as falas dos professores, percebemos que o professor B não acredita na possibilidade de participação cidadã na tomada de decisão acerca das questões científicas e tecnológicas e justifica a sua posição considerando questões políticas. Entretanto, observamos posições diferentes nas professoras A e C. Para preparar o cidadão crítico e participativo que busque soluções que minimizem os impactos sócio-ambientais produzidos pela tecnologia, e para socializar o

desenvolvimento técnico-científico, essas professoras expressam a necessidade da participação dos cidadãos nas tomadas de decisão.

Na busca de relações entre concepções dos professores identificadas nas entrevistas e expressas nos momentos de discussão sobre a percepção de sociedade, observamos que a professora A apresentou um novo posicionamento quanto à sua concepção de sociedade ao situá-la num contexto contemporâneo que exige dos cidadãos participação e consciência crítica frente aos danos provocados pelo desenvolvimento científico-tecnológico. Com relação ao professor B, identificamos em suas falas a permanência da concepção de sociedade participativa vinculada às condições de políticas públicas. E o discurso da professora C, aponta para um novo posicionamento na medida em que passa a conceber a sociedade numa perspectiva mais ampla, não caracterizada por sub-sociedades, e que necessita da socialização dos conhecimentos científicos e tecnológicos na concretização de uma participação social e democrática mais efetiva.

Com relação às inter-relações CTS, direcionamos nosso foco de análise para as inter-relações entre a ciência e a tecnologia, uma vez que algumas pesquisas (ACEVEDO, 1995; VALDÉS *et al*, 2002) apontam concepções docentes não adequadas acerca de tal relação.

Significações da inter-relação ciência-tecnologia

O trecho de discussão a seguir (trecho 4) ocorreu no momento da leitura de um texto que tratava da construção da luneta por Galileu (anexo A). Com o objetivo de colocar em discussão a relação ciência-tecnologia, questionou-se com os professores se o problema enfrentado por Galileu na construção da luneta foi de ordem científica ou tecnológica.

TRECHO 4:

1- Professora A: Eu acho que de imediato foi científico, pois ele não tinha explicação para algumas coisas que ele gostaria. E partindo daí ele precisaria buscar uma nova tecnologia para ampliar a utilização da luneta dele.

- 2- Professora C: E foi isso que ele fez. Se soubesse o problema cientificamente ele não teria usado a lente plana. Mas ele usou e não fez efeito. Aí ele passou para a côncava e convexa, intuitivamente.
- 3- Professor B: Uma boa característica do cientista, a observação.
- 4- Professora A: Hoje em dia a principal característica é ser crítico, duvidar de tudo.
- 5- Professora C: Duvidar e investigar.
- 6- Pesquisadora: Então vocês acham que os problemas enfrentados por Galileu foram de ordem científica e tecnológica?
- 7- Professora C: Sinceramente, eu acho que foi mais de ordem científica, pois a tecnologia ele já sabia [...].
- 8- Professor B: Tu achas que ele fez por amostragem, não é?
- 9- Professora C: É. Ele foi intuitivamente juntando as coisas.
- 10- Professora A: Por isso que a gente acredita que houve a falta das duas na realidade.
- 11- Professora C: Mas foi mais científico do que tecnológico, não é? Porque a tecnologia estava lá.
- 12- Professora A: Ele desenvolveu uma tecnologia, mas precisava ser ampliada, ser fundamentada.
- 13- Professor B: Até para responder essa necessidade dele de fazer uma lente mais potente.
- 14- Professora A: Ele precisava das duas coisas.
- 15- Professor B: O que eu percebi é que a ordem não importa. O que importa é que a ciência e a tecnologia caminhem juntas nesse contexto.
- 16- Professora C: Para que melhore a vida de todos.
- 17- Pesquisadora: Nessa relação ciência-tecnologia existe alguma ordem de prioridade?
- 18- Professora A: Eu penso assim. A tecnologia veio de uma necessidade, certo? Só que para você desenvolver uma tecnologia você tem que ter um bom conhecimento científico [...] Ele foi buscar uma fundamentação científica para aprimorar a luneta.
- 19- Professor B: Isso que você falou não é verdade absoluta. Nem sempre a tecnologia precisa de uma fundamentação teórica por trás.
- 20- Professora A: Você tocou num ponto relevante. [...] Por causa dessa questão da tecnologia consumimos coisas que não nos fazem bem. Para que eu possa fazer uma opção do que é melhor para mim, eu preciso do conhecimento científico. A tecnologia pode vir a desenvolver a ciência.
- 21- Professor B: Mas não necessariamente nessa ordem.
- 22- Professora C: A ordem não vai alterar o fato.
- 23- Professora A: Vamos supor: um país pobre da África e um país de primeiro mundo.
- 24- Professor. B: Canadá.
- 25- Professora A: Você lá no Canadá para desenvolver uma tecnologia vão em busca da ciência, mas num país onde a ciência não vem sendo desenvolvida, eles produzem sua própria tecnologia de acordo com os recursos que eles têm. Por isso é que eu digo que não existe uma ordem, [...] Depende do contexto da cultura.
- 26- Professora C: Mas de maneira geral, a tecnologia nasceu primeiro do que a ciência.
- 27- Professora A: Até para aprimorar.
-

Nas expressões dos professores A e B, percebemos a idéia de uma difusa inter-relação ciência-tecnologia pelo fato desses professores não desvincularem, na produção do objeto “luneta”, o conhecimento científico do conhecimento tecnológico. Em suas percepções, estes conhecimentos estão bem entrelaçados. Parece-nos que tais percepções consideram que a ciência e a tecnologia são domínios distintos que se influenciam mutuamente na consolidação dos saberes. Considerando as diferentes formas apresentadas por Martins (2003) para a relação entre a ciência e a tecnologia, esses professores parecem se enquadrar na concepção de que existe uma interação entre ambas. Por outro lado, a professora C parece separar o domínio científico do domínio tecnológico. Dessa forma, com base nas idéias de Martins (2003), a professora se enquadra na concepção de que a ciência e a tecnologia são domínios independentes. Acreditamos que tal posicionamento poderá comprometer a articulação dos aspectos CTS nas aulas dessa professora, e transmitir uma visão descontextualizada da ciência e da tecnologia, ao desconsiderar que a ciência e a tecnologia, mesmo sendo domínios independentes, articulam-se mutuamente.

Tal discussão apesar de não ter um caráter conclusivo parece contribuir para desmistificar o posicionamento unânime dos professores na entrevista quando consideram a ciência em um estatuto maior do que a tecnologia. As inter-relações podem ser percebidas a partir da tentativa em responder a questão provocativa de quem vem primeiro a ciência ou a tecnologia no caso de Galileu.

Percebemos que a professora A compreende a ciência como determinante da tecnologia no sentido de ampliar as possibilidades de uso dessa tecnologia. Tal concepção parece advir da supervalorização da ciência frente à tecnologia. No contexto da sala de aula, Cachapuz *et al* (2005) argumenta que esse posicionamento docente afeta as propostas CTS de ensino e comporta em particular a falta de compreensão sobre as relações entre a ciência e a tecnologia. Parece-nos que os professores B e C não expressaram neste momento a idéia da dependência da tecnologia frente à ciência, e isto para uma perspectiva de ensino CTS é positivo, uma vez que a tecnologia, segundo Solomon (1988, *apud* SANTOS e SCHENTZLER 1997), deve ser apresentada como aplicação de diversas formas de

conhecimentos, não apenas o conhecimento científico, para atender as necessidades sociais.

Confrontadas as concepções expressas nas entrevistas e nos momentos de discussão, consideramos que para a concepção da inter-relação ciência-tecnologia, a professora A permanece com a percepção de que a ciência abre as possibilidades ao desenvolvimento tecnológico. O professor B, por sua vez, expressa um novo posicionamento, pois parece passar a entender que na relação ciência-tecnologia, a ciência, necessariamente, não precede a tecnologia. A professora C também apresenta uma idéia diferente sobre a relação ciência e tecnologia. Da concepção de que a tecnologia vem da ciência, passa a entendê-las como domínios distintos na produção de seus saberes e que podem se influenciar mutuamente.

Em resumo, consideramos que a inclusão de novos elementos nas formas dos professores compreenderem sobre ciência, tecnologia, sociedade e sobre as inter-relações CTS, colocados nos questionamentos, nas discussões e nas reflexões promovidas nos encontros com os professores, representou um resultado satisfatório e produtivo diante dos objetivos para os quais esses encontros foram propostos.

5.2 Análise de aspectos das práticas pedagógicas dos professores na implementação de uma abordagem CTS

Procuramos nos inserir no cotidiano dos sujeitos de nosso estudo – professores de química – na tentativa de descrevermos suas práticas e suas linguagens, durante a implementação de uma abordagem CTS em suas salas de aula. Nesse sentido, a convivência com as turmas e com a prática pedagógica desses professores se deu não apenas no momento da implementação da abordagem CTS, mas em momentos anteriores. Para a observação das aulas dos professores A e B foi feita a seguinte programação: na escola do professor B, a pesquisadora teve um primeiro contato com a turma quando o trabalho que seria realizado foi apresentado aos alunos. Uma semana antes da aplicação da intervenção didática com abordagem CTS pelo professor B, a pesquisadora voltou à escola do referido professor para observar uma aula de sua prática cotidiana; na

escola da professora A, a pesquisadora teve um primeiro contato quando foi observar uma aula de sua prática cotidiana numa turma que não participaria da aplicação de uma abordagem CTS. Uma semana depois desse primeiro contato a pesquisadora voltou à escola da professora A para observar a implementação da abordagem CTS pela respectiva professora.

A nossa proposta era identificar aspectos da prática pedagógica que poderiam se constituir como obstáculos para uma efetiva implementação de uma abordagem CTS na sala de aula. Consideramos que uma implementação não seria efetiva a partir de algumas ações do professor em sala de aula que poderiam descaracterizar os objetivos de ensino nesta perspectiva (PENICK, 1993, *apud* ACEVEDO, 1996a). Assim, foram relevantes para a escolha dos episódios de ensino os momentos que consideramos fundamentais para este tipo de abordagem, ou seja, os momentos entre os quais os professores introduziram a problemática social; articularam os conceitos químicos aos contextos tecnológico e social; e retomaram a discussão sobre a problemática abordada.

A análise do processo discursivo a partir das transcrições dos episódios foi realizada conforme os aspectos da estrutura analítica proposta por Mortimer e Scott (2002). Em nossa análise, foram consideradas: as intenções do professor; as classes da abordagem comunicativa; e as formas de intervenção do professor.

Assim, a ferramenta metodológica proposta por Mortimer e Scott (2002) foi aplicada para analisarmos o discurso produzido na sala de aula de química durante a implementação de uma abordagem CTS, na qual foram tratados: a questão do descarte desordenado das pilhas e suas conseqüências ao meio ambiente; o processo de produção das pilhas; os conceitos químicos - reatividade química, reações de óxido-redução – envolvidos no processo de produção das pilhas; e o levantamento de possibilidades de solução para a questão do descarte das pilhas e suas implicações ambientais.

Com a perspectiva de nos aproximarmos do contexto do nosso objeto de estudo, registramos inicialmente a partir da gravação em vídeo duas aulas dentre outras na prática pedagógica cotidiana desses professores com o objetivo de

verificarmos se esse tipo de implementação se constitui como um processo de mudança em suas ações docentes. Com esse propósito, antes de analisarmos como os professores de química implementaram uma abordagem CTS em suas aulas, fizemos uma breve análise das aulas registradas.

5.2.1 Aspectos da prática pedagógica da professora A

Como mencionamos anteriormente, discutiremos inicialmente alguns aspectos da prática pedagógica cotidiana da professora A. A aula analisada, a **aula 1A**, foi realizada numa turma da 2^a. série do ensino médio de uma escola pública, no horário escolar, contemplou duas aulas geminadas de cinquenta minutos cada, e tratou os conceitos de misturas, soluções, coeficiente de solubilidade e classificações das soluções.

A seguir, apresentamos um mapa de atividades (quadro 6) como resumo da aula 1A para demonstrarmos a dinâmica da prática pedagógica da professora no seu cotidiano.

Quadro 6 - Mapa de atividades da aula 1A
(Ministrada em 20/10/06)

| Tempo (duração) | Atividade desenvolvida | Principais temas | Ações dos participantes | Comentários |
|-----------------|--|--|--|---|
| 10' | Organização dos alunos na sala. | | | |
| 60' | Exposição do conteúdo pela professora. | Misturas homogêneas e Heterogêneas; Soluções sólidas, líquidas e gasosas; Solubilidade; Coeficiente de solubilidade; Soluções: saturada, insaturada, e supersaturada; Densidade. | A professora explica o conteúdo e ao mesmo tempo vai sistematizando o mesmo no quadro. | Os alunos praticamente não participam da discussão na sala de aula. |
| 5' | Final da aula. | | A professora faz a chamada e entrega provas. | |

Observamos no mapa acima que o tratamento dos conceitos químicos constituiu-se como questão central da aula, bastando-nos considerar o tempo a ele

destinado. Identificamos como intenção da professora explicar os conceitos químicos referentes às misturas, soluções, coeficiente de solubilidade, e a classificação das soluções. Parece-nos que este fato contribuiu para um discurso na sala de aula predominantemente não-interativo de autoridade, uma vez que a professora durante o tratamento dos conceitos químicos foi o único sujeito da discussão, e o ponto de vista considerado foi unicamente o científico.

Como o objetivo deste trabalho é analisar como a professora A implementou uma abordagem CTS em suas aulas, não aprofundamos a discussão acerca dos aspectos da aula 1A dessa professora. Assim não foram considerados nem analisados episódios representativos desta aula.

Para análise da implementação de uma abordagem CTS pela professora A – questão central de nossa investigação – denominamos como **aula 2A**, a aula analisada na perspectiva de ensino CTS. A intervenção pedagógica da professora na perspectiva de ensino CTS foi realizada com uma turma da 3^a. série do ensino médio de uma escola pública em horário extra-escolar por conta de uma necessidade da professora de repor algumas aulas na respectiva turma. Dessa forma, a implementação de uma abordagem CTS pela professora A se deu num único momento, o qual contemplou quatro horas e dez minutos de aula, correspondentes a aproximadamente cinco aulas de cinquenta minutos. As atividades vivenciadas na aula 2A foram realizadas no laboratório de química da escola o qual tinha estrutura para a realização das aulas. Participaram das respectivas aulas 11 alunos e o clima foi bastante informal, pois estavam em horário extra-escolar. No entanto, a professora tentou promover a participação desses alunos desde organização do material até o final das aulas.

Para analisarmos como a professora A implementou uma abordagem CTS na sua sala de aula e identificarmos quais aspectos de sua prática pedagógica se constituíram como obstáculos para uma efetiva implementação, elaboramos um mapa de atividades da seqüência de aulas dessa professora (quadro 7) com o objetivo de obtermos uma visão mais geral de como ocorreu tal implementação.

Da seqüência de aulas planejada pelos professores envolvidos na investigação (Apêndice G) quando implementada pela professora A, extraímos três episódios que apresentam aspectos relevantes para uma orientação de ensino CTS, que foram transcritos e analisados.

Nesse sentido, apresentamos a seguir para a aula 2A um mapa das atividades realizadas pela professora A numa perspectiva de ensino CTS (quadro 7).

**Quadro 7 - Mapa de atividades da aula 2A
(seqüência de aulas ministrada no dia 21/10/2006)**

| Tempo (duração) | Atividade desenvolvida | Principais temas | Ações dos participantes | Comentários |
|-----------------|---|---|---|---|
| 5' | Apresentação da aula pela professora. | Contrato didático entre professora e alunos. | A professora explica como será o processo de avaliação. | Os alunos sentados prestam atenção à professora. |
| 3' | Discussão acerca dos objetivos e da necessidade da aquisição dos conhecimentos pelos alunos. Apresentação do conteúdo que será abordado. Delimitação dos pontos mais importantes que serão tratados no conteúdo abordado. Levantamento de questões sobre a importância das pilhas e baterias no cotidiano, sobre os princípios científicos que explicam o funcionamento das pilhas, e sobre os fatores que interferem para a inovação tecnológica das pilhas e baterias. | Construção do conhecimento; Formação do indivíduo; Inserção na sociedade. Eletroquímica. Pilhas e baterias. | A professora apresenta aos alunos os objetivos da aula, conscientizando-os que o conhecimento científico insere o indivíduo na sociedade. | Neste momento, a professora é o único sujeito da discussão. |

| | | | | |
|-----|--|---|--|---|
| 30' | <p>Explicação sobre a atividade de leitura como a primeira etapa da aula propriamente dita.</p> <p>Leitura e explicação do texto 1A (anexo B): “Nossa vida e as reações de óxido-redução”.</p> <p>Episódio 1A: Contextualizando as reações de óxido-redução na sala de aula</p> | <p>Processos de oxidação e redução; Transferência de elétrons; Metais; Propriedades dos metais; Reatividade dos metais.</p> | <p>Antes da leitura do texto, a professora faz algumas colocações acerca de relações do texto com o conceito de pilhas.</p> <p>A professora lê o texto em partes e após a leitura de cada parte, comenta alguns termos apresentados no texto e explica cientificamente tais termos.</p> <p>Durante os comentários, a professora pontua os conceitos químicos discutidos no quadro.</p> | <p>Os alunos acompanham em suas duplas a leitura com uma cópia do texto</p> <p>Quando a professora comentava o texto e fazia alguns questionamentos, dentre 11 apenas 4 alunos participaram da discussão, porém de forma um pouco tímida.</p> |
| 10' | <p>Discussão sobre questões propostas no final do texto 1A.</p> | <p>Reações de óxido-redução em diversos contextos.</p> | <p>Discussão no grande grupo.</p> | <p>Neste momento houve uma boa participação da maioria dos alunos durante a discussão.</p> |
| 60' | <p>Leitura e explicação dos procedimentos de uma atividade experimental proposta.</p> <p>Execução da atividade experimental em pequenos grupos.</p> | <p>Construção da escala de reatividade dos metais.</p> | <p>A professora distribui o roteiro dos procedimentos da atividade experimental e explica os procedimentos da experimentação aos alunos.</p> <p>Durante a experimentação, a professora circula no laboratório.</p> | <p>Os alunos participaram ativamente da atividade experimental.</p> |

| | | | | |
|-----|--|---|--|---|
| 90' | <p>Exposição teórica sobre os conceitos envolvidos na atividade experimental.</p> <p>Leitura de um parágrafo de um texto que tratava das pilhas e o meio ambiente.</p> <p>Exposição teórica dos conceitos químicos que envolvem as pilhas.</p> <p>Episódio 2A: Abordando os conceitos químicos na sala de aula.</p> | <p>Reatividade dos metais.</p> <p>Contaminação do meio ambiente por pilhas e baterias por conterem metais pesados.</p> <p>Nomenclatura das pilhas (eletrodo, ânodo, cátodo, soluções eletrolíticas, ponte salina, número de oxidação, semi-reações de oxidação e redução); Cálculo da ddp de uma pilha.</p> | <p>A partir dos dados obtidos no experimento, a professora levantou questões sobre a construção de uma possível escala de reatividade dos metais usados.</p> | <p>Os alunos participaram dos questionamentos levantados pela professora.</p> <p>Os alunos praticamente não participaram das discussões quando foi feita a abordagem das questões estritamente científicas.</p> |
| 20' | <p>Atividade em grupo: Leitura de um texto e resolução de questões propostas pela professora.</p> <p>Discussão nos pequenos grupos.</p> | <p>Introdução ao tema social: O aspecto sócio-ambiental do descarte das pilhas e baterias.</p> | <p>Os alunos em seus grupos receberam um texto e foram solicitados a responderem questões elaboradas previamente pela professora.</p> | <p>Neste momento os alunos discutiam em seus grupos e a professora não interferiu na discussão.</p> |
| 25' | <p>Socialização das respostas dos grupos com o grande grupo.</p> <p>Episódio 3A: Ampliando reflexões sobre a problemática do descarte das pilhas e baterias na sala de aula.</p> | <p>A problemática do descarte das pilhas e baterias; O tempo de vida das pilhas; As conseqüências ambientais desse descarte; Os problemas de saúde provocados pela contaminação com metais pesados presentes nas pilhas e baterias.</p> | <p>Após a discussão nos pequenos grupos, um aluno de cada grupo socializava as respostas do seu grupo com o grande grupo.</p> | <p>A professora se apresentava satisfeita com as respostas e os posicionamentos dos alunos durante a discussão.</p> |

No quadro 7, o mapa de atividades da aula 2A apresentado corresponde a uma dinâmica de aula diferente daquela observada na aula 1A da respectiva professora. Dessa forma, constatamos que numa perspectiva de ensino CTS, alguns

aspectos da prática pedagógica da professora A sofreram modificações. De certo modo, esperávamos algumas mudanças na postura da professora, uma vez que a orientação de ensino CTS sugere uma nova postura docente para prática pedagógica da sala de aula, devido aos objetivos de ensino que esse tipo de abordagem requer e à diversidade de estratégias possíveis de serem aplicadas (TEIXEIRA, 2003; MACEDO e KATZKOWICK, 2003).

Como podemos observar no mapa de atividades (quadro 7), foram selecionados três episódios de ensino para análise: **contextualizando as reações de óxido-redução na sala de aula; abordando os conceitos químicos na sala de aula; e ampliando reflexões sobre a problemática do descarte das pilhas e baterias na sala de aula.**

O episódio 1A: **contextualizando as reações de óxido-redução na sala de aula**, foi extraído do momento da aula em que a professora introduziu os conceitos químicos – reações de óxido-redução como processos reacionais presentes nas pilhas – que seriam tratados no decorrer da aula 2A, a partir da contextualização desses conceitos. Justificamos a escolha deste episódio por entendermos o quanto é importante no processo ensino-aprendizagem, o professor situar os conceitos dentro de um contexto vivenciado pelos alunos para que esses referidos conceitos científicos tornem-se significativos.

No episódio 1A, a professora inicialmente, combinou com os alunos que a leitura do texto 1A seria feita em duplas e que eles – professora e alunos – juntos iriam procurar estabelecer relações entre o texto e os conceitos químicos que seriam abordados. Em seguida, distribuiu o texto 1A “Nossa vida e as reações de óxido-redução” para leitura (anexo B). A leitura do texto foi conduzida pela professora e para cada parágrafo lido, ela fazia intervenções para explicar os conceitos científicos que iam surgindo no referido texto. Neste momento da discussão, percebemos que a professora considerou diversos fenômenos inseridos no cotidiano de seus alunos. A seguir, a transcrição do episódio 1A ilustra o discurso produzido neste momento da aula.

EPISÓDIO 1A - CONTEXTUALIZANDO AS REAÇÕES DE ÓXIDO-REDUÇÃO NA SALA DE AULA

| |
|---|
| 1- Professora (fazendo a leitura do texto 1A): (...) <i>Muitas oxidações são fundamentais à vida, pois ocorrem de uma forma geral em células de organismos vivos, animais e vegetais. São em geral reações complexas. Só para exemplificar, podemos representar de forma muito simplificada a equação global que representa a respiração celular.</i> |
| (()) A professora lê a equação da respiração celular e questiona aos alunos se a reação é endo ou exotérmica. Em seguida explica porque é exotérmica. |
| 2- Professora (continua a leitura do texto 1A): <i>É graças a essa reação exotérmica que o nosso organismo pode obter a energia necessária para as funções vitais. A energia que possibilita a vida de animais e plantas terrestres ou aquáticas é produzida por uma reação de óxido-redução de combustão da glicose. A ...</i> |
| 3- Professora: Hein? |
| 4- Aluno: É o caso do alimento. |
| 5- Professora: No caso dos alimentos não é? A gente não já viu na parte de termoquímica a questão da quantidade de energia envolvida? |
| 6- Professora (prossegue a leitura do texto 1A): <i>Há óxido-redução indesejáveis para a nossa espécie, como as que provocam a putrefação dos alimentos.</i> |
| 7- Professora: Não é isso? Então vejam só. (...) O que acontece com a banana e a maçã quando a gente começa a se alimentar dessas frutas e geralmente não come toda fruta? Há reação de óxido-redução. |
| 8- Professora: Então, por exemplo, quando você passa zarcão numa superfície metálica, aquele zarcão que você tá passando ali é para evitar o quê? A formação da ferrugem que é um processo de óxido-redução. E aí eu pergunto, como é que eu poderia numa fruta retardar o processo de óxido-redução, por exemplo, para evitar a putrefação? |
| 9- Professora: Várias coisas a gente utiliza não é isso? A refrigeração, não é? A questão da temperatura. Mas mesmo assim ainda vai ocorrer. Mas o que eu poderia utilizar, como eu uso zarcão na superfície do ferro, o que eu poderia utilizar na superfície da fruta para evitar sua oxidação? |
| 10- Professora: Vocês já observaram como ficam as peças de prata de vocês com o tempo? |
| 11- Aluno: inaudível. |
| 12- Professora: Fica o quê? |
| 13- Aluno: Fica preta. |
| 14- Professora: Seria a formação de quê? |
| (()) Silêncio |
| 15- Professora: De um óxido, não é? |
| 16- Aluno: (inaudível). |
| 17- Aluna: Coloca pasta de dente. |
| 18- Professora: Aí você coloca pasta de dente e fica bem limpinha. |
| (()) Neste momento todos riem. |
| 19- Professora (prossegue a leitura do texto 1A): <i>As pilhas e baterias, tão importantes em nosso</i> |

| |
|--|
| <i>cotidiano, são fontes de energia elétrica, obtida graças às reações de óxido redução.</i> |
| (()) Em seguida, a professora coloca algumas questões sobre o texto para os alunos |
| 20- Professora: Quem pode responder esta primeira? O que ocorre com um metal quando ele perde o brilho? E qual é o redutor do processo? |
| 21- Aluno: (inaudível). |
| 22- Professora: Bom, se eu estou sofrendo um desgaste, uma oxidação, é porque alguém está provocando este desgaste. Seria quem? O agente... Existe o agente oxidante e o agente redutor. Quem é o agente oxidante? É a substância que vai provocar a oxidação de alguém. Por exemplo, quando a gente falou tanto da formação da ferrugem, quem sofre a oxidação? |
| 23- Alunos: O metal. |
| 24- Professora: Quem provoca? |
| 25- Alunos: inaudível. |
| 26- Professora: É quem? Pode ser o oxigênio que está presente não é? |
| 27- Professora: Então se eu sofro oxidação, eu posso provocar a oxidação em alguém? Eu provo o que? A redução. Quem é que vai responder esse primeiro? Terminamos todos nós respondendo, não foi? |
| 28- Professora: Então quando a gente fala esses termos, agente oxidante e agente redutor, você tem que ver quem está sofrendo o quê? A oxidação ou a redução. Porque o agente é que provoca. Então se eu estou sofrendo, eu posso provocar? |
| 29- Alunos: Não. |
| 30- Professora: Eu provo o contrário. |
| 31- Professora: Então o que ocorreu? A gente está vendo que é uma reação de quê? |
| 32- Alunos: Oxidação. |
| 33- Professora: De oxidação. E qual é o redutor do processo? No caso vocês aí tão dando como um dos exemplos, o oxigênio. |
| (()) A professora coloca a segunda questão. |
| 34- Professora: Vejam a segunda questão. A partir de sua experiência de vida, indique qual o metal que é mais redutor o ferro ou o ouro? Isso aí vamos deixar para depois quando agente souber a reatividade. |
| 35- Aluno: O ouro que é um metal puro. |
| 36- Professora: Ele está dizendo que o ouro porque é um metal puro. E você tá dizendo que é o quê? |
| 37- Aluna: Que é o ferro. |
| 38- Professora: Bom, a gente vai fazer o seguinte, vai discuti essa questão após a experimentação. Essa experimentação que nós vamos fazer vai ser justamente para que vocês possam ver a questão da reatividade desses metais. |
| 39- Professora: Bom, quem vai ser o mais reativo? É o que se desgasta mais rápido ou o que se desgasta mais lentamente? Quem se desgasta mais rápido é o que oxida mais ...rápido. Aí eu pergunto, se eu tenho uma peça de ouro e uma peça de ferro, quem se desgasta mais rapidamente? |
| 40- Alunos: O ferro. |

| |
|--|
| 41- Professora: Então o ferro vai ser mais o quê? Mais ou menos reativo? |
| 42- Alunos: Mais reativo. |
| 43- Professora: Por que se desgasta mais ... |
| 44- Alunos: Rápido |
| 45- Professora: Então é isso que a gente vai testar. Eu só posso ter uma reação que envolve um processo de oxidação se ali um elemento for mais reativo. |
| (()) A professora lê as outras questões propostas no texto 1A e comenta que estas questões ficarão para um momento posterior. |

Na análise do episódio 1A, tivemos o objetivo de investigar como a professora A introduziu os conceitos químicos que seriam trabalhados naquela seqüência de aulas, tendo em vista as perspectivas do ensino CTS. Nesse sentido, observamos que a professora teve inicialmente a preocupação de dar significados aos conceitos químicos - oxidação, redução, reações de óxido-redução, transferências de elétrons - inserindo-os em fatos que poderiam ser facilmente observados pelos alunos. O texto 1A (anexo B), utilizado pela professora para este fim, tratava os referidos conceitos numa perspectiva mais ampla, apresentando as reações de óxido-redução em contextos diversos, tais como: a putrefação dos alimentos; a formação da ferrugem; o escurecimento da prata; e a produção de energia nas pilhas e baterias. Entendemos que de certo modo, o tratamento dos conceitos químicos contextualizados numa forma mais ampla contribuiu para um maior envolvimento de alguns alunos uma vez que esses mesmos alunos ficaram mais a vontade para se expressar sobre fenômenos presentes no cotidiano, e abriu possibilidades para a abordagem do tema social proposto no planejamento. Embora a professora não tenha abordado a temática social neste primeiro momento da aula 2A, como estava proposto no planejamento, acreditamos que este fato não prejudicou os objetivos propostos pelos professores para a implementação de uma abordagem CTS em suas salas de aulas. Isso porque em outro momento a articulação com a temática social foi realizada.

Quanto aos aspectos da prática pedagógica no episódio 1A, identificamos inicialmente como intenções da professora, articular relações entre os conceitos que seriam tratados na aula com os fenômenos do cotidiano dos alunos (turnos 7-15). Neste momento da discussão a professora fez questionamentos sobre situações do cotidiano dos alunos. Quando ela perguntou *como ficam as peças de prata de vocês*

com o tempo? (turno 10), uns alunos responderam imediatamente, *fica preta* (turno 13). Entendemos que a contextualização dos conceitos científicos com fenômenos do cotidiano dos alunos parece possibilitar um maior envolvimento de alguns alunos na aula. Em seguida, percebemos como intenção da professora explorar a compreensão dos alunos acerca das informações do texto 1A (turnos 20-37) uma vez que ela coloca em discussão questões propostas no texto. Nos momentos finais do episódio, percebemos como intenção da professora introduzir a terminologia científica para explicar os fenômenos do cotidiano, presentes no texto 1A (turnos 38-45). Observamos neste último momento do episódio 1A, quando a professora pergunta *se eu tenho uma peça de ouro e tenho uma peça de ferro, quem se desgasta mais?* (turno 39), e logo em seguida associa a condição de se desgastar mais rápido à reatividade do metal, que a professora tentou associar o desgaste dos materiais à sua reatividade química e ao processo de oxidação. A nosso ver, essa abordagem contextualizada parece ter favorecido à compreensão dos alunos acerca das diversas possibilidades de ocorrência das reações de óxido-redução nos fenômenos do dia-a-dia.

Quanto aos aspectos da abordagem comunicativa instituída durante o episódio 1A, identificamos o discurso produzido como interativo/dialógico, uma vez que a professora interagiu com os alunos (durante todo o episódio), considerou suas colocações (turnos 10-13) e explorou tais colocações (turnos 14; 33-45). Quando a professora perguntou aos alunos *como ficam as peças de prata de vocês com o tempo* (turno 10) e aceitou como resposta *fica preta* (turno 13), considerou uma explicação do senso comum dada pelo aluno. Dessa forma, não restringiu a discussão ao ponto de vista unicamente científico. Entretanto, ao considerar respostas do senso comum sem avaliá-las como certas ou erradas, procurou explorar tais respostas (turnos 14-15). Assim, de acordo com Mortimer e Scott (2002), professora e alunos participaram do processo discursivo no qual a professora conduziu a discussão considerando não só o ponto de vista científico, mas também outros pontos de vistas.

Na análise das intervenções da professora no episódio 1A tomando por base as formas de intervenções apresentadas por Scott (1998 *apud* MORTIMER e SCOTT, 2002), observamos que a professora inicialmente explorou as idéias dos

alunos a partir de fenômenos do cotidiano (prática presente em todo episódio) com o intuito de dar significados aos conceitos químicos que seriam abordados na sala de aula. Quando a professora pergunta *o que acontece com a banana e a maçã quando a gente começa a se alimentar dessas frutas e geralmente não come a fruta toda?* (turno7) pretendeu dar significado às reações de óxido-redução a partir de fenômenos do cotidiano dos alunos. Dessa forma, entendemos que quando a professora colocou em discussão as reações de óxido-redução que ocorrem nas frutas e nos metais (turnos 7-8), abriu possibilidades para que os conceitos científicos em estudo se tornassem mais significativos para os alunos. Em outras palavras, abriu possibilidades para que os alunos situassem os conceitos científicos tratados pela professora em situações existentes em seus cotidianos.

A seguir, apresentamos uma síntese da análise do episódio 1A (quadro 8)

Quadro 8 – Síntese da análise do episódio 1A

| Turnos e sujeitos | Intenções do professor | Abordagem comunicativa | Formas de intervenção |
|---------------------------------------|--|-------------------------------|--|
| Turnos 7-15- (professora e alunos) | Articular relações entre os conceitos que seriam tratados com fenômenos do cotidiano dos alunos. | Interativa/dialógica | Dando forma aos significados dos conceitos químicos. |
| Turnos 20-37 (professora e alunos) | Explorar a compreensão dos alunos acerca das informações do texto 1A. | | |
| Turnos 38-45 (professora e alunos) | Introduzir a terminologia científica para explicar os fenômenos do cotidiano. | | |

De um modo geral, percebemos que quando os exemplos tratados na sala de aula partem de situações reais e presentes no cotidiano dos alunos, as possibilidades de discursos interativos e dialógicos aumentam. Entendemos que esses discursos interativos e dialógicos são propostos, de certa forma, para uma perspectiva de ensino CTS, uma vez que, de acordo com Penick (1993 *apud* ACEVEDO, 1996a), o professor, nessa perspectiva de ensino, deve procurar

favorecer um clima agradável na sala de aula para promover a interação com os alunos.

O segundo episódio selecionado para análise – Episódio 2A: **abordando os conceitos químicos na sala de aula** foi extraído do momento da aula após a atividade experimental. Como o objetivo do experimento foi a construção da escala de reatividade química dos metais magnésio, alumínio, zinco, ferro, e cobre, a professora iniciou a discussão naquele momento a partir dos resultados obtidos. A seguir, a transcrição do episódio ilustra o discurso produzido.

EPISÓDIO 2A - ABORDANDO OS CONCEITOS QUÍMICOS NA SALA DE AULA

| |
|---|
| (()) Inicialmente a professora escreve no quadro as escalas de reatividade que os grupos construíram durante a atividade experimental. |
| 1- Professora: (...) Gente será que teve alguma escala que tenha coincido? |
| 2- Alunos: O cobre. |
| 3- Professora: Vocês só coincidiram em um elemento. Qual foi esse elemento? |
| 4- Alunos: No magnésio, no cobre. |
| 5- Professora: O elemento que foi mais fácil de verificar foi quem? |
| 6- Alunos: O cobre. |
| 7- Professora: Por que será que não houve reação com o cobre? Primeiro, eu estou fazendo reação com quem? Vamos ver aqui a reação com o cobre. |
| (()) A professora escreve a equação no quadro representando a reação do cobre com o ácido clorídrico. |
| 8- Professora: Eu estou reagindo o cobre com quem? |
| 9- Aluno: Com o ácido. |
| 10- Professora: Aqui a gente tá representando o ácido muriático. Nessa reação o que vai formar? |
| 11- Aluna: Não vai formar nada. |
| 12- Professora: Não formou nada. Por quê? |
| 13- Aluna: Não reagiu. |
| 14- Professora: Não ocorreu reação. (...) Essas reações são reações de deslocamento. Quem deveria deslocar quem? Aqui eu tenho o cobre que deveria deslocar quem? |
| 15- Aluno: O ácido. |
| 16- Professora: O hidrogênio. Como eu sei que é o hidrogênio? Vocês não viram nas reações a formação de um gás? Aquele gás que estava sendo liberado, que gás era aquele? |
| 17- Aluna: O H ₂ |
| 18- Professora: Que é o gás hidro... |
| 19- Alunos: Hidrogênio. |

| |
|---|
| 20- Professora: Por que será que o cobre não conseguiu deslocar o hidrogênio como fez o magnésio, o ferro. Por quê? É a questão da reativi... |
| 21- Alunos: Reatividade. |
| 22- Professora: Se eu consigo deslocar, o que foi que eu disse logo no começo? Eu sou mais reativa do que você. Então a gente começa a ver. Na tabela periódica, quais são os elementos mais reativos? São os mais eletropositivos. (...) São os que têm maior tendência em doar elétrons. (...) Bom, vamos ver aqui. Se essa reação não ocorreu é porque eu tenho que ter na escala, o hidrogênio. Ele é pra reagir com todos os metais. Mas eu estou vendo que o hidrogênio está sendo maior do que quem? |
| 23- Alunos: Cobre. |
| 24- Professora: Do que o cobre? Por que o hidrogênio tá sendo maior do que o cobre? O cobre não conseguiu deslocar quem? |
| 25- Alunos: O hidrogênio. |
| 26. Professora: O hidrogênio. Agora, o magnésio conseguiu? Ocorreu reação? |
| 27- Aluna: Conseguiu. |
| 28- Professora: Então ele conseguiu deslocar quem? |
| 29- Alunos: O hidrogênio. |
| 30- Professora: O zinco conseguiu? |
| 31- Aluno: Conseguiu. |
| 32- Professora: O alumínio conseguiu? |
| 33- Aluna: O ferro também. |
| 34- Professora: Na ótica de vocês, se eu tenho uma peça de ... Vamos supor: se eu tenho uma peça de ferro e uma peça de cobre. Qual dessas duas peças teria maior probabilidade de oxidar? |
| 35-Alunos: O ferro. |
| 36- Professora: Por quê? |
| 37-Aluna: inaudível. |
| 38- Professora: Porque ele é mais reativo do que quem? |
| 39- Alunos: O cobre. |
| 40- Professora: Então vamos pensar em termos técnicos. Todo mundo já ouviu falar de próteses? |
| 41- Alunos: já. |
| 42- Professora: Geralmente quando você coloca uma prótese ou você tem uma fratura e coloca um pino, usa o quê? Um metal. Aí eu pergunto, ele vai usar qualquer metal? |
| 43- Alunos: Não. |
| 44- Professora: Por que não se usa qualquer metal? |
| 45- Aluno: (inaudível) |
| 46- Professora: Porque pode... |
| 47- Alunos: Oxidar. |
| 48- Professora: Oxidar. Entenderam agora a questão? Então eu tenho de saber da reatividade, pois ela está envolvida em tudo. Em vários fenômenos. O dente, ela falou. |

| |
|---|
| 49- Aluno: A coroa, materiais cirúrgicos. |
| 50- Professora: As ligas metálicas. Ele está falando em materiais cirúrgicos que são antioxidantes. Tão entendendo gente? A gente tem que fazer sempre uma associação daquilo que a gente está aprendendo na escola com o nosso cotidiano (...) |
| (()) A professora e alunos continuam a discussão sobre a escala de reatividade. |
| (()) A professora distribui um texto aos alunos e propõe que algum aluno faça a leitura só do primeiro e segundo parágrafos em voz alta. O primeiro parágrafo do texto tratava da questão da contaminação do meio ambiente, pelos metais pesados, presentes nas pilhas e baterias. E o segundo parágrafo tratava do conceito de eletroquímica. |
| 51- Professora: Qual foi o objetivo nosso até agora? Vocês devem estar lembrados que a gente falou na introdução da aula que envolvia a eletroquímica e a questão das pilhas e baterias. (...) |
| 52- Professora: Então gente, uma forma prática da gente associar a reatividade de um metal, pode ser associar a reatividade com a nobreza. (...). |
| 53- Professora: Vamos lá... Leiam só essa pequena introdução aí. |
| 54- Aluna (fazendo a leitura do primeiro parágrafo do texto): <i>Baterias de celular e pilhas podem contaminar o meio ambiente. Esses produtos contêm metais pesados altamente tóxicos, que quando jogados no lixo () podem vazar e atingir os lençóis freáticos e as plantações e alimentos. Estes metais como chumbo e cádmio podem provocar doenças no sistema nervoso e comprometer ossos e rins. Segundo (), 11 toneladas de baterias de celulares são descartadas anualmente (...).</i> |
| (()) Em seguida outro aluno lê o segundo parágrafo do texto o qual introduzia o conceito de eletroquímica. |
| (()) A professora escreve no quadro o esquema sobre pilha e eletrólise apresentado no texto. |
| 55- Professora: Então gente, como ocorre o processo? A gente já viu que tem a ver com a transferência de que? |
| 56- Alunos: Elétrons. |
| 57- Professora: Eu tenho nesse processo a transferência de elétrons. Se eu tenho a transferência de elétrons, tem tudo a ver com a reatividade. A gente depois vai ver aqui no esquema a questão da montagem de uma pilha, e à medida que a gente for falando desse esquema, vai discutindo como se dá a conversão da energia química em energia elétrica. |
| (()) Pausa para a colocação do retroprojektor. |
| 58- Professora: Ele fala de eletrodos. Bom o que são os eletrodos de uma pilha? A gente sabe que o que vai acontecer na reação de transformação de energia química em energia elétrica envolve uma transferência de elétrons. Se envolver uma transferência de elétrons, significa que irão ocorrer simultaneamente duas reações. Uma reação de oxidação e uma reação de? |
| 59- Aluno: Redução. |
| 60- Professora: Mas como a gente pode saber como se dá essa reação de óxido-redução? Primeiramente temos aí... |
| (()) Neste momento a professora coloca a transparência no retroprojektor para explicar o esquema de uma pilha. |
| 61- Professora: (...) Essa pilha aqui é conhecida como a pilha de Daniel. Infelizmente como o tempo é |

| |
|---|
| <p>pouco eu não posso detalhar tudo. Pra se ter uma reação de óxido-redução, eu preciso de dois eletrodos. Um eletrodo que vai representar o pólo positivo e um outro que vai representar o pólo negativo. O pólo negativo de uma pilha a gente vai chamar de que?</p> |
| <p>62- Aluno: Ânodo.</p> |
| <p>63- Professora: E o pólo positivo, vamos chamar de quê?</p> |
| <p>64- Alunos: De cátodo.</p> |
| <p>65- Professora: Primeiramente, o que tem a ver esses dois pólos? Observem esses dois eletrodos. São formados por dois metais. Um metal é o zinco e o outro metal é o cobre. Aí eu pergunto a vocês, qual desses dois pólos representa o metal de maior reatividade? É o zinco ou é o cobre?</p> |
| <p>(()) Silêncio na sala.</p> |
| <p>66- Professora: Vejam aí pela escala de reatividade dos metais o mais reativo.</p> |
| <p>67- Alunos: O zinco.</p> |
| <p>68- Professora: O zinco. Vejam bem. O que ocorre no interior de uma pilha é que eu tenho dois eletrodos. Um eletrodo que é o pólo positivo e o eletrodo que é o pólo negativo. Mas, por que será que o zinco é o pólo negativo e o cobre o pólo positivo? O ânodo ele é representado pelo metal de maior reatividade. Observem. Quem é mais reativo? O zinco. O metal mais reativo vai ser o eletrodo onde vai ocorrer um processo de oxidação ou redução?</p> |
| <p>69- Alunos: Redução.</p> |
| <p>70- Professora: Redução? Quem vai se desgastar?</p> |
| <p>71- Alunos: O zinco.</p> |
| <p>72- Professora: O zinco, pois ele é mais reativo. Significa que na reação vão ocorrer duas reações: uma no eletrodo positivo e a outra no eletrodo?</p> |
| <p>73- Alunos: Negativo.</p> |
| <p>74- Professora: (...) A gente já estudou a escala de reatividade. Por quê? Porque eu sabendo essa escala de reatividade, mesmo que não esteja dizendo quem é o cátodo e quem é o ânodo, já posso ter uma idéia.</p> |
| <p>(()) A professora neste momento começa a explicar o porque do zinco sofrer oxidação e o cobre sofrer redução utilizando também a tabela dos potenciais de oxidação e redução dos metais.</p> |
| <p>75- Professora: Bom, a gente viu que há uma transferência de elétrons. Como eu vou olhar nessa pilha, o sentido da corrente elétrica? O sentido da corrente elétrica vai ser do ânodo para o ...</p> |
| <p>76- Alunos: Para o cátodo.</p> |
| <p>77- Professora: Bom e como isso vai acontecer? Antes de acontecer, vocês vejam que aqui tem um aparelhinho. Esse aparelho aí. Vamos falar sobre ele.</p> |
| <p>78- Aluno: É o voltímetro.</p> |
| <p>79- Professora: É o voltímetro. E para que serve o voltímetro?</p> |
| <p>80- Aluno: Para medir a voltagem.</p> |
| <p>81- Professora: E essa voltagem será diferença de potenciais dos dois eletrodos. Que a gente também costuma chamar de força eletromotriz.</p> |
| <p>Utilizando a transparência, a professora continua a abordagem dos conceitos químicos envolvidos</p> |

nas pilhas (soluções eletrolíticas, ponte salina, número de oxidação, semi-reações, reação global da pilha, espontaneidade e cálculo da ddp da pilha).

O nosso objetivo na análise do episódio 2A foi de investigar como a professora A articulou os conceitos químicos na sala de aula aos contextos tecnológico e social. Isso porque, de acordo com Santos e Schnetzler (1997), na abordagem CTS os conceitos científicos abordados devem estar inseridos na temática social trabalhada. A nosso ver, embora a professora antes de iniciar a abordagem dos conceitos químicos da eletroquímica – pilhas e baterias – utilizou um texto que tratava a questão da problemática do descarte das pilhas e baterias, não colocou a problemática em discussão e dessa forma, neste momento não houve a articulação esperada.

Quanto aos aspectos da prática pedagógica da professora A, a partir da análise do episódio 2A, observamos como intenções da professora: recuperar as idéias dos alunos a partir dos resultados obtidos pelos grupos na construção da escala de reatividade dos metais (turnos 1-6); explorar os resultados obtidos na atividade experimental (turnos 7-39); aplicar esses conceitos em situações práticas associando-os ao contexto tecnológico (turnos 40-50). A nosso ver, quando a professora traz para discussão “termos técnicos” e questiona aos alunos *todo mundo já ouviu falar em próteses?* (turno 40), e discute a questão da reatividade dos metais utilizados nesses aparatos tecnológicos, fez uma articulação entre o conhecimento científico e a tecnologia. Fato este relevante numa perspectiva de ensino CTS. Em seguida, a professora teve como intenção introduzir os conceitos de pilhas na sala de aula (turno 55-57), e desenvolver os conceitos químicos envolvidos no funcionamento e produção da pilha (turnos 58-81).

Em relação à abordagem comunicativa do episódio 2A, identificamos um discurso interativo, a professora coloca constantemente os questionamentos para os alunos (turnos 1; 3; 12; 20; 38; 44; 58; 61; 65; 75). Entretanto, o discurso produzido caracterizou-se como um discurso de autoridade, uma vez que durante o episódio analisado, foi considerado pela professora unicamente o ponto de vista científico. Tendo em vista as intenções expressas pela professora, esse discurso de autoridade não se constituiu como aspecto negativo, visto que neste episódio, a

professora teve como intenção direcionar as discussões para o desenvolvimento das idéias científicas.

Quanto à forma de intervenção da professora neste momento da aula, verificamos que a professora iniciou a discussão para abordagem dos conceitos químicos revendo os resultados do experimento realizado pelos grupos (turnos 1-6) com o objetivo de marcar os significados-chaves. Em seguida, ela abriu as discussões acerca dos resultados da atividade experimental, e neste momento, tanto compartilhou significados-chaves com o grande grupo como checkou o entendimento dos alunos (turnos 7-39). Posteriormente deu forma aos significados, inserindo os conceitos químicos em situações do cotidiano associado ao contexto tecnológico (turnos 40-50), e desenvolveu as idéias científicas a respeito das pilhas (turnos 58-81). A seguir, apresentamos uma síntese da análise do episódio 2A (quadro 9).

Quadro 9 – Síntese da análise do episódio 2A

| Turnos e sujeitos | Intenções do professor | Abordagem comunicativa | Formas de intervenção |
|--------------------------------------|--|-------------------------------|---|
| Turnos 1-6 (professor e alunos) | Recuperar as idéias dos alunos a partir dos resultados obtidos pelos grupos na construção da escala de reatividade dos metais. | Interativa/de autoridade | Revendo os resultados da atividade experimental com o objetivo de marcar significados-chaves. |
| Turnos 7-39 (professor e alunos) | Explorar os resultados obtidos na atividade experimental. | | Compartilhando significados-chaves e checkando o entendimento dos alunos. |
| Turnos 40-50 (professor e alunos) | Aplicar os conceitos em situações práticas associadas ao contexto tecnológico. | | Dando forma aos significados. |
| Turnos 55-57 (professor e alunos) | Introduzir os conceitos de pilhas na sala de aula. | | Desenvolvendo as idéias científicas a respeito das pilhas. |
| Turnos 58-81 (professor e alunos) | Desenvolver os conceitos químicos da pilha. | | |

O episódio 3A: **ampliando reflexões sobre a problemática do descarte das pilhas e baterias na sala de aula**, foi extraído do momento da aula em que a professora abordou com os alunos o aspecto social da problemática do descarte das pilhas e baterias. Consideramos este momento importante, visto que, um dos objetivos propostos por uma orientação CTS, de acordo com Acevedo (1996a), é capacitar as pessoas a tomarem decisões responsáveis frente às questões problemáticas relacionadas ao desenvolvimento científico e tecnológico que influenciam na qualidade de vida da sociedade. Nesse sentido, entendemos que as discussões promovidas pela professora neste momento da aula contribuíram para que os alunos compreendessem a amplitude do problema do descarte das pilhas e baterias a partir da compreensão dos conceitos químicos tratados em momentos anteriores, refletissem e se posicionassem diante de tal problemática. Compreensão esta defendida por Fourez (1995) quando menciona que a alfabetização científica e tecnológica possibilita ao aluno integrar os conceitos químicos aos valores para adotar decisões responsáveis em suas vidas.

Neste momento da aula, a professora dividiu a turma em dois grupos e entregou para cada grupo textos extraídos da internet que tratavam, de um modo geral, da composição das pilhas, dos problemas da contaminação, e da necessidade de não descartar as pilhas e baterias em locais não apropriados. Para cada grupo, a professora elaborou algumas questões e solicitou que eles buscassem as respostas nos referidos textos. Após algum tempo (25'), a professora iniciou a socialização as respostas dos grupos. Apesar de termos considerado as respostas de um dos grupos referentes a um dos textos, não ficaram prejudicados aspectos relevantes que pretendíamos observar no episódio 3A. A transcrição abaixo ilustra como ocorreu a discussão.

EPISÓDIO 3A – AMPLIANDO REFLEXÕES SOBRE A PROBLEMÁTICA DO DESCARTE DAS PILHAS E BATERIAS NA SALA DE AULA

(()) A professora inicialmente perguntou ao primeiro grupo de alunos de que tratava o texto que eles receberam. E em seguida iniciou a discussão.

1- Professora: Agora a gente vai partir para uma questão social. É que questão social é essa? É a questão do descarte dessas pilhas, o descarte das baterias. Quais os danos que trazem em nossas vidas? (...) Então eu gostaria agora que lessem os textos e que depois a gente escolhesse algumas questões para discuti-las. O que vocês acham? O trabalho será realizado em duas etapas. Uma

| |
|--|
| <p>etapa vai ser hoje e a outra vocês irão fazer em casa e trazer quarta-feira, para fazermos a nossa avaliação. Primeiro, vamos para esse grupo. Vamos socializar o que cada grupo trabalhou. Eu queria primeiro saber de vocês do que trata o texto. Foram textos que eu pesquisei na internet e que achei interessante essa questão que a gente tem que ter a consciência da questão ambiental. Bom, a gente precisa tanto das pilhas e baterias. Elas solucionam vários problemas diários, mas também elas vêm nos trazer o que?</p> |
| <p>2- Aluno: Dores de cabeça.</p> |
| <p>3- Professora: Vários problemas não é?. Então é em cima desses problemas, do mal que podem causar e que também depende muito da nossa atitude, de uma mudança de atitude pelo que vocês puderam ler nos textos...</p> |
| <p>4- Aluno: (inaudível).</p> |
| <p>5- Professora: Se vocês observaram aí, ele fala de um ciclo. Que ciclo é esse? Desde a hora que vocês descartam uma pilha no lixo doméstico, quem já leu isso?</p> |
| <p>6- Professora: De todo o processo que vai acontecer com aquela pilha e de como ela contamina o meio ambiente e que depois como esses metais podem chegar ao seu organismo. Não fala disso aí?</p> |
| <p>7- Alunos: Fala.</p> |
| <p>8- Professora: Ele diz até as doenças, o tempo de degradação... Então, isso daí gente, que vocês leram, será que não estimulou vocês a pensarem no papel social que cada um de vocês pode estar fazendo? Até então, vocês tinham idéia do que representa chegar e jogar uma pilha, descartar um metal pesado jogar no lixo doméstico... Vocês começaram a despertar da importância da reciclagem do lixo? Vamos começar pelo grupo de vocês. Eu coloquei algumas questões para a gente socializar, para que a gente pudesse ver de que cada texto fala. Pode começar. Qual é a primeira pergunta?</p> |
| <p>9- Aluno (fazendo a leitura da pergunta): Quais são as pilhas que causam maior dano ao meio ambiente?</p> |
| <p>10- Professora: Então está perguntando aí...Quais são os tipos de pilhas que causam maior dano ao meio ambiente. E pede para justificar. Vocês responderam?</p> |
| <p>11- Aluno: Respondemos. (O aluno faz a leitura da resposta do grupo): As pilhas alcalinas e as baterias de celulares, por terem metais pesados entrando na cadeia alimentar humana causando sérios danos à saúde. Onde o principal agente é o mercúrio.</p> |
| <p>12- Professora: Aonde um dos principais agentes é o mercúrio, não é isso? Bem vamos continuar. Eu fiz outra pergunta aí. Qual foi?</p> |
| <p>13- Aluno (fazendo a leitura da pergunta): Quais são os metais pesados contidos nas pilhas e baterias de celulares e qual o tempo de degradação?</p> |
| <p>14- Professora: Então eu estou perguntando aí, quais são os metais pesados, não é?</p> |
| <p>15- Alunos: É.</p> |
| <p>16- Professora: Já que ele fala em metais pesados, quais seriam estes metais?</p> |
| <p>17- Aluno: São vários. Mercúrio, chumbo, lítio, níquel, zinco, cádmio, cobalto, e o dióxido de manganês. E a degradação das pilhas leva de 100 a 500 anos.</p> |
| <p>18- Aluno: Já os metais pesados o tempo é infinito.</p> |
| <p>19- Professora: O que ele está dizendo aí? Que esses metais pesados têm como se degradar na</p> |

| |
|---|
| natureza? |
| 20- Alunos: Não. |
| 21- Professora: Não. Se ele não se degrada, depois a gente ver aí, tem um ciclo, ele vai passar aonde? Onde ele pode chegar? Não é? Bom, tem mais alguma outra pergunta? |
| 22- Aluno (fazendo a leitura da pergunta): Quais são os efeitos dos metais pesados no organismo? |
| 23- Professora: Bom ele tá perguntando quais são os efeitos dos metais pesados no organismo? |
| 24- Aluno: São vários. |
| 25- Aluna: São vários não é? |
| 26- Professora: Podem citar alguns. |
| 27- Aluno (fazendo a leitura da resposta do grupo): Mercúrio causa distúrbios renais e neurológicos, (inaudível), timidez, problemas de memória, mutações genéticas, alterações no metabolismo e deficiências nos órgãos sensoriais (...) |
| (()) E o aluno descreve as possíveis complicações de saúde para cada um dos metais pesados por ele citados. |
| 28- Professora: Tem mais alguma pergunta? |
| 29- Aluno: Tem a quarta e a quinta. |
| 30- Aluno (fazendo a leitura da pergunta): Por que as pilhas e baterias não devem ir para os aterros? |
| 31- Professora: Então, por que as pilhas e baterias, quando você joga no lixo doméstico, qual o caminho delas? |
| 32- Alunos: Aterro. |
| 33- Professora: Vão para os aterros sanitários. Então aí, ele (o texto) está dizendo por que as pilhas não devem ir para os aterros sanitários. Vamos lá? |
| 34- Aluno (fazendo a leitura da resposta do grupo): Em função do que foi apresentado, concluímos que as pilhas e baterias quando esgotadas, seu potencial energético tornam-se resíduos perigosos e como tal, deveriam ser encaminhadas para a reciclagem ou para o aterro industrial. Como os metais pesados entram nas cadeias alimentares ... |
| (()) A professora interrompe... |
| 35- Professora: Olha o ciclo. Um minutinho só. Vejam como é o ciclo. |
| (()) O aluno continua a leitura de sua resposta. |
| 36- Aluno (continuando a leitura da resposta do grupo): E terminam acumuladas nos organismos das pessoas produzindo vários tipos de contaminação, não deveria ir para os aterros sanitários ou compostagem e muito menos para os lixões. Nos aterros, expostas ao sol e a chuva, as pilhas se oxidam e se rompem e os metais pesados atingem os lençóis freáticos, córregos e riachos. Entram nas cadeias alimentares através da ingestão da água ou de produtos agrícolas irrigados com água contaminada. Nas usinas de compostagem, a maior parte das pilhas é triturada junto com o lixo doméstico e o composto vira biodigestores liberando os metais pesados. O adubo resultante contamina o solo agrícola e até o leite das vacas que pastam na área que recebeu a adubação fica contaminado. |
| 37- Professora: Gente, vocês agora começaram a pensar? Vocês já escutaram que a incidência de |

| |
|---|
| câncer hoje em dia está muito alta. Já ouviram falar nisso? |
| 38- Alunos: Já. |
| 39- Professora: Vocês estão vendo aí que isso pode ser visto como uma das causas do que está acontecendo com o ser humano. |
| 40- Aluna: inaudível. |
| 41- Professora: Não está ocorrendo? Por quê? Ou a gente muda (...). A gente passa a ser um agente pra defender o meio ambiente ou vamos ser o quê? Vítimas de nossos próprios atos. A gente tem que ter a consciência de que aquele ali não é um simples objeto que você vai lá e descarta e joga no lixo e acabou. |
| 42- Aluno: Até mesmo na utilização deles. Assim, o celular, por exemplo, já está causando danos colocando perto da virilha, do seio. |
| 43- Professora: Vocês viram agora por quê? |
| 44- Aluno: E agora vem a pergunta mais importante |
| 45- Aluno (fazendo a leitura da questão): O que fazer com as pilhas e baterias? |
| 46- Professora: Agora, se eu não posso jogar no aterro o que posso fazer? |
| 47- Aluno: Procurar um local apropriado. |
| 48- Professora: O que me dá até uma sugestão, Por que você, na sua escola, não pode fazer isso? A gente criar uma forma de ... |
| (()) Um aluno interrompe. |
| 49- Aluno: Falta também o incentivo das fábricas. |
| 50- Professora: E começar a fazer. A escola pode ser um pólo de recolhimento. Ou seja, você trazer de sua casa, de forma que a gente pudesse dá essa contribuição. |
| 51- Aluno: Às vezes a gente quer jogar no lixo apropriado, mas é muito longe. Tem lojas de celulares que aceitam as baterias. Quando a sua bateria pifa, você vai lá e tem loja que aceita, mas a maioria não. |
| 52- Professora: Não estão preparadas. |
| 53- Alunos: Tinha que ter uma estrutura. |
| 54- Professora: Aí eu pergunto: Existe lei? Existe. Foi porque eu não quis trazer o texto que fala dessa lei. Nós temos leis. Será que toda lei funciona? |
| 55- Aluno: Não. |
| 56- Aluno: No Brasil tem lei pra tudo, só não é cumprida. |
| 57- Professora: Então, só falta esse agora. O que fazer? |
| 58- Aluno (fazendo a leitura da resposta do grupo): Quanto às pilhas usadas evitar jogar em lixos domésticos, (inaudível) o envio das pilhas usadas ao fabricante os tornam conscientes de sua preocupação. |
| 59- Professora: Muito bem. Palmas para a equipe. |

Na análise do trecho transcrito do episódio 3A, tivemos como objetivo investigar como a professora A conduziu a discussão sobre a problemática social e

se realmente possibilitou aos alunos refletirem sobre uma situação real em que todos estão envolvidos e expressarem suas posições diante dessa problemática.

De um modo geral, percebemos que a professora possibilitou no decorrer da discussão que os alunos compreendessem a amplitude da problemática do descarte das pilhas e baterias. As questões que surgiram durante o episódio 3A foram relevantes para a conscientização dos alunos acerca da questão do descarte das pilhas e baterias. Entendemos que a retomada à questão social a partir da compreensão dos conceitos químicos tem papel central na perspectiva de ensino CTS. Entretanto, não identificamos neste momento da aula, uma articulação entre conceitos científicos e a questão do descarte, ou seja, uma maior compreensão dos conceitos químicos envolvidos no funcionamento do aparato tecnológico – pilhas – como um modelo explicativo das causas e conseqüências do descarte das pilhas e baterias em locais não apropriados.

De certa forma, percebemos que neste momento, houve uma desarticulação entre os conceitos químicos, o aparato tecnológico (pilhas e baterias) e a problemática social. Pareceu-nos que a lacuna observada, ou seja, essa desarticulação, tenha sido conseqüência do tímido tratamento dado aos contextos tecnológico e social durante a implementação da abordagem CTS pela professora e também da complexidade científica que a problemática encerra. Um outro ponto importante a ressaltar é que a discussão sobre o problema do descarte das pilhas foi praticamente conduzida a partir da leitura de textos. Isso pode significar que não há uma prática comum desse tipo de discussão em salas de aula de química e nem há muita disponibilidade de material didático adequado e diversificado para o aprofundamento de tais discussões (MARTINS, 2002).

Quanto aos aspectos da prática pedagógica da professora A, verificamos como intenções da professora: apresentar a temática social do descarte das pilhas e baterias (turnos 1-8); explorar a problemática (turnos 9-27); explicar o porquê do descarte das pilhas e baterias se constituir como uma problemática social (turnos 29-36); conscientizar os alunos de que o descarte das pilhas e baterias é um problema para a sociedade (turnos 38-44). Isto ficou claro quando durante a discussão, um aluno colocou *e agora vem a questão mais importante* (turno 45), ou

seja, este aluno percebeu a questão do descarte das pilhas e baterias como uma problemática social que precisa de soluções. Por fim, observamos como intenção da professora desenvolver nos alunos atitudes mais responsáveis diante da problemática em estudo (turnos 44-58). Quando a professora colocou a questão *o que fazer?* (turno 57), abriu possibilidades para os alunos se posicionarem diante da referida problemática. Como diz Bustamante (1997), as gerações têm o direito de agir para mudar a realidade da sociedade, sendo assim a educação científica deve possibilitar a intervenção dos alunos nas questões sociais associadas à ciência e à tecnologia.

Quanto à forma como a professora A interagiu com seus alunos neste trecho do episódio 3A, caracterizamos o discurso produzido durante o episódio como interativo/dialógico, uma vez que foram considerados pelos participantes (professora e alunos) pontos de vistas relacionados a contextos diversos, tais como: social; econômico, e político. Nesse sentido, podemos considerar o texto (anexo D) discutido como um interlocutor importante na construção do discurso e das intervenções da professora na sala de aula, naquele momento.

Com relação à forma como a professora A concretizou suas intenções, percebemos que a professora: explorou as idéias dos alunos quando colocou as pilhas e baterias como aparatos tecnológicos necessários no dia-a-dia e em seguida associou esses mesmos aparatos aos problemas que podem causar – *elas* (pilhas e baterias) *solucionam vários problemas diários, mas também elas vêm nos trazer o quê* (turno 1); deu forma aos significados da problemática em questão quando gradativamente vai articulando, levando os alunos a buscarem informações no texto quanto aos causas e conseqüências do descarte das pilhas e baterias (turnos 5-47); e compartilhou estes significados quando socializou os resultados dos pequenos grupos com o grande grupo (turnos 5-59).

A seguir apresentamos a síntese da análise do trecho do episódio 3A.

Quadro 10 – Síntese da análise do episódio 3A

| Turnos e sujeitos | Intenções do professor | Abordagem comunicativa | Formas de intervenção |
|---------------------------------------|---|-------------------------------|---|
| Turnos 1-8 (professora e alunos) | Apresentar a temática social do descarte das pilhas e baterias. | Interativa/dialógica | Explorando idéias sobre a problemática. |
| Turnos 9-27 (professora e alunos) | Explorar a problemática. | | Dando forma aos significados frente a problemática em estudo. |
| Turnos 29-36 (professora e alunos) | Explicar o porquê do descarte das pilhas e baterias se constituir como uma problemática social. | | Compartilhando significados com o grande grupo. |
| Turnos 38-44 (professora e alunos) | Conscientizar os alunos de que o descarte das pilhas e baterias é um problema para a sociedade. | | |
| Turnos 44-58 (professora e alunos) | Desenvolver nos alunos atitudes mais responsáveis diante da problemática em estudo. | | |

Como nossa intenção nesta investigação foi a de analisarmos como a professora A implementou uma abordagem CTS na sua sala de aula e quais aspectos da sua prática pedagógica se constituíram como obstáculos para uma efetiva implementação, elaboramos um quadro resumo (quadro 11) para a aula 2A com base na análise realizada para os três episódios selecionados.

Quadro 11 - Quadro resumo para a seqüência das aulas da professora A na implementação de uma abordagem CTS.

| Episódios Turnos Sujeitos | Intenções do professor | Abordagem comunicativa | Formas de intervenção. |
|--|--|-------------------------------|--|
| Episódio 1A: Contextualizando os conceitos químicos na sala de aula | | | |
| Turnos 7-15 (professora e alunos) | Articular conceitos científicos com o cotidiano. | Interativa/dialógica | Dando forma aos significados dos conceitos químicos. |
| Turnos 20-37 (professora e alunos) | Explorar a compreensão dos alunos. | | |
| Turnos 38-45 (professora e alunos) | Introduzir a terminologia científica. | | |
| Episódio 2A: Abordando os conceitos químicos na sala de aula | | | |

| | | | |
|---|---|--------------------------|---|
| Turnos 1-6 (professor e alunos) | Recuperar as idéias dos alunos. | Interativa/de autoridade | Reverendo os resultados da atividade experimental com o objetivo de marcar significados-chaves. |
| Turnos 7-39 (professor e alunos) | Explorar os resultados obtidos na atividade experimental. | | Compartilhando significados-chaves e checando o entendimento dos alunos. |
| Turnos 40-50 (professor e alunos) | Aplicar os conceitos em situações práticas associadas ao contexto tecnológico. | | Dando forma aos significados. |
| Turnos 55-57 (professor e alunos) | Introduzir os conceitos de pilhas na sala de aula. | | |
| Turnos 58-81 (professor e alunos) | Desenvolver os conceitos químicos da pilha. | | Desenvolvendo as idéias científicas a respeito das pilhas. |
| Episódio 3A: Ampliando reflexões sobre a problemática do descarte das pilhas e baterias na sala de aula. | | | |
| Turnos 1-8 (professora e alunos) | Apresentar a temática social. | Interativa/dialogica | Explorando idéias sobre a problemática. |
| Turnos 9-27 (professora e alunos) | Explorar a problemática. | | |
| Turnos 29-36 (professora e alunos) | Explicar o porquê do descarte das pilhas e baterias se constituir como uma problemática social. | | Dando forma aos significados frente à problemática em estudo. |
| Turnos 38-44 (professora e alunos) | Conscientizar os alunos. | | Compartilhando significados com o grande grupo. |
| Turnos 44-58 (professora e alunos) | Desenvolver nos alunos atitudes mais responsáveis. | | |

Ao analisarmos como a professora A implementou uma abordagem CTS na sua sala de aula, identificamos dentro das classificações apresentadas por Acevedo e Acevedo (2002), que a professora implementou uma abordagem CTS ressaltando as questões sociais da ciência e da tecnologia, uma vez que levantou discussões

sobre a influência da ciência e da tecnologia na sociedade, e sobre a influência da sociedade na solução de problemas sócio-ambientais relativos à ciência e a tecnologia.

Com relação aos componentes que determinaram os conteúdos químicos abordados, entendemos que no caso da professora A, a abordagem do tema social – o descarte das pilhas e baterias – foi determinado pela ciência, haja vista que os conteúdos químicos – reações de óxido-redução e pilhas – faziam parte da seqüência tradicional dos conceitos químicos trabalhados pela professora. Consideramos que a professora A conseguiu articular na sua sala de aula as inter-relações CTS, ainda que não fosse o tema social que determinasse os conteúdos científicos a serem estudados (SANTOS e SCHNETZLER, 1997). Tratou das relações mútuas da ciência, da tecnologia e da sociedade ao trabalhar os conceitos químicos – reações de óxido-redução – aparatos tecnológicos – pilhas – e a sociedade – problemática do descarte das pilhas e baterias. Embora não tenha sido dada a mesma ênfase a cada uma dessas dimensões.

Quanto à natureza dos componentes CTS – ciência, tecnologia e sociedade – a professora A pareceu tratar a ciência na perspectiva apresentada por Solomon (1988 *apud* SANTOS e SCHNETZLER, 1997), ou seja, como um conjunto de conhecimentos que dentro de um contexto social apresenta possibilidades (episódio 1A) e limitações (episódio 3A) para a sociedade. Isso parece ser compatível com a concepção de ciência apresentada pela professora na entrevista, na qual expressa uma idéia de ciência como uma construção humana. Quanto aos aspectos da tecnologia, com base no episódio 3A, a professora tratou a tecnologia – pilhas e baterias – como instrumentos que fazem parte do cotidiano da sociedade, que solucionam vários problemas do dia-a-dia, mas que não estão excluídos em graves problemas sócio-ambientais, como por exemplo, a contaminação humana advinda dos metais pesados, presentes nas pilhas e baterias. Dessa forma, a professora colocou a tecnologia numa perspectiva instrumental, que vem atender às necessidades da sociedade sem deixar de avaliar possíveis danos que o mau uso da tecnologia pode ocasionar.

Ainda considerando o episódio 3A, verificamos que a professora A procurou informar seus alunos sobre o papel social que podem exercer diante dos problemas ambientais que atingem a todos. E isto foi muito relevante, uma vez que, segundo Solomon (1988 *apud* SANTOS e SCHNETZLER, 1997), os alunos devem compreender o poder de influência que têm como cidadãos da sociedade. Esse tipo de postura parece refletir uma concepção de participação social apresentada pela professora na entrevista.

A análise dos aspectos da prática pedagógica da professora A – intenções, abordagem comunicativa, e formas de intervenções – durante a implementação de uma abordagem CTS, mostrou que a professora A contextualizou os conceitos químicos inserindo-os aos fenômenos do cotidiano de seus alunos, articulou o tratamento dos conceitos químicos com atividade experimental, diversificando dessa forma suas estratégias metodológicas, e despertou a conscientização dos alunos quanto à problemática do descarte das pilhas e baterias. De um modo geral, entendemos que a prática pedagógica da professora A alcançou os objetivos, por ela propostos no planejamento de sua intervenção pedagógica com abordagem CTS.

Quanto à forma como a professora interagiu com seus alunos, observamos alternância de discursos: interativo/dialógico e interativo/de autoridade. Por exemplo, os momentos da discussão constituídos como discursos interativos e de autoridade foram aqueles em que a professora tratou os conceitos químicos. Parece fazer parte da cultura escolar que o professor no tratamento dos conhecimentos científicos, ao direcionar o discurso para o ponto de vista científico não possa abordar outros pontos de vista. Entretanto, nos momentos relevantes para uma perspectiva de ensino CTS, como por exemplo, no episódio 3A, a professora promoveu um discurso dialógico e considerou os pontos de vistas de seus alunos. Consideramos que neste momento, a abordagem comunicativa de caráter dialógico contribuiu para que os alunos se conscientizassem de que, como cidadãos, têm influência na sociedade e podem exercê-la diante de sua participação social.

Quanto às formas de intervenção desenvolvidas pela professora A, verificamos como características da professora, contextualizar, selecionar

significados-chaves, marcar significados, rever significados e compartilhar significados. Essa diversidade nas formas de intervenção durante a implementação de uma abordagem CTS na sala de aula, possibilitou à professora atender suas intenções propostas para tal implementação.

Em resumo, na forma como a professora implementou uma abordagem CTS nas suas aulas de Química, identificamos que os aspectos tecnológico e social poderiam ter sido mais explorados em sala de aula. Ou seja, verificamos que houve uma pequena articulação entre conceitos científicos, produção de pilhas e o problema do descarte das mesmas. Neste caso, essa discussão parece apontar para uma limitação nos processos de formação inicial e continuada que não seriam adequados para professores que pretendam trabalhar numa perspectiva de ensino CTS. Além disso, aponta para a falta de informações técnicas e científicas quanto aos produtos tecnológicos utilizados no dia-a-dia e as suas constantes inovações.

Consideramos a partir das análises dos episódios 1A, 2A e 3A que os aspectos da prática pedagógica da professora A, que dizem respeito às intenções, formas de abordagens comunicativas e formas de intervenção, não se constituíram como obstáculos para uma efetiva implementação da abordagem CTS. No entanto, é importante ressaltar que a dinâmica utilizada na aula 2A foi completamente diferente das ações realizadas por esta professora na aula 1A, ou seja, na aula ministrada fora da perspectiva de ensino CTS.

Em resumo, algumas questões identificadas na referida abordagem podem ser atribuídas aos desafios inerentes à inovação do ensino de ciências, tais como: dificuldade de compor um conteúdo significativo que articule de forma adequada conceitos científicos com uma determinada tecnologia, associados a um tema social relevante; dificuldade em encontrar e até mesmo em elaborar material didático que suporte as discussões em sala de aula; e finalmente, a exigência de uma formação específica e atualizada do professor para cumprir tais desafios.

5.2.2 Aspectos da prática pedagógica do professor B

Inicialmente serão discutidos aspectos de uma aula do professor B observada no seu cotidiano. A referida aula, denominada aula 1B, foi realizada numa turma da 2^a. série do ensino médio de uma escola pública, em horário escolar, contemplou duas aulas geminadas de 50 minutos, e tratou os conceitos de geometria e polaridade as moléculas. Apresentamos o mapa de atividades (quadro 12) a seguir como um resumo da dinâmica da aula 1B do professor B.

**Quadro 12 - Mapa de atividades da aula 1B
(Ministrada em 04/10/06)**

| Tempo (duração) | Atividade desenvolvida | Principais temas | Ações dos participantes | Comentários |
|-----------------|---|---------------------------------------|--|--|
| 5' | Resgate de conceitos trabalhados em aulas anteriores. | Ligações Químicas | O professor faz perguntas aos alunos e os alunos respondem. | Neste momento, os alunos participam ativamente. |
| 5' | Sistematização do novo assunto da aula no quadro. | Geometria e Polaridade das moléculas. | O professor escreve no quadro as anotações. | Durante a explicação do professor, a turma permaneceu em silêncio. |
| 8' | Anotações das informações no quadro. | Geometria e Polaridade das moléculas | Os alunos copiam as anotações feitas pelo professor. | A turma neste momento, estava em silêncio. |
| 10' | Apresentação de exemplos no quadro. | Geometria e Polaridade das moléculas | O professor mostra alguns exemplos no quadro questionando sempre aos alunos. | Os alunos participam complementando as lacunas deixadas pelo professor. |
| 3' | Aplicação de exercício de aprendizagem. | Fórmulas eletrônicas e estruturais. | O professor anota no quadro um exercício de aprendizagem. | Os alunos copiam o exercício em seus cadernos. |
| 10' | Resolução do exercício. | Fórmulas eletrônicas e estruturais. | O professor aguarda que os alunos respondam o exercício em seus cadernos. | Os alunos tentam responder o exercício. |
| 5' | Correção do exercício. | Fórmulas eletrônicas e estruturais. | Dois alunos são solicitados pelo professor para responderem o exercício no quadro. | Os outros alunos participaram na correção do exercício contribuindo com suas colocações. |
| | Final da aula. | | | |

Analisando a aula 1B, observamos que durante toda aula predominaram exposição dos conceitos químicos e atividade de resolução de exercícios. O professor antes da abordagem do conceito - polaridade das moléculas - fez um resgate de conceitos químicos tratados em aulas anteriores tentando situar o novo conteúdo no contexto mais amplo – ligações químicas – para articular conceitos interdependentes. Provavelmente a intenção do professor era possibilitar ao aluno compreender como as ligações químicas explicam a existência de moléculas apolares e polares. Nesse sentido, o professor reforça uma abordagem conceitual com exemplos e exercícios. De um modo geral, o discurso na sala de aula foi interativo, os alunos participavam complementando as frases do professor. Entretanto, como o ponto de vista considerado na aula 1B foi apenas o científico, o discurso também se caracterizou como não dialógico.

Como procedemos na análise da aula 1A da professora A, na aula 1B do professor B não foram considerados nem analisados episódios de ensino. Nesse sentido, direcionamos a discussão para a análise da implementação de uma abordagem CTS na sala de aula do professor B. A intervenção pedagógica foi realizada na mesma turma da aula 1B e ocorreu em dois dias contemplando quatro aulas de cinquenta minutos. Denominamos como aulas 2B e 3B respectivamente os dois momentos que constituíram a intervenção pedagógica do professor B numa perspectiva CTS.

Para descrevermos como o professor B implementou uma abordagem CTS e identificarmos quais aspectos de sua prática pedagógica se constituíram em obstáculos para uma efetiva implementação, elaboramos mapas de atividades para as aulas 2B (quadro 13) e 3B (quadro 14). O professor B implementou as quatro aulas previstas no planejamento elaborado (apêndice G) das quais, extraímos três episódios relevantes para uma perspectiva de ensino CTS. Da aula 2B (as duas primeiras aulas geminadas da seqüência das quatro aulas) um episódio foi extraído, o episódio 1B, e da aula 3B (as duas últimas aulas da seqüência de quatro aulas) foram extraídos os outros dois episódios, o episódio 2B e o episódio 3B. Os episódios de ensino foram transcritos e analisados com base na estrutura analítica do discurso (MORTIMER e SCOTT, 2002).

Apresentamos a seguir para a aula 2B um mapa de atividades realizadas pelo professor B (quadro 13).

**Quadro 13 – Mapa de atividades da aula 2B
(aula ministrada no dia 11/10/2006)**

| Tempo (duração) | Atividade desenvolvida | Principais temas | Ações dos participantes | Comentários |
|-----------------|---|---|---|--|
| 5' | Enquête com os alunos. | Introdução da tecnologia no contexto social. | O professor faz perguntas aos alunos e os alunos respondem levantando as mãos. | Neste momento, o professor fez comparações relativas ao acesso da tecnologia nos dias de hoje e a três anos atrás. |
| 15' | Leitura do texto 1B (anexo C) com o grande grupo. Texto 1B: Metais, Sociedade e ambiente: os metais podem trazer prejuízos ao meio ambiente? | Metais pesados, o meio ambiente, contaminação por metais pesados, e problemas de saúde causados pela contaminação por metais pesados. | O professor, antes da leitura do texto, pergunta aos alunos se os metais podem trazer prejuízos ao meio ambiente. Em seguida, o professor inicia a leitura do texto, revezando com os alunos. | A leitura do texto prosseguiu de forma que os alunos, em suas duplas voluntariamente se revezavam na leitura do texto. |
| 30' | Discussão a partir de questionamentos aos alunos. Episódio 1B: Introduzindo a temática social na sala de aula. | | Após a leitura do texto, o professor inicia a discussão repetindo a questão inicial. | Aparentemente, após a leitura do texto, os alunos responderam à questão inicial com maior convicção. |
| | Resgate das idéias trabalhadas no texto. | Metais, propriedades dos metais, toxicidade dos metais pesados. | O professor e alunos socializam suas idéias e seus posicionamentos. | O professor coloca as questões e os alunos respondem. |
| | Breve introdução aos conceitos químicos envolvidos. | O funcionamento das pilhas (tecnologia) | O professor pergunta onde a química se insere nesta discussão? Os alunos respondem imediatamente. | |
| 5' | Articulação da tecnologia com os conceitos científicos. | Os processos reacionais envolvidos nas pilhas. | O professor explica de forma rápida a funcionalidade de uma pilha e aborda a energia gerada pelas pilhas como produto de processos reacionais. | O professor tentou articular a discussão com os conceitos químicos que seriam tratados posteriormente. |

O mapa acima corresponde a uma dinâmica de aula diferente da aula 1B do respectivo professor, uma vez que foram considerados aspectos diversos que envolvem uma discussão ampla da tecnologia associada aos metais pesados existentes em materiais como as pilhas e outros, estudados na química. Ainda emergiram questões sociais e políticas na discussão em sala de aula, e não apenas o aspecto científico. Entendemos que os objetivos propostos pela orientação curricular CTS exigem, de certa forma, o compromisso por parte do professor de tratar na sala de aula os conceitos científicos vinculados a outros contextos. Como podemos observar no mapa de atividades (quadro 13), o episódio 1B: **introduzindo a temática social na sala de aula**, foi extraído do momento da aula em que o professor iniciou a discussão com base no texto 1B: *Metais, Sociedade e ambiente: os metais podem trazer prejuízos ao meio ambiente?* (anexo C). Justificamos a escolha do referido episódio por entendermos que numa perspectiva de ensino CTS, o momento da introdução do tema social se constitui como questão central, visto que, de acordo com Santos e Schnetzler (1997), a característica básica dessa perspectiva de ensino é o tratamento de problemas sociais como pontos de partida e chegada das seqüências de ensino. Vale ressaltar nesse sentido a aula 2B do professor B apresentou uma dinâmica diferente da aula 2A professora A, isso devido a diferentes etapas de abordagens aos conteúdos químicos em cada uma das turmas.

No episódio 1B, o professor inicialmente colocou algumas questões para a turma e solicitou aos alunos que respondessem de acordo com o texto lido. Em seguida, à medida que os alunos iam respondendo, o professor explicava os conceitos químicos, presentes nas respostas dos alunos. Neste momento de discussão, percebemos que o professor explorou mais questões referentes aos conceitos científicos. E de forma tímida, direcionou os questionamentos para o aspecto social. A seguir, o episódio 1B transcrito ilustra o processo discursivo na sala de aula.

EPISÓDIO 1B – INTRODUZINDO A TEMÁTICA SOCIAL NA SALA DE AULA

(()) O professor inicia a aula levantando questionamentos para os alunos.

1- Professor: Primeiro vamos tentar verificar o papel da tecnologia dentro do nosso contexto social. Há dois anos quem tinha DVD em casa? Levante a mão. E hoje, quem tem DVD? Há três anos atrás

| |
|---|
| quantos de vocês tinham celular? Hoje quantos de vocês têm celular? |
| (()) Muitos alunos levantavam à mão a cada questionamento feito. |
| 2- Professor: Pessoal é neste contexto que a gente vai tentar agora fazer uma discussão baseada num texto. Eu gostaria de contar muito com a participação de vocês. Posso contar? |
| 3- Alunos: Pode. |
| (()) O professor solicita que os alunos se organizem em círculo e distribui o texto 1B para cada dupla. Em seguida, inicia a leitura do texto e vai revezando a leitura com os alunos. |
| (()) Antes de iniciar a leitura do texto o professor coloca para os alunos a seguinte questão. |
| 4- Professor: Os metais podem trazer prejuízos ao meio ambiente? Sim ou não? |
| 5- Alunos: Sim. |
| 6- Professor: Então eu percebo que a maioria de vocês mesmo sem ler o texto já tem de forma intuitiva (...) |
| (()) A leitura é iniciada pelo professor e continua com a participação alternada dos alunos. |
| (()) Após a leitura do texto 1B. |
| 7- Professor: Pessoal, gostaria que vocês abrissem os cadernos que a gente vai fazer algumas observações (...) Eu tenho algumas perguntas a fazer e agora a gente não vai questionar se está certo ou errado. Agora mais do que nunca eu quero a participação de vocês em relação às respostas. Eu quero refazer a pergunta que fiz no início quando perguntei a vocês se os metais podem trazer prejuízos ao ambiente. Mesmo antes da leitura do texto, vocês disseram para mim que... |
| 8. Alunos: Sim! |
| 9. Professor: E agora pessoal? Depois da leitura do texto o que vocês acham? |
| 10. Aluno: Eu acho que sim (...) |
| 11. Aluno: (inaudível). |
| 12. Professor: Seguindo a ordem de quem levantou a mão. Mais alguém gostaria de fazer um comentário sobre por que estes metais trazem prejuízo ao meio ambiente? |
| 13. Aluno: (inaudível) |
| 14. Professor: Mais algum aluno? (+) Não? Bom, eu tenho outras perguntas para fazer a vocês. Certo? A primeira pergunta é o que é metal? |
| 15. Professor: Baseado na leitura do texto o que seria metal? (+) Vocês têm alguns minutos para que vocês possam encontrar no texto o que é um metal. |
| (+) (()) Os alunos tentam responder a questão colocada. |
| 16. Professor: Eu vou perguntar a quem já terminou, os demais podem continuar a pesquisar. Minha querida como é o seu nome? |
| 17. Aluna: (inaudível) |
| 18. Professor: Mais algum aluno? Pois não. |
| 19. Aluna: São materiais constituídos por ligações metálicas. |
| 20. Aluno: (inaudível) |
| 21. Professor: Certo. Alguns alunos chegaram a mencionar as características dos metais. |
| 22. Alunos: Brilho, cor, maleabilidade, ductibilidade... |

| |
|---|
| 23. Professor: O significado da palavra ductibilidade. Coloque aí, por favor, capacidade de formar fios. Muitas vezes a gente fala e não sabe o que está falando. Maleabilidade vem de que pessoal? |
| 24. Alunos: Maleável. |
| 25. Professor: Se vocês forem ver no dicionário, maleabilidade é capacidade de envergadura. Condutividade talvez seja uma das principais características dos metais. O que significa condutividade elétrica, alguém poderia me dizer? Condutividade vem de? |
| 26. Aluno: Conduzir. |
| 27. Professor: Elétrica vem de que? |
| 28. Alunos: Elétrons. |
| 29. Professor: Então o que seria condutividade elétrica? |
| 30. Alunos: Conduzir elétrons. |
| 31. Professor: Então poderíamos dizer que os metais têm a características de que? |
| 32. Alunos: Conduzir elétrons. |
| 33. Professor: Conduzir corrente elétrica. Muito bem! |
| 34. Eu vou dizer as perguntas e vocês respondem logo para mim. Por que os metais são considerados materiais tóxicos? Vocês já sabem o que são os metais, e por que são considerados materiais tóxicos? |
| (+) |
| 35. Aluno: (inaudível) |
| 36. Professor: Vou refazer a pergunta. Por que os metais são considerados materiais tóxicos? |
| 37. Aluno: (inaudível) |
| 38. Professor: Ter massa atômica elevada não é justificativa para o grau de toxidade. A gente não pode fazer tal grau de correlação. Existem outros fatores. Vejam no texto quais são esses outros fatores. |
| (+) |
| 39. Professor: Existe uma incapacidade desses seres (vivos citados no texto). Alguém poderia me dizer qual seria essa incapacidade? |
| 40. Aluna: Não conseguem eliminar quando absorvidos. |
| 41. Professor: Perfeito. Fica claro para todos pessoal? Então por não conseguirmos absorvê-lo e depois despreza-los, eles acabam fazendo parte do nosso metabolismo orgânico, e dessa forma começa a mexer e a mudar o comportamento orgânico, fazendo mal de alguma forma à saúde. |
| 42. Aluno: Qual a pergunta professor? |
| 43. Professor: Por que os materiais que contêm metais pesados não podem ser jogados de qualquer jeito? Vocês podem justificar para mim porque não? |
| 44. Aluno: (inaudível) |
| 45. Professor: É verdade. (...) Pessoas que fazem parte do poder público, ou seja, que fazem as leis, tentarem solucionar esse tipo de situação. De que forma os fabricantes, de que forma as pessoas devem conduzir os dejetos desses materiais. Infelizmente não foi nada avançado. O que temos hoje é uma orientação das fábricas. |
| 46- Professor: Agora eu vou fazer outras perguntas a vocês. Falamos de metais, falamos que eles são tóxicos e que eles contaminam o meio ambiente. Mas a gente consegue viver sem alguns desses |

| |
|--|
| metais? |
| (()) O professor coloca para a turma uma situação em que existe a necessidade das pilhas e menciona que elas têm uma funcionalidade. Em seguida abre uma discussão sobre os avanços tecnológicos de alguns materiais, como os celulares, por exemplo. No final da discussão, o professor faz um resgate do que foi discutido. |
| 47- Professor: Para encerrar esta primeira parte. Pessoal onde está a química? Nós falamos do aspecto social, falamos das características da tecnologia, mas onde está a química neste contexto? |
| 48- Alunos: Metal. |
| (()) O professor faz breves considerações sobre as reações que ocorrem nas pilhas fazendo uma articulação com as atividades da próxima aula. |

O nosso objetivo na análise do episódio 1B foi investigar como o professor B introduziu a problemática social – o descarte das pilhas e baterias no meio ambiente – em sua sala de aula. Isso porque na orientação de ensino CTS, para desenvolver nos alunos atitudes e valores de responsabilidade e participação social, segundo Bustamante (1997), o professor deve tanto promover debates com os alunos considerando a implementação, eliminação ou substituição de uma determinada tecnologia, como fomentar nos alunos o reconhecimento da possibilidade de melhorar a qualidade de vida frente ao desenvolvimento científico e tecnológico. Entretanto, percebemos que o professor tratou o aspecto social de forma sucinta. O texto 1B trabalhado trazia informações amplas como, exemplos de metais pesados mais comuns, onde são encontrados esses metais pesados, e os problemas de saúde por eles causados, entretanto o professor não explorou tais informações na discussão com o grande grupo, retratada no episódio 1B na sua totalidade. A nosso ver, o professor poderia neste momento da aula, ter dado maior ênfase ao aspecto social e explorado mais as implicações sócio-ambientais advindas do descarte de metais pesados em locais não apropriados para que os alunos percebessem a situação acerca do descarte das pilhas e baterias como um problema social, o qual, de certa forma, envolve a todos. O fato de ter um texto guiando a discussão em sala de aula parece ter favorecido uma postura de menor envolvimento do professor com o assunto discutido. Nesse sentido, uma questão que pode ser evidenciada diz respeito ao estatuto que tais discussões ganham na aula do professor.

Por outro lado, durante a discussão observamos que o professor favoreceu um clima agradável na sala de aula, o que possibilitou uma maior participação dos

alunos. De acordo com Penick (1993, *apud* ACEVEDO, 1996a), faz parte da ação pedagógica numa perspectiva de ensino CTS, o favorecimento de um clima agradável na sala de aula para promover a interação e a estimulação de questionamentos pelos alunos. Quando o professor colocou que não questionaria nesse primeiro momento as respostas dos alunos como certas ou erradas (turno 7) contribuiu para uma maior participação dos alunos.

Analisando os aspectos da prática pedagógica do professor B no episódio 1B, identificamos como intenções do professor: situar o tema – a problemática do descarte das pilhas e baterias – na sala de aula. Quando colocou para a turma *os metais podem trazer prejuízos ao meio ambiente?* (turno 4), tentou levantar expectativas dos alunos acerca do conteúdo do texto; explorar as informações trazidas no texto haja vista que após a leitura colocou alguns questionamentos para a turma e solicitou que buscassem as respostas no texto 1B (turnos 15 e 38); e explicar os conceitos químicos presentes no texto 1B, pois à medida que os alunos iam respondendo as questões colocadas, o professor explicava os conceitos científicos apresentados nas respostas dos alunos (turnos 15-41). Quando os alunos citaram algumas propriedades dos metais (turno 22), o professor explicou quimicamente os conceitos maleabilidade e condutividade. Isso pôde ser percebido quando colocou *o que significa condutividade elétrica?* (turno 25) e vai conduzindo as discussões com os alunos: *elétrica vem de que?* (turno 27), *então os metais têm a característica de que?* (turno 31), até os alunos chegarem à conclusão de que os metais conduzem a corrente elétrica. No último momento da discussão, percebemos que o professor teve a intenção de inserir os metais pesados na problemática do descarte das pilhas e baterias. Quando colocou a questão *por que os metais são considerados materiais tóxicos?* (turno 34), tentou discutir o papel destes materiais na problemática abordada. Entretanto, entendemos que esta última intenção do professor ficou limitada. Aspectos relevantes sobre os problemas causados pelo descarte de materiais com metais pesados abordados no texto, não foram explorados na discussão. De um modo geral, observamos que em boa parte dos questionamentos promovidos pelo professor o aspecto científico predominou. E de forma tímida, o professor direcionou a discussão para o aspecto social.

Quanto à análise dos aspectos da abordagem comunicativa no episódio analisado, percebemos que o discurso se constituiu como interativo porque houve a participação tanto do professor como dos alunos. Entretanto, convém mencionarmos que os diferentes pontos de vista colocados em contato (AMARAL e MORTIMER, 2006), e não explorados pelo professor, caracterizou o processo de discussão como interativo/ de autoridade, uma vez que a participação dos alunos foi limitada aos questionamentos colocados pelo professor. Isto pode ser verificado mesmo que na transcrição do episódio tenha havido dificuldades técnicas com relação à fala dos alunos. Quando o professor questionou *por que os metais pesados não podem ser jogados de qualquer jeito?* (turno 43), poderia ter aberto uma discussão mais ampla do ponto de vista social, visto que esta era a questão central para promover as articulações CTS diante da problemática abordada.

Dessa forma, consideramos que o modo como o professor conduz a discussão de um tema social na sala de aula é fundamental para alcançar os objetivos propostos pela orientação de ensino CTS, ou seja, promover a participação ativa dos alunos nos processos de discussões sobre problemáticas sociais para que construam atitudes mais amadurecidas quanto às implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico (FOUREZ, 1995; BUSTAMANTE, 1997; ACEVEDO, 1996b; SANTOS e SCHNETZLER, 1997; TEIXEIRA, 2003). A nosso ver, se o professor não explora e questiona as idéias apresentadas pelos alunos sobre uma problemática que envolve a sociedade, minimiza as possibilidades desses alunos de analisarem seus posicionamentos diante de tal problemática.

Na análise das formas de intervenção, tomando por base àquelas apresentadas por SCOTT (1998 *apud* MORTIMER e SCOTT, 2002), observamos que o professor inicialmente situou o tema que seria lido a partir do texto 1B, *os metais podem trazer prejuízos ao meio ambiente. Sim ou não?* (turno 4). Em seguida, o professor selecionou e marcou significados-chaves ao questionar *o que é metal* (turno 14) e abordar algumas características dos metais (turnos 21-33). Parece-nos que quando o professor colocou a questão *por que os metais pesados são considerados tóxicos* (turno 34), teve a intenção de conduzir a discussão para a problemática do descarte das pilhas e baterias e neste momento marcou significados-chaves. Finalmente, o professor rever os significados tratados quando

colocou *por que os materiais que contêm metais pesados não podem ser jogados de qualquer jeito?* (turno 43), tentando criar articulações com o tema abordado.

A seguir apresentamos a síntese da análise do episódio 1B.

Quadro 14 - Síntese da análise do episódio 1B

| Turnos e sujeitos do discurso | Intenções do professor | Abordagem comunicativa | Formas de intervenção |
|--------------------------------------|---|--------------------------|--|
| Turno 4 (professor) | Situar o tema – a problemática do descarte das pilhas e baterias – na sala de aula. | Interativa/de autoridade | Situando a temática. |
| Turnos 15-38 (professor e alunos) | Explorar as informações trazidas no texto | Interativa/de autoridade | Selecionando e marcando significados-chaves. |
| Turnos 15-41 (professor e alunos) | Explicar os conceitos químicos presentes no texto. | Interativa/de autoridade | |
| Turnos 34-45 (professor e alunos) | Inserir os metais pesados na problemática do descarte das pilhas e baterias | Interativa/de autoridade | Reverendo os significados. |

O segundo momento da implementação de uma abordagem CTS pelo professor B constituiu a última etapa da implementação, que ocorreu na aula 3B. A seguir apresentamos o mapa de atividades da aula 3B.

Quadro 15 - Mapa de atividades da aula 3B
(aulas ministradas em 18/10/2006)

| tempo | Atividade desenvolvida | Principais temas | Ações dos participantes | Comentários |
|-------|---|---|---|---|
| 10' | Resgate do que foi trabalhado na aula anterior. Episódio 2B: Articulando os conceitos químicos na sala de aula. | Metais; Metais pesados; Descarte das pilhas e baterias. | O professor resgata a partir de questionamentos os principais aspectos tratados na aula anterior. | Os alunos foram participativos neste momento. |
| 25' | Abordagem dos conceitos | Número de oxidação; | O professor explica os conceitos | O professor conduz a discussão em |

| | | | | |
|-----|---|--|---|---|
| | químicos. Episódio 2B: Articulando os conceitos químicos na sala de aula. | Oxidação; Redução; Reações de óxido- redução; Pilhas. | químicos sistematizando-os no quadro. | todos os momentos. |
| 28' | Retorno à temática social. Episódio 3B: Retomando a temática social na sala de aula. | Soluções alternativas para a problemática do descarte das pilhas e baterias. | O professor faz alguns comentários sobre a presença dos metais pesados no meio ambiente e os prejuízos por eles causados. | Os alunos escutam o professor em silêncio. |
| | Elaboração de cartazes pelos alunos. | Soluções alternativas para a problemática do descarte das pilhas e baterias. | O professor solicita aos alunos que se dividam em grupo e elaborem cartazes para expressarem suas idéias e/ou sugestões quanto à problemática do descarte das pilhas. | Os alunos participaram ativamente da atividade em grupo. |
| 15' | Socialização com o grande grupo. | Soluções alternativas para a problemática do descarte das pilhas e baterias. | Os grupos socializam com o grande grupo suas sugestões para minimizarem a problema ambiental causado pelo descarte não apropriado das pilhas. | Dois alunos de cada grupo apresentaram para o grande grupo os cartazes por eles elaborados. |

Os episódios selecionados para análise, apresentados no mapa de atividades acima (quadro 14), foram: **articulando os conceitos químicos na sala de aula** (episódio 2B); e **retomando a temática social na sala de aula** (episódio 3B). O episódio 2B foi extraído do momento da aula em que o professor abordou os conceitos químicos relacionados às Pilhas. O episódio 3B, foi extraído do momento da aula em que o professor, após a abordagem conceitual, retomou a discussão da temática social. Consideramos a retomada à problemática social após o tratamento dos conceitos científicos fundamental numa abordagem CTS, pois entendemos que é neste momento que os conhecimentos científicos abordados pelo professor se constituem com um instrumento para ampliar a compreensão dos alunos acerca das implicações sociais da ciência e da tecnologia (FOUREZ, 1994).

No episódio 2B, o professor inicialmente, resgatou as idéias trabalhadas na aula anterior e procurou inserir a abordagem dos conceitos químicos no contexto do que foi discutido sobre a problemática do descarte dos materiais com metais pesados. Em seguida, iniciou a abordagem propriamente dita dos conceitos químicos. O episódio transcrito ilustra a discussão na sala de aula.

EPISÓDIO 2B - ARTICULANDO OS CONCEITOS QUÍMICOS NA SALA DE AULA

| |
|--|
| 1. Professor: Boa tarde pessoal. Vamos lembrar o material que a gente trabalhou na semana passada e o que ficou de recado para gente (...). Na aula passada a gente falou sobre o que? Lembra? |
| 2. Alunos: Metal. |
| 3. Professor: Sobre o quê? |
| 4. Alunos: Metal. |
| 5. Professor: Tudo bem. É (...) Chegamos a falar através do texto, a comentar, cuidados que se deve ter ao jogar materiais contendo o que? |
| 6. Alunos: Metais. |
| 7. Professor: Metais. Principalmente no solo, jogar em qualquer lixo. Vocês chegaram a fazer algumas observações, alguns alunos chegaram a fazer algumas constatações de que era imprescindível não jogar bateria de celular em qualquer lixo. Não é pessoal? |
| 8. Alunos: Não. |
| 9. Professor: A gente pode jogar pilhas comuns no solo? |
| 10. Alunos: Não. |
| 11. Professor: De jeito nenhum não é? Bom. A gente falou na estória da pilha e na estória da bateria de celular. E eu falei para vocês que isso tinha a ver com química. Não é verdade? (...) Todo mundo sabe para que serve uma pilha. Mas vamos ver quantos aqui sabiam que a pilha, a bateria, elas são tecnologias desenvolvidas a partir de conceitos de química. O que é isso que nós vamos fazer agora. |
| 12. Professor: Já usaram pilhas? |
| 13. Alunos: Já. |
| 14. Professor: A grande maioria lembra da estatística que a gente fez, quem tem celular tem bateria. (...) Nós temos que enfatizar aqui é o que contempla essa tecnologia partiu de alguns pressupostos do conhecimento científico. (...) Para falar de pilhas, precisamos de alguns pré-requisitos. Primeiro saber o que é um processo de óxido-redução. O que é isso que nós vamos saber agora. Primeiro a identificação do conceito de Nox. Bom. Nox significa o número de oxidação. Eu vou tentar falar para vocês de uma forma bem simplificada. A gente pode dizer que o número de oxidação serve para indicar para gente a quantidade de ligação que aquela espécie química pode fazer. Se aquela espécie química ganha ou perde elétrons. Bom. Algumas regrinhas sobre o número de oxidação são necessárias lembrar aqui. Por exemplo, os elementos da família 1A vão apresentar nox +1, os elementos da família 2A vão apresentar nox fixo +2, elementos como fluór, cloro, bromo e iodo têm nox fixo igual a -1. Eu preciso ver que... Observação 1: o somatório das cargas em uma molécula é igual a zero. Geralmente, na maioria dos casos, o oxigênio vai apresentar nox -2. O hidrogênio geralmente vai apresentar nox +1. A primeira |

| |
|--|
| pergunta. O que significa a abreviação do nox? |
| 15. Alunos: Número de oxidação. |
| 16. Professor: Eu lembro que disse a vocês que ele serve para indicar, de forma bem resumida, a quantidade de ligações que a espécie química pode fazer. Se ela ganhou ou perdeu elétrons. |
| (()) O professor explica um exemplo no quadro. |
| 17. Professor: Quem fica carregado positivamente é porque perde...? |
| 18. Alunos: Elétrons. |
| 19. Professor: Quem fica carregado negativamente é porque... |
| 20. Alunos: Ganha. |
| 21. Professor: São inteligentes. |
| 22. Professor: Bom. Olha para o quadro! (chamando a atenção dos alunos). A família 2 A qual é o número de oxidação?? |
| 23. Alunos: Dois. |
| 24. Professor: Isso quer dizer que os elementos da família 2 A podem fazer quantas ligações? |
| 25 Alunos: Duas. |
| 26. Professor: Ganha ou perde? |
| 27. Aluno: Perde. |
| 28. Professor: Baseado nestas regrinhas a gente vai calcular o número de oxidação para alguns átomos pertencentes a estas moléculas. |
| (()) Na abordagem do conceito de nox, o professor utilizando exemplos no quadro, mostra aos alunos como calcular o número de oxidação. |
| 29. Professor: Bom gente isso é a determinação do número de oxidação. Não copia nada. Para que eu estou chamando atenção para isso aqui? Porque se você sabe identificar o número de oxidação das espécies, você vai poder prever e perceber se a espécie química oxidou-se ou reduziu-se. (...). O primeiro conceito de hoje que a gente vai aprender é o de oxidação. Uma definição simples de oxidação (...) é dizer que na espécie ocorre aumento do nox. A oxidação é então o processo que ocorre com aumento do nox. E por que aumenta o nox? Porque está perdendo elétrons. |
| (()) Neste momento o professor volta ao quadro e escreve um exemplo no quadro para explicar o aumento do nox . |
| 30. Professor: Isso é uma substância simples. Vou colocar aqui como segunda observação, substância simples tem nox igual a zero. Todo mundo sabe o que é uma substância simples? Formada por um único elemento químico. Zinco é uma substância simples? |
| 31. Alunos: É. |
| 32. Professor: Se ele sai de zero para +2, o número de oxidação dele aumentou ou diminuiu? |
| 33. Alunos: aumentou. |
| 34. Professor: Se aumentou o nox, a gente pode dizer que aconteceu o que com ele? |
| 35. Alunos: Oxidação. |
| 36. Professor: Vamos aprender que oxidação é o processo em que há o aumento do nox. Agora, por que aumenta o nox? Aumenta o nox porque a espécie química está perdendo o que pessoal? |

| |
|---|
| 37. Alunos: Elétrons. |
| (()) O professor vai ao quadro novamente e reforça o conceito de oxidação. |
| 38. Professor: Bom. Se a oxidação é o processo que se dá pelo aumento do nox, redução é o processo que se dá com diminuição. Posso perguntar? |
| 39. Alunos: Pode. |
| 40. Professor: Redução é o processo que se dá pela diminuição de que pessoal? |
| 41. Alunos: Do nox. |
| 42. Professor: Bom. E o que acontece com os elétrons? Ganha ou perde? |
| 43. Alunos: Perdem/ganham. |
| 44. Professor: Já vi que o pessoal não conseguiu compreender muito bem isso aqui. Vamos devagarinho. |
| (()) O professor volta ao quadro para explicar novamente os conceitos de oxidação e redução. |
| 45. Professor: Isso ficou claro para vocês? A gente definiu o que seria oxidação e redução. Oxidação é o processo que ocorre com perda de...? |
| 46. Alunos: Elétrons. |
| 47. Professor: Então a espécie química que está se oxidando é aquela que está perdendo...? |
| 48. Alunos: Elétrons. |
| 49. Professor: A espécie que está diminuindo o seu nox está reduzindo por que está o que? |
| 50. Alunos: Ganhando elétrons. |
| 51. Professor: Bom, gente. Pra que eu chamei atenção para isso? Oxidação se dá pelo processo da perda de elétrons e redução é um processo que se dá quando a espécie química ganha elétrons. Vamos imaginar o que? A pilha. Pessoal imagine que eu tivesse duas soluções que necessariamente quando colocasse espécies químicas em contato, por exemplo, o zinco está perdendo ou ganhando elétrons? |
| (()) O professor escreve equações químicas no quadro. |
| 52. Alunos: Perdendo. |
| 53. Professor: E o cobre? |
| 54. Aluno: Ganhando. |
| (()) O professor apresenta no retroprojeto um esquema da pilha de Daniel. |
| 55. Professor: Bom, o processo de óxido-redução é o processo que se dá quando ao mesmo tempo uma espécie química oxida e outra espécie química se reduz. Ou seja, a espécie química perde elétrons e a outra espécie química...? |
| 56. Alunos: Ganha elétrons. |
| 57. Professor: Aí um cara lá há algum tempo atrás percebeu que estas reações químicas em que um perdia elétrons e outro ganhava elétrons se colocasse esses reagentes em contato iria gerar o que a gente chama na Física de ddp (...), diferença de potencial, ou seja, iria conseguir gerar a corrente elétrica. Então na realidade o que seria uma pilha? Seria um processo reacional, ou seja, uma reação de óxido-redução aonde a reação química iria gerar corrente elétrica. E por que iria gerar corrente elétrica? Porque nós teríamos lá espécies químicas que iriam perder elétrons e espécie química que iria |

ganhar elétrons. A gente pode tentar visualizar o processo.

(()) O professor utiliza o retroprojektor para apresentar o esquema da pilha de Daniel e vai explicando cada componente do esquema com suas respectivas nomenclaturas. Após a explicação o professor faz um resgate do que foi abordado. A aula continua com a apresentação de outros conceitos químicos relativos às pilhas.

Na análise do episódio 2B, tivemos como objetivo investigar como o professor B articulou os conceitos químicos com o aparato tecnológico pilha e com a temática social do descarte das pilhas e baterias. De um modo geral, observamos que o professor teve a preocupação de fazer tal articulação. Antes da abordagem conceitual retomou as questões da problemática do descarte das pilhas e baterias (turnos 1-10), caracterizou pilhas e baterias como tecnologias e associou o funcionamento dessas tecnologias aos conceitos químicos (turno 11). Nesse sentido, concordamos com Acevedo (1996b) quando afirma que na abordagem CTS, propõe-se compreender melhor como a ciência e a tecnologia estão inseridas no contexto social.

Quanto aos aspectos da prática pedagógica do professor B no episódio 2B, percebemos como intenções do professor: retomar as questões do descarte das pilhas e baterias (turnos 1-10); caracterizar pilhas e baterias como tecnologias desenvolvidas a partir dos conceitos químicos (turno 14); e explicar os conceitos químicos envolvidos no funcionamento das pilhas (turnos 14-57). De modo geral, a explicação dos conceitos químicos pelo professor predominou neste momento analisado.

Com relação à análise dos aspectos da abordagem comunicativa, observamos que o discurso produzido se constituiu de forma interativa, pois o professor, durante todo processo, interagiu com os alunos (turnos 1-57). Entretanto, consideramos este discurso como interativo/de autoridade por dois motivos. Primeiro, porque durante a maior parte do tempo, apenas o ponto de vista científico foi explorado (turnos 13-47), e segundo, porque a participação dos alunos foi limitada e direcionada pelas perguntas colocadas pelo professor. Em alguns momentos durante a exposição conceitual, o discurso caracterizou-se como não-

interativo/de autoridade, uma vez que o professor, como único sujeito da comunicação na sala de aula abordou unicamente o ponto de vista científico.

Quanto às formas de intervenção do professor B no episódio 2B, identificamos que o professor reviu significados (turnos 1-10); deu forma aos significados (turno 11); selecionou e marcou significados-chaves e checkou o entendimento dos alunos.

A seguir apresentamos a síntese da análise do episódio 2B.

Quadro 16 - Síntese da análise do episódio 2B

| Turnos e sujeitos | Intenções do professor | Abordagem comunicativa | Formas de intervenção |
|--------------------------------------|--|-------------------------------|--|
| Turnos 1-10 (professor e alunos) | Retomar as questões do descarte das pilhas e baterias; | Interativa/de autoridade | Reverendo significados |
| Turno 14 (professor) | Apresentar pilhas e baterias como tecnologias desenvolvidas a partir dos conceitos químicos. | | Dando forma aos significados. |
| Turnos 14-57 (professor e alunos) | Explicar os conceitos químicos envolvidos no funcionamento das pilhas. | Não interativa/de autoridade | Selecionando, marcando e checkando os significados-chaves. |

No episódio 3B, o professor inicialmente levantou alguns aspectos tratados na aula passada, tais como: os metais pesados e os prejuízos causados por eles ao meio ambiente. Em seguida reforçou a questão da problemática social e solicitou uma atividade aos alunos para que expressassem seus posicionamentos frente à problemática do descarte das pilhas e baterias apresentando alternativas para solucionar ou minimizar a temática social em questão. O episódio transcrito a seguir, ilustra o processo discursivo.

EPISÓDIO 3B: RETOMANDO A TEMÁTICA SOCIAL NA SALA DE AULA

1. Professor: Baseado nestes conceitos, a semana passada a gente falou no aspecto social de trabalhar com metais. Alguns desses metais são chamados de metais pesados, e que podem trazer o quê? Prejuízos (...). E percebemos que algumas tecnologias, como por exemplo, as pilhas e baterias de

| |
|---|
| celular que nós usamos bastante, mas sem os fundamentos teóricos, a informação científica. O que a gente trabalhou agora? Conceito de pilhas. Baseado neste contexto, o que eu vou pedir a vocês? Vou pedir que vocês façam um elo de ligação entre o que a gente conversou na aula passada e o que a gente viu em termos de conceitos até agora. Não só o conceito de pilhas, mas também a importância desse conceito em seu uso. Pessoal, hoje se perguntarem a vocês: eu posso pegar qualquer pilha dessas alcalinas e jogar fora em qualquer local? |
| 2. Alunos: Não. |
| 3. Professor: Você sabe que se fizer isso pode trazer prejuízos ao meio ambiente. Concordam comigo? |
| 4. Alunos: Sim. |
| 5. Professor: Então o que vamos fazer aqui? Vamos pegar estes conceitos científicos e tentar fazer uma comunhão entre os dois (...) Vocês vão citar de forma resumida, através de desenhos ou frases, de que forma, a partir do que a gente acabou de ver, para que a gente pudesse minimizar os efeitos, por exemplo, jogando fora pilhas, baterias, materiais eletroeletrônicos, que muitas vezes poderiam (inaudível) o que pode ser feito para minimizar os efeitos (...). Vocês vão elaborar um cartaz sugerindo soluções em relação a essa problemática social. |
| (()) O professor explica aos alunos como devem proceder na atividade e solicita que se organizem em pequenos grupos. |
| 6. Professor: Vocês vão tentar elaborar um cartaz sugerindo soluções em relação a problemática social. De que forma nós poderíamos resolver isso? |
| (()) A turma organizada nos grupos começa a elaborar os cartazes. |
| 7. Professor: A gente pode jogar material que tenha metais pesados de qualquer jeito no meio ambiente? |
| 8. Alunos: Não. |
| (()) Os grupos elaboraram seus cartazes para a socialização dos resultados ao grande grupo. Os alunos formam um grande círculo e começam as apresentações. |

Na análise do episódio 3B, tivemos o objetivo de investigar como o professor B procurou desenvolver nos alunos atitudes responsáveis frente à problemática do descarte das pilhas e baterias. De modo geral, o professor procurou reforçar as inter-relações CTS aos alunos. Em sua fala (turno 1), voltou a mencionar a problemática social, associou esta problemática aos aparatos tecnológicos, no caso, as pilhas e baterias, e colocou os conceitos científicos como meio dos alunos compreenderem o funcionamento da pilhas, mas pouca discussão do ponto de vista científico foi feita com relação ao descarte das pilhas e baterias que constitui um problema para a sociedade. Em seguida, o professor buscou uma forma dos alunos se posicionarem frente ao problema do descarte, e solicitou que eles formassem grupos para elaborarem cartazes apresentando suas sugestões para diminuir a problemática do descarte das pilhas e baterias. Dessa forma, considerando o que foi

colocado por com Hodson (1993, *apud* MACEDO e KATZKOWICK, 2003), verificamos que o professor procurou incluir neste momento de sua aula, relações dos conceitos químicos com questões sociais e tecnológicas. No entanto, a abordagem aos conceitos químicos e tecnológicos parece não ter sido suficiente para os alunos compreenderem com mais profundidade os fenômenos envolvidos no descarte da pilha. Nesse sentido, isso pode desfavorecer o reconhecimento pelo aluno de que precisa dos conhecimentos químicos e tecnológicos para se posicionar e julgar as implicações sociais provocadas pelo desenvolvimento científico e tecnológico (MACEDO e KATZKOWICK, 2003).

Analisando os aspectos da prática pedagógica do professor B a partir do episódio 3B, verificamos como intenções do professor: articular os conceitos químicos com os aparatos tecnológicos pilhas e baterias e com a problemática do descarte das pilhas e baterias (turnos 1); resgatar idéias acerca da problemática social (turnos 1-4); e desenvolver reflexões e atitudes críticas frente à referida problemática (turnos 5-8). Quando o professor colocou *de que forma nós poderíamos resolver isto?* (turno 6) abriu possibilidades para que os alunos refletissem e expressassem suas propostas alternativas de solução. Isso foi apresentado pelos alunos na socialização dos cartazes confeccionados para o grande grupo. Neste momento os alunos expressaram sugestões mais de sensibilização com o tema do descarte das pilhas do que fizeram propostas de ação com base no ponto de vista científico.

Quanto aos aspectos da abordagem comunicativa, observamos inicialmente que o discurso se caracterizou como interativo/de autoridade pelo fato do professor direcionar, de certa forma, os posicionamentos dos alunos diante da problemática do descarte das pilhas e baterias (turnos 1-4). Entretanto, quando o professor deixou os alunos à vontade para expressarem suas sugestões acerca da respectiva problemática (turno 5), o discurso passou de interativo/de autoridade para interativo/dialógico, uma vez que o professor considerou diferentes propostas de solução dadas pelos alunos.

Analisando as formas como o professor conduziu as discussões, identificamos que inicialmente (turnos 1-4) o professor marcou significados-chaves

ao reafirmar a idéia do descarte das pilhas e baterias como uma problemática social. Em seguida, o professor compartilhou significados quando socializou os resultados apresentados pelos alunos ao grande grupo (turno 5).

A seguir apresentamos a síntese de análise do episódio 3B.

Quadro 17 – Síntese da análise do episódio 3B

| Turnos e sujeitos | Intenções do professor | Abordagem comunicativa | Formas de intervenção |
|------------------------------------|--|-------------------------------|------------------------------|
| Turno 1 (professor) | Articular os conceitos químicos com os aparatos tecnológicos pilhas e baterias e com a problemática do descarte das pilhas e baterias. | Interativa/de autoridade | Marcando significados. |
| Turnos 1-4 (professor e alunos) | Resgatar idéias acerca do problema do descarte das pilhas e baterias. | Interativa/dialógico. | Compartilhando significados. |
| Turnos 5-8 (professor e alunos) | Desenvolver reflexões e atitudes críticas frente à problemática. | | |

Como o nosso propósito nesta investigação foi analisar como o professor B implementou uma abordagem CTS em sua sala de aula e quais aspectos da sua prática pedagógica poderiam se constituir como obstáculos para uma efetiva implementação, elaboramos um quadro resumo da análise da seqüência das aulas do professor B durante a implementação de uma abordagem CTS (quadro 18).

Quadro 18 - Síntese de análise da seqüência das aulas do professor B na implementação de uma abordagem CTS

| Episódios Turnos Sujeitos | Intenções do professor | Abordagem comunicativa | Formas de intervenção |
|---|---|-------------------------------|--|
| Episódio 1B: Introduzindo a temática social na sala de aula | | | |
| Turno 4 (professor) | Situar o tema – a problemática do descarte das pilhas e baterias – na sala de aula. | | Dando forma aos significados. |
| Turnos 15-38 (professor e alunos) | Explorar as informações trazidas no texto. | Interativa/de autoridade. | Selecionando e marcando significados. |
| Turnos 15-41 (professor e alunos) | Explicar os conceitos químicos presentes no texto. | | |
| Turno 34 (professor) | Inserir os metais pesados na problemática do descarte das pilhas e baterias. | | Reverendo significados. |
| Episódio 2B: Articulando os conceitos químicos em sala de aula | | | |
| Turnos 1-10 (professor) | Retomar as questões do descarte das pilhas e baterias. | | Reverendo significados. |
| Turnos 11-13 (professor e alunos) | Caracterizar pilhas e baterias como tecnologias desenvolvidas a partir dos conceitos químicos. | Interativa/de autoridade. | Dando forma aos significados. |
| Turnos 13-47 (professor) | Explicar os conceitos químicos envolvidos no funcionamento das pilhas. | Não interativa/de autoridade. | Selecionando, marcando e checando significados-chaves. |
| Episódio 3B: Retomando a temática social na sala de aula. | | | |
| Turno 1 (professor) | Articular os conceitos com os aparatos tecnológicos e com a problemática do descarte das pilhas e baterias. | | |
| Turnos 1-4 (professor e alunos) | Resgatar idéias acerca da problemática social. | Interativa/de autoridade. | Marcando significados. |
| Turnos 5-8 (professor e alunos). | Desenvolver atitudes frente à problemática social. | | Compartilhando significados. |

Ao analisarmos como o professor B implementou uma abordagem CTS em sua sala de aula, identificamos, dentro das classificações apresentadas por Acevedo e Acevedo (2002), que o professor procurou ressaltar as questões sociais da ciência e da tecnologia, abordando a influência da ciência e da tecnologia na sociedade.

Quanto aos componentes que direcionaram os conceitos científicos abordados, no caso do professor B, a componente sociedade foi determinante uma vez que os conceitos químicos trabalhados durante a implementação não faziam parte da seqüência tradicional dos conteúdos, ou seja, a temática social delineou os conceitos químicos abordados. Naquele momento, o professor se propôs a participar da pesquisa seguindo um planejamento de abordagem CTS no qual o tema social orientava a discussão em sala de aula. Nesse sentido, consideramos que o professor cumpriu o planejado, independentemente do fato de que os momentos vivenciados em sala de aula representaram uma ruptura na seqüência tradicional que vinha sendo desenvolvida pelo professor naquela turma. Por exemplo, antes da implementação CTS, o professor trabalhava os conceitos de ligações químicas, e rompeu a seqüência ao tratar conceitos como reações de óxido-redução e pilhas.

Verificamos que o professor procurou articular na sala de aula as inter-relações CTS. Fundamentadas nos aspectos característicos da orientação CTS apresentadas por Macedo e Katzkowick (2003), consideramos que o professor trabalhou os conceitos científicos – oxidação, redução, reações de óxido-redução, e pilhas – tentando associá-los à necessidade de conscientização da sociedade acerca de problemas ambientais. A problemática social abordada na sala de aula faz parte da realidade do aluno e está relacionada com um aparato tecnológico – pilhas – do qual a maioria dos alunos é usuária.

Dessa forma, consideramos que o professor B cumpriu o planejamento feito para a abordagem CTS, respeitando princípios básicos como nortear o tratamento dos conceitos científicos a partir de uma temática social e abordar aparatos tecnológicos relativos aos respectivos conceitos presentes no cotidiano dos alunos. Entretanto, verificamos três aspectos importantes na implementação da abordagem pelo professor: as aulas analisadas representaram uma ruptura na dinâmica normalmente utilizada pelo professor; pareceu-nos que a abordagem do conhecimento científico em sala de aula recebeu um tratamento privilegiado com relação à discussão do tema social; e finalmente a discussão dos conceitos científicos parece não dar conta da complexidade implicada na temática social, o que pode comprometer a construção de modelos explicativos pelos alunos. Dessa

forma, a abordagem teve uma característica mais de problematizar e sensibilizar os alunos para ações comprometidas com o tema em questão.

Quanto à natureza dos componentes CTS – ciência, tecnologia, sociedade, e inter-relações – o professor B apresentou os conceitos científicos como fundamentos para o funcionamento das pilhas. Nesse sentido, ele parece tratar a ciência como um conjunto de conhecimentos que fundamenta a tecnologia, idéia essa expressada pelo mesmo durante a entrevista. O professor B apresentou os aparatos tecnológicos – pilhas e baterias – como aplicações do conhecimento científico, que influenciam a vida das pessoas de um modo geral. A dimensão tecnológica tratada pelo professor focou seu caráter instrumental, aspecto este também diagnosticado na entrevista.

Ao considerarmos que os cursos de licenciatura não têm ainda como proposta uma formação mais ampla que articule os conceitos químicos ao contexto tecnológico e social, para um professor tratar os aspectos tecnológicos de forma mais significativa na sala de aula, precisaria buscar informações e conhecimentos sobre respectiva tecnologia abordada. E isto exigiria do professor tempo para pesquisa, planejamento e condições de acesso às informações necessárias, o que pode contribuir para que o aspecto tecnológico não adquira maior expressão na implementação de uma abordagem CTS. Um outro fator relevante para a abordagem de questões tecnológicas em sala de aula diz respeito à velocidade com a qual a tecnologia se inova implicando muitas vezes numa complexidade científica que a escola não consegue acompanhar. Por exemplo, enquanto o professor B apresentou em sala de aula um esquema tradicional de uma pilha (a pilha de Daniel) retirado do livro didático, no cotidiano nos deparamos com grande diversidade de modelos e tecnologias de pilhas.

Quanto aos aspectos da prática pedagógica do professor B foram analisadas as intenções, a abordagem comunicativa, e formas de intervenção na seqüência das quatro aulas, conforme quadro 18. As intenções do professor variaram durante toda a seqüência das aulas e consideramos que se apresentaram como adequadas à perspectiva de ensino CTS. De um modo geral, o professor buscou nas discussões na sala de aula, a participação dos alunos. Consideramos que o professor ao variar

as intenções conseguiu imprimir uma boa dinâmica em sala de aula, uma vez que as várias intenções orientaram suas ações.

Quanto à abordagem comunicativa que o professor utilizou em sala de aula, consideramos que o professor B interagiu com os alunos, num discurso caracterizado predominantemente como interativo/ de autoridade. Pareceu-nos ser uma característica do professor B conduzir em todos os momentos as discussões e atividades na sua sala de aula. Apesar da predominância da postura interativa, as formas de interação se limitam a complementações de frases e respostas curtas. Esta característica do professor B também foi percebida na análise da aula1B, e pode ser representativa da sua prática cotidiana na escola. Acreditamos que esta postura traduz uma prática pedagógica comum em nossas salas de aulas, nas quais o professor geralmente é o único sujeito da comunicação e o ponto de vista abordado predominantemente é o científico. Nesse sentido, consideramos que a forma como o professor B conduziu a interação com a turma durante a implementação de uma abordagem CTS parece se constituir como um obstáculo para uma participação mais significativa do aluno. Isso pode prejudicar alguns dos objetivos propostos por esta perspectiva de ensino, ou seja, a de formar cidadãos críticos e reflexivos quanto ao julgamento dos limites e possibilidades do desenvolvimento científico e tecnológico no bem estar de uma sociedade.

Quanto às formas de intervenção desenvolvidas pelo professor B, verificamos uma tendência do professor em: selecionar significados para conduzir as discussões para o ponto de vista científico; marcar significados chaves nas interações por ele iniciadas; e checar a compreensão dos alunos durante a abordagem dos conceitos químicos (ver quadro resumo). De modo geral, entendemos que a forma como o professor B conduziu a implementação de uma abordagem CTS foi válida, no entanto, os significados dados aos conceitos científicos foram pouco articulados aos contextos tecnológico e social. Isso pode comprometer de alguma forma a proposta originalmente colocada na literatura para este tipo de abordagem. Dessa forma, consideramos que a tendência do professor B em selecionar e marcar significados unicamente na perspectiva científica se constituiu em obstáculo na implementação de uma abordagem CTS em sua sala de aula.

De uma maneira geral, mesmo o professor B obedecendo ao planejamento feito quanto aos aspectos relevantes da abordagem CTS, outros elementos influenciaram na maneira como esta abordagem foi vivenciada em sala de aula, tais como: a forma de interação com os alunos, caracterizada predominantemente por um discurso de autoridade; e a forma das intervenções feitas pelo o professor na sala de aula, selecionando, checando, e marcando significados num contexto predominantemente científico. Tais elementos parecem estar relacionados com o processo de construção da prática pedagógica do professor considerando principalmente suas concepções acerca de questões pedagógicas.

Uma breve análise contrastiva entre os professores A e B

No sentido de identificarmos elementos que apontassem especificidades da forma como cada professor implementou uma abordagem CTS em sua sala de aula e considerando fatores como tempo de aula, participação dos alunos, quantidade de alunos, contextos das aulas e a forma como cada professor implementou uma abordagem CTS, apresentaremos a seguir um quadro resumo (quadro 19) de natureza contrastiva para aspectos da abordagem CTS inerentes aos professores A e B.

Quadro 19 – Análise contrastiva entre as abordagens CTS

| ASPECTOS DA ABORDAGEM CTS | PROFESSORA A | PROFESSOR B |
|--|--|---|
| Conteúdo CTS | Questões sociais da ciência e da tecnologia. | Questões sociais da ciência e da tecnologia. |
| Componente que norteou a abordagem CTS | Ciência | Sociedade |
| Natureza dos componentes CTS | Ciência inserida num contexto social; Tecnologia numa perspectiva instrumental; Sociedade como componente que sofre influencia das possibilidades e limitações da ciência e da tecnologia. | Ciência como fundamento da tecnologia; Tecnologia como aplicação do conhecimento científico; Sociedade como componente que sofre influencia das possibilidades e limitações da ciência e da tecnologia. |
| Intenções dos professores | Variadas durante toda a abordagem. | Variadas durante toda a abordagem. |
| Abordagem comunicativa | Alternância de abordagens: | Predominância da abordagem |

| | | |
|-----------------------|--|---|
| | interativa/dialógica e interativa/de autoridade. | interativa/de autoridade. |
| Formas de intervenção | Diversas | Diversas com ênfase no ponto de vista científico. |

Tomando por base os aspectos da abordagem CTS vivenciados pelos professores A e B, entendemos que apesar desses professores terem partido de um planejamento praticamente único, a condução da intervenção foi diversificada, o que parece apontar para o papel relevante das subjetividades de cada professor na implementação da abordagem CTS. Dentre vários pontos a considerar, parece-nos que o fato da professora A ter se mostrado mais disponível para a preparação da intervenção, tenha contribuído para uma maior diversidade de recursos utilizados em sala de aula ampliando as possibilidades de discussão com os alunos. Por outro lado, o professor B teve pouca disponibilidade de tempo para a intervenção. Isso pode ter favorecido um menor envolvimento com as atividades propostas e uma discussão limitada do texto, quando ele faz prevalecer um único ponto de vista a partir de uma postura de autoridade. Um outro ponto que pode ser favorável para maior disponibilidade da professora A seria o maior envolvimento dessa professora em cursos de formação continuada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho buscamos descrever a forma como professores de química compreendem ciência, tecnologia, sociedade e inter-relações CTS e como implementaram uma abordagem CTS em suas salas de aula. Com isso, visamos identificar aspectos da prática pedagógica dos professores que se constituíram como obstáculos para uma efetiva implementação da intervenção planejada. O interesse por desvendarmos tais obstáculos deve-se ao reconhecimento de que uma abordagem CTS nas aulas de Química além de promover a formação da cidadania, poderia propiciar uma maior coerência no tratamento dos conceitos químicos situando-os nos contextos tecnológico e social, e promover um maior interesse por parte do alunado nas respectivas aulas. Nesse sentido, consideramos que as concepções docentes acerca das questões CTS mantêm uma estreita relação com as ações dos professores na sala de aula no que se refere à forma de articular os conceitos químicos aos aspectos tecnológicos e sociais. Dessa forma, as concepções dos professores sobre ciência, tecnologia e sociedade também foram investigadas.

A análise dos resultados neste trabalho mostrou que as concepções CTS dos professores envolvidos na investigação foram diversas. Dentre as principais características de tais concepções podemos ressaltar:

- A ciência concebida como uma atividade humana que precede a tecnologia e fundamenta os avanços tecnológicos. A tecnologia como busca de inovação que parte das necessidades de uma sociedade e que promove mudanças nas condições de vida da sociedade. E a sociedade como um grupo de pessoas que busca participação e desenvolvimento e que pode sofrer ou não influência da ciência (Professora A);
- A ciência como uma busca de respostas que influencia a sociedade por meio da aplicação dos conhecimentos científicos, e tem primazia sobre a tecnologia. A idéia de que a tecnologia contribui para ampliar o desenvolvimento científico interferindo na vida de alguns grupos sociais. E a sociedade como um grupo de pessoas que sofre influência do

desenvolvimento científico e tecnológico, mas que não apresenta uma participação ampla e efetiva na tomada de decisão no contexto das questões científicas e tecnológicas (Professor B);

- A ciência como um conjunto de conhecimentos que podem ser aplicados para melhorar as condições de vida das pessoas. A tecnologia como aplicação do conhecimento científico que interfere na sociedade. E a sociedade que estimula os avanços tecnológicos pela necessidade de consumo (Professora C).

Das concepções encontradas emergiram pontos importantes para a discussão nos encontros com os professores tais como: a desvalorização da tecnologia e conseqüente supervalorização da ciência; o caráter meramente operacional da tecnologia; a concepção de uma sociedade utilitária do desenvolvimento científico e tecnológico; e a concepção de uma sociedade que não tem o poder de avaliar, questionar e se posicionar diante de questões científicas e tecnológicas. Esses pontos foram tratados a partir de questionamentos, discussões e reflexões promovidas nos encontros e apontaram para novos posicionamentos dos professores sobre ciência, tecnologia, sociedade e inter-relações CTS. Dessa forma, podemos considerar que é essencial um processo formativo para que os pressupostos teóricos e metodológicos implicados em propostas alternativas para o ensino sejam melhores compreendidos pelos professores envolvidos. Estamos conscientes que não poderá haver uma expectativa de mudança do professor em curto prazo, mas os momentos de discussão favorecem uma reflexão e sensibilização dos professores que podem dar suporte ao início de uma mudança que é processual. Consideramos que neste trabalho o processo de formação foi continuado na experiência vivenciada na sala de aula, ou seja, após a reflexão foi dada aos professores a oportunidade de fazer uma tentativa de por em prática àquilo que foi discutido. Na sala de aula, verificamos esforços feitos pelos professores no sentido de cumprir uma meta anteriormente estabelecida, como uma tentativa de obter sucesso na nova proposta de ensino, ainda que tenhamos verificado o quanto as suas concepções estão implicadas em algumas ações realizadas.

De um modo geral, as concepções iniciais dos professores mostraram o quanto os professores investigados têm enraizado em suas idéias o sentimento de que o conhecimento científico exerce certa primazia diante de outras dimensões do desenvolvimento humano. A nosso ver, a repercussão que essas concepções tiveram na implementação de uma abordagem CTS - na qual a tecnologia e as questões sociais estão estreitamente articuladas aos conceitos científicos - se traduz no tratamento do conhecimento científico com um maior estatuto diante dos aspectos tecnológicos e sociais discutidos em sala de aula. Esse fato pode estar também relacionado a uma prática não comum dos professores em realizar discussões sobre outros contextos não necessariamente científicos. Na sala de aula, de uma forma geral, os professores tiveram mais facilidade de expressar suas idéias de ciência do que as de tecnologia e aquelas relativas às questões sociais. Dessa forma, algumas concepções dos professores identificadas neste trabalho podem ter se constituído como obstáculos uma efetiva implementação da abordagem CTS. Assim, surge a seguinte questão: como tratar os aspectos tecnológicos e sociais nas aulas de ciências se as idéias entre as relações de ciência, tecnologia, e sociedade não têm ainda um significado expressivo para os professores?

Além disso, um outro ponto que devemos considerar, diz respeito ao planejamento feito após as discussões realizadas nos encontros com os professores. Mais do que mudar as concepções em um curto prazo, os encontros possibilitaram a realização de um planejamento inserido no contexto da proposta CTS o qual foi bastante considerado pelos professores no momento da intervenção. É importante ressaltar o quanto o planejamento conduziu as atividades da intervenção e as ações dos professores em sala de aula. O professor B foi mais fiel àquilo que foi planejado, entretanto parece ter havido um menor envolvimento com a proposta. Pareceu-nos que fator como falta de tempo e pouco envolvimento em cursos de formação continuada imprimiu uma menor familiaridade com as mudanças propostas para a intervenção. Por outro lado, a professora A, com uma maior vivência em programas de formação continuada, pareceu ter tido um maior envolvimento e estar mais receptiva para adotar tanto as concepções inerentes à abordagem CTS como promover uma mudança mais permanente na sua prática pedagógica. É interessante ressaltar que esta professora não ficou limitada ao que estava posto no planejamento como o professor B.

A despeito do que foi colocado no planejamento podemos perceber que cada professor traz para a sala de aula elementos da sua própria forma de ser professor. Mesmo com um planejamento único verificamos diferenças nas formas de conduzir as atividades e discussões em sala de aula.

Quanto à forma como os professores implementaram a abordagem CTS, este estudo mostrou que:

- A professora A ressaltou como mais ênfase a influência da ciência e da tecnologia na sociedade e buscou conscientizar os alunos sobre a possibilidade de participação da sociedade na solução de problemas sócio-ambientais relativos ao desenvolvimento científico e tecnológico. Dessa forma, conseguiu articular a relação mútua da ciência, tecnologia e sociedade em sua sala de aula, embora não tenha dado a mesma ênfase a cada uma dessas dimensões. Na sala de aula, a professora A contextualizou os conceitos científicos, diversificou as estratégias metodológicas, possibilitou discursos interativo/dialógico e interativo/de autoridade nos momentos pertinentes, e promoveu diferentes formas de intervenção.
- O professor B procurou articular em sua sala de aula as inter-relações CTS ao tratar os conceitos químicos associados à necessidade de conscientização da sociedade acerca de problemas sócio-ambientais. Na sala de aula, o professor diversificou as intenções imprimindo uma boa dinâmica na sala de aula. A interação do professor com os alunos caracterizou-se predominantemente como interativa/de autoridade, uma vez que a participação dos alunos se limitou à complementação de frases e respostas curtas e o professor fazia prevalecer o ponto de vista científico nas discussões. Quanto às formas de intervenção, o professor pareceu selecionar e marcar significados unicamente na perspectiva científica. Assim, entendemos que a forma como o professor conduziu a interação com a turma e a tendência do mesmo em selecionar e marcar significados do ponto de vista apenas científico pareceu prejudicar alguns dos objetivos propostos pela perspectiva de ensino CTS, constituindo-se

dessa forma, em obstáculos na implementação de uma abordagem CTS na sala de aula do referido professor.

Um ponto a ser considerado na análise das intervenções, da professora A e do professor B, é relativo à disponibilidade e uso do material didático. Primeiramente, é importante marcar que as discussões sobre temas sociais foram feitas basicamente a partir de textos. Isso pode ser considerada como evidência de uma formação inicial de professores que não dá suporte a esse tipo de discussão e a constatação de que os recursos didáticos tradicionais da escola, marcadamente o livro didático, não estão adequados à inovação do ensino. No entanto, mais uma vez identificamos diferentes formas de ação dos professores com relação a essa deficiência. A professora A incluiu nas atividades da sala de aula a discussão de textos diversos e esclarecedores sobre o problema do descarte das pilhas e buscou ampliar o debate a partir de outras leituras feitas pelos alunos. O professor B realizou a discussão do tema social basicamente a partir de um único texto e apresentou uma interatividade limitada com os alunos, como já foi mencionado anteriormente.

Ainda com relação ao material didático, vale salientar que há dificuldade em obter informações detalhadas sobre aspectos científicos associados ao funcionamento e uso de artefatos tecnológicos. Isso pode implicar em uma abordagem superficial dos aspectos tecnológicos e em uma compreensão limitada sobre os impactos da tecnologia na sociedade e no ambiente, no trabalho em sala de aula. Por exemplo, não é fácil encontrar informações técnicas e científicas sobre as diversas pilhas usadas no cotidiano e sobre as reais consequências do seu descarte aleatório. Podemos somar a isso, a complexidade que o tema encerra e o desafio que é posto no sentido de tornar essas informações didaticamente viáveis para o trabalho em sala de aula.

A partir dos resultados mostrados neste trabalho apontamos alguns prováveis obstáculos para uma efetiva implementação de uma abordagem CTS na sala de aula. Durante a análise dos resultados podemos verificar que tais obstáculos não estão unicamente associados à prática pedagógica do professor e consideramos que esses obstáculos podem ser divididos em dois blocos: àqueles relativos aos

aspectos da prática pedagógica dos professores e àqueles inerentes ao desafio proposto pela abordagem CTS e à forma como o conhecimento pode ser tratado nessa proposta de ensino.

Quanto aos obstáculos relativos aos aspectos da prática pedagógica dos professores podemos citar:

- As concepções dos professores mais voltadas para o ensino de conceitos científicos em sala de aula, parecem determinar um menor estatuto para as discussões dos aspectos sociais em sala de aula;
- Os diferentes níveis de disponibilidade dos professores às mudanças que emergem das propostas de ensino inovadoras;
- A adoção de uma interatividade pouco significativa com os alunos em sala de aula, limitando o aparecimento de diferentes visões sobre o tema na discussão em sala de aula.
- A formação inicial inadequada para professores que pretendam trabalhar numa perspectiva de ensino CTS, uma vez que esses processos de formação não têm ainda uma ação mais ampla que articule os conceitos científicos aos contextos tecnológico e social.

Quanto aos obstáculos referentes à forma de como os conhecimentos podem ser tratados na sala de aula:

- A ausência de informações técnicas e científicas quanto aos aparatos tecnológicos haja vista que pode contribuir para a pouca expressão do aspecto tecnológico na implementação de uma abordagem CTS;
- A velocidade com a qual a tecnologia se inova implicando muitas vezes numa complexidade científica que a escola não consegue acompanhar;

- A dificuldade de compor um conteúdo significativo que articule de forma adequada os conceitos científicos com uma determinada tecnologia, associados a um tema social relevante;
- A dificuldade de dispor de material didático que suporte as discussões na sala de aula na abordagem do contexto social.

Nessa perspectiva, apresentamos possíveis direcionamentos que podem ser feitos em trabalhos futuros, com o objetivo de possibilitar a superação dos obstáculos relativos tanto ao professor como os inerentes ao próprio desafio na inovação do processo de ensino-aprendizagem dos conhecimentos científicos. Entre outros:

- Incluir o tratamento das questões CTS nos processos de formação inicial dos professores. Este tratamento poderia ser dado em disciplina específica ou inserido em disciplinas que abordam as metodologias de ensino, por exemplo, a disciplina de Metodologia do ensino da Química;
- Incentivar os professores para a construção de uma postura reflexiva sobre a sua prática e sobre a atualização dos conteúdos disciplinares que estão ensinando;
- Promover a formação continuada do professor acerca tanto dos conhecimentos científicos e tecnológicos como dos problemas sociais relevantes, de modo que a aprendizagem dos conceitos científicos associados aos aspectos tecnológicos se constitua como meio de compreensão e avaliação das temáticas sociais abordadas na sala de aula;
- Incentivar a elaboração pelo professor do material didático a partir de um planejamento prévio que inclua objetivos, estratégias de ensino, conceitos científicos e tecnológicos, e tema social definido.

Nesse sentido, o interesse e a determinação em superar os desafios que emergem nos processos de inovação no ensino têm estreita relação com a disponibilidade e com o compromisso subjetivo dos professores.

Finalmente, gostaríamos de colocar que as contribuições deste trabalho superaram as expectativas iniciais, considerando que a perspectiva de ensino CTS irá repercutir concretamente na prática pedagógica de uma das professoras envolvidas. Após o término da intervenção, a direção da escola onde ensina a professora A manifestou interesse em vivenciar de forma ampla um planejamento para o ano de 2007, com base na perspectiva de ensino CTS. Nesse sentido, a pesquisadora foi convidada para ministrar aos professores da referida escola, duas palestras que trataram dos pressupostos teóricos e metodológicos da orientação curricular CTS.

REFERÊNCIAS

ABIB, M. L. V. dos S.. Em busca de uma nova formação de Professores. **Pesquisas em Ensino de Ciências e Matemática**. Bauru: Faculdade de Ciências, UNESP, n.3, p. 60-72, 1996. (Série Ciência & Educação)

ACEVEDO, J.A. Educación tecnológica desde una perspectiva CTS. Uma breve revisión del tema. **Alambique**, n.3, p. 75-84, 1995.

_____. Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. **Borrador**, n.13, p. 26-30, 1996a.

_____. La formación del profesorado de enseñanza secundaria y la educación CTS. Una cuestión problemática. **Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado**, n. 26, 1996b.

ACEVEDO, P.; ACEVEDO, J. A. Proyectos y materiales curriculares para la educación CTS: enfoques, estructuras, contenidos y ejemplos. **Revista Electronica de la enseñanza de las ciencias**. 2002. Disponível em: <<http://www.ic3.ugr.es/in-recs/articulos/92990.htm-10k>.> Acesso em: 26 maio 2006.

AMARAL, E. M. R. do.; MORTIMER, E. F. Uma metodologia para análise da dinâmica discursiva entre zonas de uma perfil conceitual no discurso da sala de aula. In: SANTOS, F. M. T. dos.; GREGA, UI. M. (org). **A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas metodologias**. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2006 (Coleção Educação em Ciências).

ANDRÉ, M. E. D. A. de. **Etnografia da prática escolar**. Campinas, SP: Papyrus, 2005.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & educação**, v.7, n.1, p. 1-13, 2001.

BAKHTIN, M. **Marxismo e Filosofia da Linguagem**. São Paulo: Editora Hucitec. 1929/1992.

BOLZAN, D. P. V. **Formação de professores**: compartilhando e reconstruindo conhecimentos. Porto Alegre: Mediação, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

BUSTAMANTE, J. A integração da ciência, tecnologia e sociedade: o grande desafio da educação no século XXI. **Educação Brasileira**. Brasília, n.19, p. 11-20, 1997.

CACHAPUZ et al. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CARVALHO, A. M. P. de.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez, 1993. (Coleção Questões da Nossa Época)

CHASSOT, A. I. **Para que(m) é útil o ensino?** Alternativas para um ensino (de Química) mais crítico. Canoas: Editora da ULBRA, 1995.

CHINOY, E. **Sociedade**: uma introdução à sociologia. São Paulo: Editora Cultrix, 1967.

CUNHA, M. I. da. **O bom professor e sua prática**. 15. ed. Campinas, São Paulo: Papyrus, 2003. (Coleção Magistério: Formação e trabalho pedagógico)

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002. (Coleção em formação/coordenação Antônio Joaquim Severino, Selma Garrido Pimenta)

FONTES, A; CARDOSO, A. Formação de professores de acordo com a abordagem ciência/tecnologia/sociedade. **Revista Electronica de la enseñanza de las ciencias**. v.5, n. 1, 2006. Disponível em: <<http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volume5ART2-vol5-N1.pdf>> Acesso em: 26 maio 2006.

FOUREZ, G. **Alfabetización científica y tecnológica**: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. 1 ed. Ediciones Colihue, 1994.

_____. **A construção das ciências**: introdução à filosofia e à ética das ciências. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995.

FREIRE-MAIA, N. **A ciência por dentro**. 6 ed. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 2000.

GATTI, B. A formação continuada de professores: a questão psicossocial. **Cadernos de Pesquisa**, n. 119. São Paulo, 2003.

GIDDENS, A. **Sociologia**. 4 ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004.

GIL-PÉREZ, D. El papel de la educación ante las transformaciones científico-tecnológicas. **Revista iberoamericana de educación**. n. 18 – ciencia, tecnología y sociedade ante la educación. Septiembre-Diciembre, 1998. Versão eletrônica disponível em: <<http://www.rieoei.org/oeivirt/rie18.htm>> Acesso em: 26 maio 2006.

_____. Orientações didáticas para a formação continuada de professores de ciências. In: **Formação Continuada de Professores de Ciências**: no âmbito ibero-

americano. 2 ed. Campinas, SP: Autores Associados: São Paulo: SP: NUPES, 2001 (Coleção Formação de Professores)

GIL-PÉREZ, D.; VICHES, A. Contribuição da educação secundária à formação de cidadãos e cidadãos para uma sociedade sustentável. In: MACEDO, B. (org). **Cultura científica**: um direito de todos. Brasília: UNESCO Brasil, OREALC, MEC, MCT, 2003.

HELENE, M. E. M. **Ciência e Tecnologia**: de mãos dadas com o poder. São Paulo: Editora Moderna, 1996 (Coleção polêmica)

IMBERNÓN, Francisco. **Formação docente e profissional**: formar-se para a mudança e a incerteza. 3 ed, v. 77. São Paulo: Cortez, 2002. (Coleção Questões da Nossa Época)

KNELLER, George F. **A ciência como atividade humana**. Rio de Janeiro: Zahar; São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1980.

LINSINGEN, Irlan Von. O enfoque CTS e a educação tecnológica: origens, razões e convergências curriculares. 1999. Disponível em: <<http://www.emc.ufsc.br/~nepet/artigos/texto/cts%20e%20educ.tec.pdf>> Acesso em: 22 set 2005.

MACEDO, B; KATZKOWICK, R. Educação científica: sim, mas qual e como? In: MACEDO, B. (org). **Cultura científica**: um direito de todos. Brasília: UNESCO Brasil, OREALC, MEC, MCT, 2003.

MACHADO, A. H. **Aula de química**: discurso e conhecimento. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 1999 (Coleção educação em química)

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de química**. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2000. (Coleção educação em química)

MARTINS, I. P. Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. **Revista Electronica de Ensenanza de las ciencias**. v. 1, n. 1, 2002. Disponível em <<http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen2/numero3/-art6.pdf>> Acesso em: 26 maio 2006.

_____. Formação inicial de professores de física e química sobre tecnologia e suas relações sócio-científicas. **Revista Electronica de Ensenanza de las ciencias**. v. 2, n. 3, 2003. Disponível em: <<http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen2/numero3/-art6.pdf>> Acesso em: 26 maio 2006.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. Atividades discursivas nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sócio-cultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 3, 2002. Publicação eletrônica. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>> Acesso em: setembro de 2006.

OLIVEIRA, M. M. de. **Como fazer projetos, relatórios, monografias, dissertações e teses**. Recife: Edições Bagaço, 2003.

OLIVEIRA, P. S. **Introdução à sociologia**. São Paulo: Editora Ática, 1996.

PARSONS, T. **Sociedades**: perspectivas evolutivas e comparativas. São Paulo: Livraria Pioneira de Ciências Sociais, 1969.

SANTOS, W. L. P. dos; MÓL, G. de S. (coord). **Química e Sociedade**. v. único. São Paulo: Nova Geração, 2005.

SANTOS, W. L. P. dos.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. In: **Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n.2, Belo Horizonte, dez., 2000.

SANTOS, W. L. dos.; SCHNETZLER, R. P. Função social: o que significa ensino de química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**, n. 4, p. 28-34, nov. 1996.

_____. **Educação Química**: compromisso com a cidadania. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 1997. (Coleção educação)

SASSON, A. A renovação de ensino das ciências no contexto da reforma da educação secundária. In: MACEDO, B. (org). **Cultura científica**: um direito de todos. Brasília: UNESCO Brasil, OREALC, MEC, MCT, 2003.

SILVA, R. M. G. da. Ensino de ciências e cidadania. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. **Ensino de ciências**: fundamentos e abordagens. Campinas: R. Vieira Gráfica e Editora Ltda., 2000.

TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-social e do movimento CTS no ensino de ciências. **Ciências e Educação**. v.9, n. 2, p.177-190, 2003.

VANNUCCHI, A. I. A Relação Ciência, Tecnologia e Sociedade no Ensino. In: CARVALHO, A. M. P. de (org.) **Ensino de ciências**: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

VALDÉS, P. et al. Implicaciones de las relaciones ciencia-tecnología en la educación científica. **Revista Enseñanza de la tecnología**, n. 26, jan-abril, 2002. Versão eletrônica. Disponível em: <<http://www.rieoei.org/rie28a04.htm>> Acesso em: 25 jun 2006.

VILCHES, A.; FURIÓ, C. Ciência, tecnologia y sociedad: implicaciones en la educación científica del siglo XXI. **La Habana**: Academia, 1999.

APÊNDICE A – Entrevista semi-estruturada

- 1- O que é ciência para você?
- 2- O que você pensa sobre tecnologia?
- 3- Qual a sua ideia de sociedade?
- 4- Em sua opinião como se dá a relação entre a ciência com a tecnologia?
- 5- A ciência tem efeito sobre a sociedade? Como?
- 6- A tecnologia interfere na vida das pessoas de uma sociedade? Por favor, exemplifique.
- 7- Você acha que a pesquisa científica é influenciada por fatores externos? Quais seriam esses fatores?
- 8- A sociedade pode interferir na pesquisa científica?
- 9- Você acha que a ciência determina os avanços tecnológicos? Por quê?
- 10- Ou é a tecnologia que influencia no desenvolvimento científico? Você se lembra de algo que possa justificar tua resposta?
- 11- A sociedade interfere nas pesquisas tecnológicas? Como?
- 12- Você poderia exemplificar como a ciência, a tecnologia e a sociedade interagem entre si?
- 13- Sob quais condições a sociedade teria o poder de tomada de decisão acerca dos avanços científicos e tecnológicos?

APÊNDICE B – Planejamento dos encontros com os professores**Planejamento para os Encontros com os professores**

Objetivo Geral: Promover uma maior familiaridade dos professores com os aspectos que caracterizam a abordagem CTS como alternativa metodológica para o ensino da química.

Serão realizados dois encontros da pesquisadora com os professores envolvidos na pesquisa seguindo a programação abaixo.

I Encontro com os professores

(3 horas e 30 minutos)

Objetivo do 1º. encontro: Promover um processo de discussão e reflexão com os professores sobre concepções de Ciência, Tecnologia, Sociedade e respectivas inter-relações consideradas adequadas e não adequadas para a implementação da abordagem CTS em sala de aula, com vistas à re-construção de concepções que contribuam para o trabalho em sala de aula.

Procedimentos Metodológicos:

- 1º momento: Apresentar o objetivo do encontro para os professores (10 minutos);
- 2º momento: Solicitar leitura dinâmica em grupo de um texto¹(em anexo) que aborda a relação ciência-tecnologia (25 minutos);
- 3º momento: Solicitar aos professores que individualmente respondam questões relativas ao texto (25 minutos);
- 4º momento: Socializar com o grande grupo as respostas de cada professor para as referidas questões, estabelecendo-se dessa forma um processo de discussão e reflexão (30 minutos);

Intervalo: (20 minutos)

5º momento: Entregar para cada professor três cartões-ficha (em anexo). Cada cartão possui respectivamente uma citação transcrita da literatura que trata de tópicos relativos à: percepção de ciência como construção humana, percepção de tecnologia como processo de produção social e, percepção de sociedade como uma organização participativa e cidadã. Após a leitura individual das citações, cada professor deve se posicionar concordando ou discordando com a referida citação e registrar por escrito a justificativa de seu posicionamento (40 minutos);

6º momento: Solicitar que os professores socializem com o grupo seus posicionamentos registrados na atividade anterior. Nesse momento será discutido com os professores um tópico por vez (40 minutos);

7º momento: Após o processo de discussão, os professores serão solicitados a reverem suas justificativas iniciais visando possíveis reconstruções (20 minutos);

8º momento: Entregar aos professores o texto 2 (anexo F) para leitura posterior e encerrar o primeiro encontro.

II Encontro com os professores

(3 horas e 30 minutos)

Objetivo do 2º encontro: Subsidiar a elaboração, pelos professores, de um plano de aulas com Orientação CTS.

Procedimentos Metodológicos:

1º momento: Apresentar para os professores o objetivo do encontro (10 minutos);

- 2º momento: Apresentar os fundamentos CTS: origem do Movimento CTS, razões da orientação CTS para o ensino de ciências, aspectos metodológicos da orientação CTS e a prática do professor nessa perspectiva de ensino (200 minutos);
Os professores alternadamente lêem as questões e suas respectivas respostas propostas no texto para em seguida colocarem seus posicionamentos para o grande grupo.
- 3º momento: Encerramento do segundo encontro com os professores.

APÊNDICE F – Texto trabalhado no segundo encontro com os professores

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO

Este texto é uma síntese de vários trabalhos e artigos da literatura que trazem diversas interpretações sobre a orientação CTS no ensino de ciências e objetiva promover ao leitor uma breve apresentação dos objetivos e fundamentos da orientação CTS, da possibilidade de sua implementação no ensino da química e, dos aspectos referentes à prática pedagógica nesta estratégia de ensino.

O Ensino de Química numa Perspectiva CTS:

Atenção! O professor é o ponto de partida.

Às vezes (mesmo que isto seja muito raro), conseguimos transformar algumas de nossas utopias em realidades... e, aí já valeu a pena.

Attico Chassot.

O que é orientação CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade)?

A orientação CTS é uma proposta educativa que trata das relações mútuas entre o desenvolvimento científico e tecnológico e os processos sociais. Com o objetivo de promover a alfabetização científica e tecnológica centrada na formação de atitudes e valores frente à intervenção da ciência e da tecnologia na sociedade, a orientação CTS propõe uma maior compreensão dos impactos sociais do desenvolvimento científico e tecnológico para possibilitar uma participação cidadã responsável e fundamentada nas tomadas de decisões acerca desse desenvolvimento e de suas conseqüências.

O que se entende por alfabetização científica e tecnológica (A.C.T.)?

Em décadas anteriores, as preocupações curriculares do ensino de ciências se centravam basicamente na aquisição de conhecimentos científicos. Entretanto, as perspectivas atuais no âmbito das disciplinas científicas visam formar os estudantes para que possam se desenvolver num mundo impregnado de ciência e de tecnologia e, dessa forma, a alfabetização científica e tecnológica converte-se numa necessidade para todos. Nesse sentido, segundo Fourez (1994), a alfabetização científica e tecnológica objetiva divulgar conhecimentos para a população para que as decisões tomadas pelos técnicos possam ser

compreendidas e controladas democraticamente. Nessa perspectiva, uma pessoa alfabetizada científica e tecnologicamente é capaz de:

- Utilizar conceitos científicos e integrar valores e saberes para adotar decisões responsáveis;
- Compreender as relações mútuas entre a ciência, a tecnologia e a sociedade;
- Compreender que a sociedade, através de políticas públicas, pode exercer um controle sobre a ciência e a tecnologia;
- Reconhecer os limites e utilidades da ciência e da tecnologia no bem-estar social;
- Conhecer os conceitos e teorias científicas e, saber aplicá-las;
- Apreciar o caráter intelectual da ciência e da tecnologia;
- Compreender a relação entre a produção dos conhecimentos científicos e os processos de investigação;
- Diferenciar resultados científicos de opiniões pessoais;
- Reconhecer a ciência como conhecimento provisório e sujeito à mudanças;
- Compreender as aplicações da tecnologia e as decisões envolvidas em sua utilização;
- Extrair de sua visão científica uma visão de mundo mais ampla;
- Conhecer fontes de informação válidas de ciência e de tecnologia para recorrer a elas quando for necessário tomar decisões;
- Compreender a produção da ciência e da tecnologia na história.

Por que a orientação CTS no ensino da química?

A orientação CTS está ganhando significado entre os pesquisadores e profissionais do ensino da química. Tal significação parece advir da concepção de que a química pode ser um instrumento que possibilita ao aluno o exercício de uma cidadania participativa, crítica e reflexiva diante das inter-relações ciência-tecnologia-sociedade.

Nesta perspectiva, os Parâmetros Curriculares Nacionais apresentam uma proposta bem interessante para o ensino da química. Segundo este documento, a química “pode constituir-se num instrumento de formação humana [...] se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade [...]” (BRASIL, 2002, p. 87).

Dessa forma, se a ciência e a tecnologia permeiam o cotidiano da maioria das pessoas, as relações entre o desenvolvimento científico e tecnológico e seus efeitos na sociedade já não podem ser ignorados no contexto do ensino das disciplinas científicas, e em particular, no ensino da química.

Além disso, alguns autores (ACEVEDO, 1996b; VICHES e FURIÓ, 1999) acreditam que a implementação da orientação CTS pode aumentar o interesse do alunado pelas disciplinas científicas, uma vez que tal orientação trata de problemas sociais reais e significativos para os alunos.

Qual o papel do professor numa perspectiva de ensino com orientação CTS?

Para adotar os princípios que a orientação CTS estabelece, o professor tende a modificar o perfil clássico de sua prática pedagógica. Devido à multiplicidade de estratégias de ensino-aprendizagem que a orientação CTS requer, o professor assume um papel de mediador promovendo a participação ativa do aluno no processo.

Embora as ações do professor, descritas a seguir, sejam imprescindíveis para qualquer ensino de qualidade, serão apresentadas aqui como aquelas que foram identificadas em professores que põem em prática a orientação CTS (PENICK *apud* ACEVEDO, 1996a). São elas:

- Dedicam tempo suficiente para planejar e programar suas aulas;
- São flexíveis quanto à seqüência rígida dos conteúdos curriculares;
- Proporcionam um clima acolhedor e intelectualmente estimulante para promover a interação e a comunicação compreensiva durante a aula;
- Têm boas expectativas sobre si mesmo e sobre os seus alunos, animando-os, apoiando-os e potencializando suas ações;
- Indagam ativamente, mostrando-se interessado em aprender novas idéias, habilidades e ações tanto as que provêm da psicopedagogia como as atualidades científicas e tecnológicas no âmbito social;
- Promovem o surgimento de perguntas e temas de interesse na aula e sempre pedir fundamentos que sustentam as idéias que os alunos propõem;
- Potencializam a aplicação de conhecimentos ao mundo real, discutindo e avaliando com os alunos as aplicações desses conhecimentos;
- Fazem com que os alunos vejam tanto a utilidade como as limitações da ciência e da tecnologia na resolução dos problemas sociais;
- Não contemplam as paredes da sala de aula como fronteiras com o mundo e crêem que a aprendizagem deve transcendê-las. Educam para a vida e para viver.

Como o professor pode proceder na sala de aula numa perspectiva CTS? Quais as estratégias de ensino-aprendizagem que podem ser utilizadas pelo professor?

Santos e Schnetzler (1997) apresentam aspectos característicos nos processos e ensino-aprendizagem numa orientação CTS. Tais aspectos estão apresentados no quadro a seguir (quadro 1) onde estão apontadas fortes e significativas inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Quadro 1. Aspectos da abordagem CTS

| Aspectos de CTS | Esclarecimentos |
|--|--|
| 1- Natureza da Ciência | Ciência é uma busca de conhecimentos dentro de uma perspectiva social. |
| 2- Natureza da Tecnologia | Tecnologia envolve o uso de conhecimento científico e de outros conhecimentos para resolver problemas práticos. A humanidade sempre teve tecnologia. |
| 3- Natureza da Sociedade | A sociedade é uma instituição humana na qual ocorrem mudanças tecnológicas. |
| 4-Efeito da Ciência sobre a Tecnologia | A produção de novos conhecimentos tem estimulado mudanças tecnológicas. |
| 5-Efeito da Tecnologia sobre a Sociedade | A Tecnologia disponível a um grupo humano influencia sobre maneira o estilo de vida desse grupo. |
| 6-Efeito da Sociedade sobre a Ciência | Por meio de investimentos e outras pressões, a sociedade influencia a direção da pesquisa científica. |
| 7- Efeito da Ciência sobre a Sociedade | O desenvolvimento de teorias científicas pode influenciar a maneira como as pessoas pensam sobre si próprias e sobre os problemas e as soluções |
| 8-Efeito da Sociedade sobre a Tecnologia | Pressões públicas e privadas podem influenciar a direção em que os problemas são resolvidos, em conseqüência, promover mudanças tecnológicas. |
| 9-Efeito da Tecnologia sobre a Ciência | A disponibilidade dos recursos tecnológicos limitará ou ampliará os progressos científicos. |

Fonte: Santos e Schnetzler (1997, p. 65)

O tratamento dessas inter-relações na sala de aula determina e propõe os procedimentos metodológicos, ou seja, as estratégias de ensino. É importante ressaltar que as estratégias de ensino-aprendizagem numa perspectiva CTS vão além do que se faz habitualmente no ensino de ciências, como: exposição do professor, demonstrações experimentais, questionamentos para os alunos e raramente pelos alunos, resolução de problemas com lápis e papel e trabalhos práticos de laboratório. E nesse sentido objetivam desenvolver programas de ensino que enfatizam mais os centros de interesse dos alunos que outros pontos de vistas mais acadêmicos. Dessa forma, a partir de problemas de interesse social da ciência e da tecnologia, que incluem tanto os efeitos benéficos como os riscos possíveis, a orientação CTS supõe utilizar, entre outras, as seguintes estratégias de ensino:

- Resolução de problemas abertos para promover tomada de decisão frente a tais problemas;
- Realização de pesquisas de campo;
- Participação dos estudantes em debates e fóruns;
- Palestras com especialistas;
- Visitação às fábricas, complexos de interesse científico e tecnológico, parques tecnológicos etc.

A figura 1 representa um modelo para estratégias de ensino CTS.

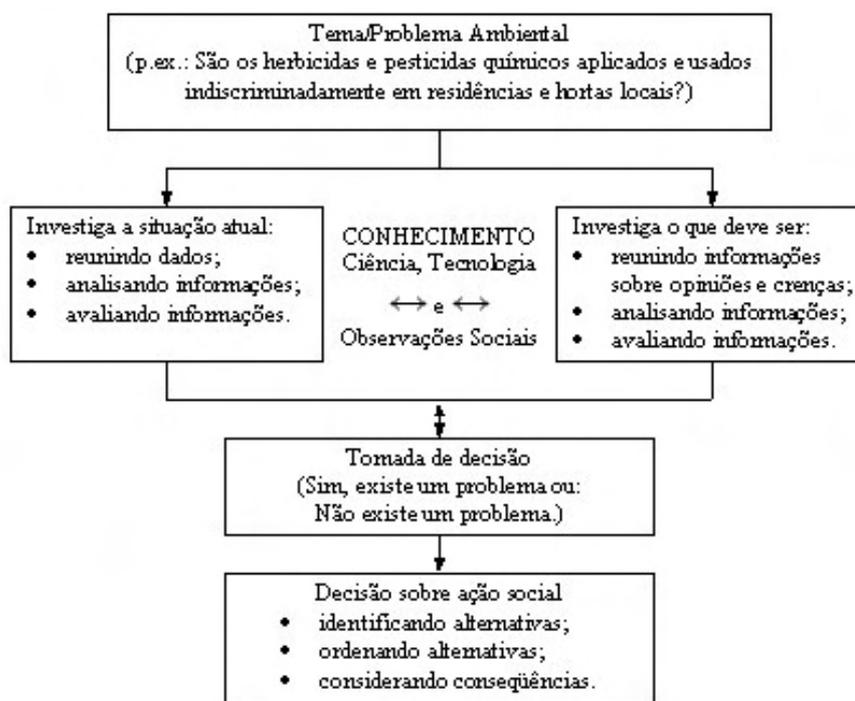


Figura 1 – Estratégias de ensino de CTS.

Fonte: Santos e Schnetzler, 1997.

Assim, observa-se que a característica básica da orientação CTS é a colocação de problemas sociais como pontos de partida e chegada das seqüências de ensino. (SANTOS e SCHNETZLER, 1997). A abordagem desses problemas sociais em sala de aula pode seguir o modelo proposto por Aikenhead (1994, *apud* TEIXEIRA, 2003) representado pela figura 2 a seguir.

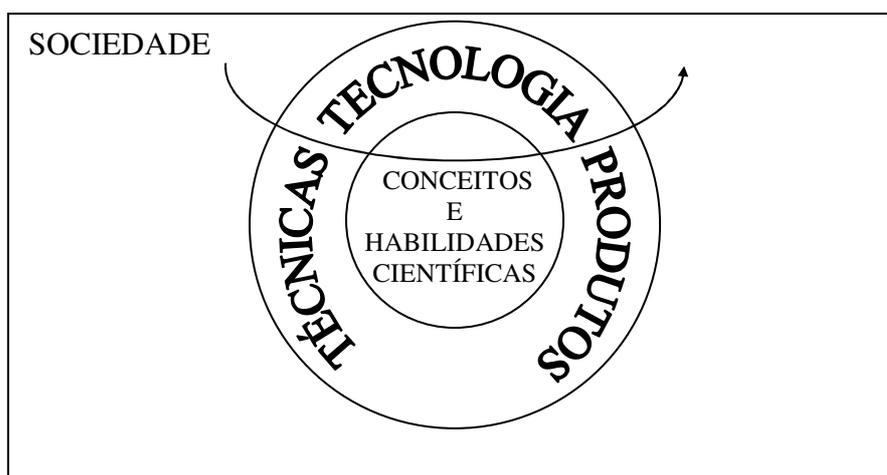


Figura 2 - Proposta metodológica para a abordagem CTS

Fonte: Aikenhead (1994 *apud* Teixeira, 2003, p. 183).

Inicialmente uma problemática social é introduzida. Em seguida uma tecnologia relacionada à problemática é apresentada e o conteúdo científico é definido em função da tecnologia e da problemática em questão. Após a abordagem do conteúdo científico, a tecnologia é retomada para discussão e em seguida a problemática social é re-discutida na busca de possíveis soluções apontadas pelos alunos.

Nessa perspectiva, a orientação CTS busca promover uma aprendizagem significativa vinculada aos acontecimentos sociais e reais relacionados com o desenvolvimento científico e tecnológico.

Referências bibliográficas

ACEVEDO, J.A. Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias através de CTS. **Borrador**, v. 13, p. 26-30, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

CHASSOT, A. I. **Para que(m) é útil o ensino?** Alternativas para um ensino (de Química) mais crítico. Canoas: Editora da ULBRA, 1995.

FOUREZ, G. **Alfabetización científica y tecnológica:** acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. 1 ed. Ediciones Colihue, 1994.

SANTOS, W. L. dos,; SCHNETZLER, R. P. **Educação Química:** compromisso com a cidadania. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 1997.

TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-social e do movimento CTS no ensino de ciências. **Ciências e Educação.** v. 9, n. 2, p.177-190, 2003.

VILCHES, A.; FURIÓ, C. Ciencia, tecnología y sociedad: implicaciones en la educación científica del siglo XXI. **La Habana:** Academia, 1999.

APÊNDICE G – Planejamento dos professores para a intervenção pedagógica de uma abordagem CTS

Dados de identificação

Disciplina: Química.

Série: 2^o série e 3^o série do Ensino Médio.

Foco (Idéia central)

Pilhas e o meio ambiente: a problemática do descarte.

Objetivos

- Articular o conhecimento químico (Pilhas) ao contexto tecnológico (produção de energia elétrica) e social (poluição por metais pesados).
- Promover mudanças atitudinais diante da problemática abordada.

Procedimentos

1^a. aula: Introdução da questão social e apresentação da tecnologia envolvida.

| Atividades desenvolvidas | Recursos didáticos | Tempo |
|---|---|------------|
| Atividade 1: Leitura em pequenos grupos do texto. | Texto: Metais pesados, sociedade e o meio ambiente. | 20 minutos |
| Atividade 2: Socialização das questões propostas sobre o texto com o grande grupo. | Questões elaboradas para a discussão. | 30 minutos |

2^a. aula: Abordagem aos conceitos químicos envolvidos com a tecnologia apresentada.

| Atividade desenvolvida | Recursos didáticos | Tempo |
|--|--|------------|
| Atividade 3: Experimentação em grupos. Experimento: adicionar ácido clorídrico HCl a 10% em 5 tubos de ensaio até 1/3 do volume de cada um dos tubos. Em cada um dos cinco tubos, adicionar raspas dos seguintes | Material de laboratório: reagentes e vidraria. | 50 minutos |

| | | |
|--|--|--|
| metais respectivamente: magnésio, zinco, ferro, cobre, alumínio. O objetivo deste experimento é fazer com que os alunos construíssem a escala de reatividade dos metais. | | |
|--|--|--|

3^a. aula: Sistematização dos conceitos químicos com base na experimentação.

| Atividade desenvolvida | Recursos didáticos | Tempo |
|--|---|------------|
| Atividade 4: aula expositiva | Quadro Retroprojeter | 50 minutos |
| Conteúdos: Reatividade química dos metais, Reações de óxido-redução, Número de oxidação, Pilhas. | Transparências: Tabela de ddp/ Esquematização de uma pilha. | |

4^a. aula: Retorno à tecnologia e à problemática social.

| Atividades desenvolvidas | Recursos didáticos | Tempo |
|---|---------------------------------|------------|
| Atividade 5: Discussão de dados coletados pelos alunos acerca da problemática social abordada. | Revistas Jornais Internet | 25 minutos |
| Atividade 6: Elaboração de cartazes para debate acerca de possíveis soluções para a problemática social. | Cartazes Figuras | 25 minutos |

APÊNDICE H – Artigo:**INVESTIGANDO CONCEPÇÕES DE PROFESSORES DE QUÍMICA SOBRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E SUAS INTER-RELAÇÕES: UM ESTUDO PRELIMINAR PARA O DESENVOLVIMENTO DE ABORDAGENS CTS EM SALA DE AULA**

*Ruth do Nascimento Firme¹
Edenia Maria Ribeiro do Amaral²*

Resumo: O presente estudo teve como objetivo investigar como professores de química compreendem ciência, tecnologia, sociedade e as inter-relações CTS partindo do pressuposto que tais concepções são importantes para a implementação de abordagens de ensino na perspectiva CTS. Participaram da pesquisa três professores de química que atuam em escolas públicas de PE. A metodologia envolveu atividades como entrevistas individuais e encontros com os professores. A análise dos resultados revelou algumas concepções que não seriam compatíveis com a proposta didática numa perspectiva CTS. Isto apontou para a necessidade de um maior envolvimento dos professores na discussão e elaboração de tal proposta. Os resultados observados mostraram uma tendência de construção de novos posicionamentos dos professores. Dessa forma, podemos considerar que os momentos de discussão que antecederam a atuação na sala de aula favoreceram uma reflexão e sensibilização dos professores acerca de aspectos da ciência, tecnologia e sociedade propostos pela perspectiva de ensino CTS.

Palavras-chave: concepções docentes; ciência, tecnologia, sociedade.

Abstract: This work aimed to investigate how chemistry teachers understand Science, Technology, Society and relationships among them, taking into account these teachers' conceptions are important to implement approaches for science teaching in a CTS perspective. Three teachers of chemistry from different public schools were involved in this research. Individual interviews were performed with teachers and their conceptions also were analysed from discussions in a workshop. Data analysis revealed some teachers' conceptions seem not be compatible with those required for CTS approach. This showed that it is crucial to involve teachers in the elaboration of this didactical propose. In the workshop, discussions pointed out a tendency for construction of new ideas by teachers. We considered process of discussion involving researchers and teachers before planning action in classroom has improved reflexion and perception on aspects related to Science, Technology and Society such as required in a CTS perspective for science teaching.

Key words: teachers' conceptions; science, technology, society.

¹ Mestranda em Ensino das Ciências pela Universidade Federal Rural de Pernambuco e Professora da Rede Pública de Ensino do Estado de Pernambuco, Brasil.

² Professora Doutora do Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Introdução

Neste trabalho, partimos do pressuposto de que uma efetiva implementação de abordagens CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) apresenta estreita relação com concepções docentes sobre ciência, tecnologia e sociedade e suas inter-relações. Dessa forma, consideramos que é fundamental fazer um levantamento dessas concepções junto a professores de química e promover discussão e reflexão sobre aspectos centrais da ciência, tecnologia, e da sociedade na perspectiva de ensino CTS, como uma etapa inicial para o desenvolvimento de abordagens CTS nas salas de aula desses professores.

Na Educação em Ciências encontramos diversos trabalhos que apresentam propostas para o ensino a partir de uma orientação curricular CTS. Para Martins (2003), na orientação CTS são tratadas problemáticas sócio-ambientais a partir da seleção de conceitos da ciência e da tecnologia pertinentes, e são levantadas questões sobre as implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico. De uma forma geral, as propostas de ensino nessa perspectiva incluem uma abordagem de conceitos científicos articulados a questões tecnológicas e sociais, promovendo ampla discussão em sala de aula. Elas são oriundas de um movimento em escala internacional que busca discutir de forma crítica as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade – o Movimento CTS. Em resumo, o Movimento CTS tem como base a constatação de que o desenvolvimento da ciência e da tecnologia não necessariamente apresenta uma relação linear e automática com o bem-estar social. Dessa forma, a ciência e a tecnologia tornaram-se alvos de um olhar mais crítico (AULER e BAZZO, 2001).

As implicações desse movimento no ensino de Ciências podem ser verificadas a partir da proposta de incorporação explícita de discussões sobre as relações mútuas entre ciência, tecnologia e sociedade no processo de ensino-aprendizagem (SILVA, 2000). A partir dessas discussões pretende-se ressaltar que o impacto da ciência e da tecnologia sobre diversos setores da sociedade tem fortalecido uma busca de políticas públicas relativas às aplicações do conhecimento científico e tecnológico e às implicações do desenvolvimento conseqüente sejam discutidas e decididas com a participação cidadã. Tal postura parece favorecer uma perspectiva particular para o processo educacional, principalmente no que se refere ao ensino-aprendizagem das disciplinas científicas. O Movimento CTS inspira uma tendência educativa que visa promover a alfabetização científica e tecnológica para capacitar as pessoas a tomarem decisões responsáveis em questões controvertidas relacionadas com a qualidade de vida de uma sociedade impregnada de ciência e tecnologia (ACEVEDO, 1996a). Dentre os objetivos educacionais propostos pelo Movimento CTS, o mais apontado pelos pesquisadores ressalta a formação para a cidadania a partir da capacidade de tomada de decisão e da participação ativa do indivíduo na sociedade (SANTOS e SCHNETZLER, 1997). De uma forma geral, o Movimento CTS postula para o ensino de Ciências uma nova estruturação, envolvendo orientações relativas aos conteúdos curriculares, que devem incluir as questões tecnológicas e sociais além das científicas e aos procedimentos de ensino, que devem promover uma aprendizagem ampla de conceitos científicos aliada à construção de uma postura cidadã. Diante do desafio proposto, alguns pesquisadores (SANTOS e MORTIMER, 2000; ACEVEDO, 1996b) ressaltam a importância de que sejam trabalhadas concepções de professores, quando estes estão envolvidos em propostas de ensino na perspectiva CTS.

Os professores e a abordagem CTS

As atenções a respeito das atitudes e crenças CTS do professorado vêm sendo cada vez mais frequentes. Primeiro, porque o professor não pode ensinar o que não conhece e segundo, porque as crenças e atitudes sobre as questões CTS influenciam na prática pedagógica do professor (ACEVEDO, 1996b). Entendemos que para uma efetiva implementação de uma abordagem CTS, o tratamento das concepções docentes acerca da ciência, da tecnologia e da sociedade, bem como das inter-relações CTS, constitui o cerne do processo de tal implementação, haja vista que o professor precisa ter clareza do significado que cada componente tem nessa proposta de ensino. Nesse sentido, reflexões epistemológicas poderiam tratar desses aspectos e contribuir para por em questão concepções docentes que potencialmente se constituiriam como obstáculo para a apropriação e incorporação de uma orientação CTS nas práticas pedagógicas dos professores (MARTINS, 2003).

Uma perspectiva de ensino com abordagem CTS, supõe uma concepção de ciência que pode ser considerada numa dimensão social como busca de conhecimentos que sofre influência tanto da tecnologia - facilitando ou limitando as pesquisas científicas - como da sociedade, que direciona os rumos dessa ciência. Quanto à concepção de tecnologia, considera que esta pode envolver diversos tipos de conhecimentos, sofrendo influência tanto da pesquisa científica - a produção de novos conhecimentos científicos promove mudanças tecnológicas - como da sociedade, por meio das pressões públicas e necessidades sociais. Esta sociedade pode ser vista como uma instituição humana que sofre influência da ciência e da tecnologia, visto que o desenvolvimento científico e tecnológico altera o modo de vida das pessoas na sociedade (SANTOS e SCHNETZLER, 1997). Tais concepções são de fundamental importância no desenvolvimento de uma abordagem CTS e por esta razão devemos buscar incluí-las no planejamento didático com os professores e na discussão em sala de aula.

Concepções docentes identificadas em diversas investigações podem ser consideradas como não adequadas às tentativas de renovação no ensino de ciências e se constituírem em obstáculos à implementação de propostas didáticas inovadoras (CACHAPUZ *et al*, 2005). Além disso, vale ressaltar que crenças inadequadas do professorado sobre a natureza da ciência e outros aspectos CTS, muitas vezes advindas das experiências escolar e universitária, podem ser reproduzidas por professores em suas práticas pedagógicas (ACEVEDO, 1996b). Consideramos importante que o professor tenha clareza sobre as concepções de ciência, tecnologia e sociedade que estão implicadas na discussão sobre as interações CTS em sala de aula. Algumas dessas concepções são discutidas por Solomon (1988 *apud* SANTOS e SCHNETZLER, 1997), e apresentadas de forma resumida no quadro 1.

Quadro 1: Concepções de Ciência, Tecnologia e Sociedade

| | |
|------------|--|
| Ciência | Produção humana de caráter provisório e incerto. |
| Tecnologia | Processo de produção social: aplicação de diferentes formas de conhecimento no atendimento das necessidades sociais. |
| Sociedade | Organização social na qual o cidadão tem o poder de influência. |

Fonte: adaptado de Solomon (1988) in Santos e Schnetzler (1997)

Consideramos que concepções docentes que não sejam de alguma forma compatíveis com as idéias gerais apresentadas o quadro 1, podem se constituir como um obstáculo à implementação de uma abordagem CTS. Um outro aspecto relevante a ser considerado é o fato de que, a discussão promovida na sala de aula no sentido de construir novas concepções sobre ciência, tecnologia e sociedade poderá contribuir para minimizar visões não adequadas

aos desafios para a educação científica contemporânea. Tais visões muitas vezes implicadas no ensino de ciências podem se converter em obstáculos para uma maior compreensão da atividade científica pelos alunos. Dentre outras, podemos destacar: uma concepção de ciência e tecnologia como socialmente neutras (descontextualizada), uma idéia do avanço da ciência como linear e acumulativo e, a tendência de ignorar o trabalho coletivo na produção dos conhecimentos científicos (concepção individualista e elitista) (CACHAPUZ *et al*, 2005).

Entendemos que um aspecto fundamental para a implementação de novas abordagens de ensino, por exemplo, a abordagem CTS, diz respeito a um processo de formação de professores. Santos e Mortimer (2000) afirmam que de nada adianta inserir mudanças no currículo sem que se tente promover, de forma articulada, mudanças nas concepções e prática pedagógica dos professores. Nesse sentido, não somente as concepções discutidas acima são evidenciadas, mas a própria concepção de ensino que o professor apresenta se torna relevante, considerando que ela exerce influência na forma como ele atua no processo educativo (ABIB, 1996). Em síntese, aquilo que o professor pensa sobre ciência, tecnologia e sociedade e a forma como percebe ou não as relações entre elas poderão influenciar a maneira de articular os conhecimentos químicos e tecnológicos ao contexto social, na sala de aula. Dessa forma, tivemos neste trabalho como objetivos identificar concepções CTS de professores de química e promover encontros com esses professores para discutir e refletir sobre possíveis concepções consideradas não adequadas à perspectiva de ensino CTS, antes de vivenciar a implementação de uma abordagem CTS em suas sala de aula. Com isso, consideramos estar iniciando um processo de tomada de consciência do professor sobre as suas próprias concepções, ressaltando a necessidade de mudanças quando se quer aplicar propostas didáticas alternativas àquela usualmente praticada.

Metodologia

Este estudo é parte de uma pesquisa mais ampla desenvolvida em uma dissertação de mestrado que trata de questões relativas à implementação de uma abordagem CTS no ensino da química. Para este estudo preliminar, a investigação, de natureza qualitativa, envolveu três professores de química do ensino médio e consistiu em duas etapas. Inicialmente, foram realizadas entrevistas individuais semi-estruturadas a partir de questões abertas, que buscavam captar dos professores as suas concepções acerca de ciência, tecnologia e sociedade e das percepções sobre as relações ciência-tecnologia, ciência-sociedade e tecnologia-sociedade. As entrevistas tiveram duração de 30 a 40 minutos cada e foram gravadas em áudio. As gravações foram completamente transcritas e analisadas. Em seguida, os professores foram convidados a participar de dois encontros, que tiveram como objetivos promover um processo de discussão e reflexão com os professores sobre aspectos centrais da ciência, tecnologia, sociedade, propostos pela perspectiva de ensino CTS, e subsidiar a elaboração, pelos professores de uma intervenção didática com orientação CTS. Nessa perspectiva, os encontros contribuíram para o questionamento de concepções consideradas não adequadas para uma abordagem do tipo CTS e que foram identificadas nas entrevistas individuais. Os encontros com os professores foram realizados em dois dias com duração de quatro horas cada. As atividades desses encontros foram gravadas em áudio e vídeo, para posterior transcrição e análise. De forma resumida, as atividades dos encontros consistiram de leitura, interpretação e discussão de textos extraídos de literatura específica.

Para a análise das falas dos professores nas entrevistas e nos encontros docentes foi considerada a perspectiva de discurso proposta por Bakhtin (1992), principalmente no que se refere ao fato das enunciações fazerem parte de uma cadeia de comunicação. Dessa forma, a

análise das concepções dos professores foi feita considerando a entrevista como um todo e não apenas respostas a eventuais questões colocadas pelo pesquisador. Após a análise da transcrição, foram escolhidos trechos representativos das entrevistas que foram apresentados em blocos ilustrativos de um perfil proposto para cada professor. A análise dos encontros foi feita no sentido de identificar e transcrever das gravações e vídeo, episódios que nos quais eram apresentadas concepções CTS nas falas dos professores, quando estavam em discussão. A partir das transcrições foram estabelecidas categorias que denominamos de significações de ciência, significações de tecnologia, significações de sociedade, e significações das inter-relações ciência-tecnologia, considerando a emergência das respectivas concepções dos professores na discussão analisada. Neste trabalho será apresentada a análise feita dos discursos produzidos durante o primeiro encontro, sendo a mesma organizada em episódios representativos dos posicionamentos dos professores expressos em turnos de falas. Após a análise das falas de cada professor, apresentamos um quadro contrastivo entre concepções iniciais (identificadas no momento das entrevistas individuais) com as concepções expressadas nos momentos de discussão do referido encontro.

Resultados e Discussões

Nas entrevistas, as respostas dos professores emergiram quando feitas questões do tipo: O que você pensa sobre ciência? Como você definiria tecnologia? Você poderia apontar algumas relações entre a ciência e a tecnologia? A tecnologia interfere na vida das pessoas de uma sociedade? Em sua opinião, sob quais condições a sociedade teria o poder de tomada de decisão acerca dos avanços científicos e tecnológicos? Alguns trechos da fala dos professores são apresentados a seguir com o intuito de possibilitar uma melhor compreensão da análise feita. As respostas serão apresentadas em bloco para cada professor, considerando que no discurso produzido ao longo da entrevista, muitas vezes, é constituída uma cadeia de idéias que se superpõem ou se complementam (BAKHTIN, 1992). Para cada professor serão apresentados inicialmente aspectos da formação e atuação profissional e uma análise comparativa entre os professores será feita ao final. A seguir serão apresentados trechos das respostas da professora A.

Professora A: cursou de Química Industrial e Licenciatura em Química e tem vinte anos de magistério. Atualmente é professora de uma escola pública de Recife e participou de diversos processos de formação continuada.

Trechos de respostas da professora A

[...] a gente tem que ver que a ciência não é isolada não é? Então a ciência seria um conjunto de conhecimentos, não é isso? Onde o indivíduo estaria interagindo de forma não estagnada nem estanque com o mundo. (aspectos relevantes da concepção de ciência)

A tecnologia seria assim... Vamos supor, à medida que a ciência vai se superando a tecnologia vai se inovando. É porque realmente em termos de conceituar, dizer o que é tecnologia, eu acho, eu não tenho muito assim, essa questão de dizer com palavras, eu acho que a tecnologia é a busca da inovação [...] (aspectos relevantes da concepção de tecnologia)

Se a gente for pela etimologia da palavra, sociedade, sociedade a gente reúne o que? Um grupo de pessoas pode ser, está ligado com a humanidade, com o social, o que envolve um todo, um conjunto. Vamos supor, quando a gente diz assim, ah, preparar o indivíduo para ser um cidadão, para ser um ser social, a sociedade para você participar dela você tem que interagir, você tem que ser ativo, participativo, e para que você possa participar desse social você também vai ter que se desenvolver, não é? (aspectos relevantes da concepção de sociedade)

Eu acho que primeiro a ciência tem que desenvolver. Vamos supor, se eu quero fabricar um foguete, eu preciso de uma tecnologia para desenvolver esse foguete. [...] vou me basear em que? No desenvolvimento da ciência. Fazer uma pesquisa vai ter que ter um ponto de partida. (aspectos relevantes da concepção sobre as inter-relações ciência-tecnologia)

Eu acho que a ciência está presente na sociedade, agora a sociedade não consegue ver que ali está inserida a ciência. Não sei se você entendeu o que eu quero dizer, ou seja, eles ainda não despertaram para o olhar que estar em volta dela...

(Em outro momento da entrevista foi questionado se a ciência tem influência sobre a sociedade)
Depende... Porque quando você vê, é quando você diz a sociedade, cada sociedade tem a sua cultura... Vamos supor, se eu tiver numa sociedade indígena, será que a ciência vai influir dentro dessa sociedade? Eu acho que depende do tipo de sociedade que você está inserida. Eu não sei se você entendeu, mas eu imagino assim. Você só vê que a ciência vai interferir a partir da hora que você vê o significado, porque qual o significado da ciência para o índio?

(Quanto à influência que a pesquisa científica pode sofrer de fatores externos)
Com certeza. Eu acho que um dos fatores que a gente vê que pesa muito é a questão econômica. A questão econômica tem falado bem mais alto não é? (aspectos relevantes da concepção sobre as inter-relações ciência-sociedade)

Eu acho que muda até as condições de vida de cada um. Deixa eu começar a pensar. Quando a gente fala de tecnologia só pensa de máquina, mas a tecnologia está envolvida em tudo. Hoje em dia, tudo precisa de tecnologia. Então vamos supor: eu gosto muito de falar com meus alunos a questão da alimentação. O hábito alimentar. O desenvolvimento tecnológico vive mudando o hábito alimentar da gente.

(Em outro momento da entrevista foi questionada a relação da sociedade com a tecnologia)
Eu acho que são as necessidades de uma sociedade que fazem com que se busquem novas tecnologias. (aspectos relevantes da concepção sobre as inter-relações tecnologia-sociedade)

Em nossa análise, consideramos que a professora A parece compreender a ciência como um conjunto de conhecimentos que não se constituem de forma isolada nem estagnada e que esse conjunto de conhecimentos proporciona uma interação dinâmica dos indivíduos com o mundo. Entendemos que essa concepção da professora acerca da ciência poderá corresponder de certa forma à compreensão de uma ciência como produção humana, a qual possibilita a leitura do mundo pelo homem e para o homem. Com relação à compreensão da professora sobre tecnologia, percebemos certa dificuldade de expressão das idéias em palavras e na tentativa de elaborar uma definição ela expressa uma compreensão da tecnologia como busca de inovação, que poderia ser considerada associada ao desenvolvimento de produtos tecnológicos a partir do conhecimento científico. Isso fica mais claro quando a professora se refere aos hábitos alimentares em uma resposta posterior. A sociedade para a professora A se caracteriza por um grupo de pessoas que busca participação, identidade cultural e desenvolvimento dentro da mesma. Na definição não aparecem explicitamente como constituintes dessa sociedade, possíveis grupos que exercem pressão sobre o desenvolvimento científico, citado em resposta posterior.

Quanto às percepções acerca das interações CTS, observamos que na relação ciência-tecnologia, a professora A entende a ciência como determinante para a tecnologia. Em nenhum momento foi explicitada uma compreensão por parte da professora de que a tecnologia pode exercer influência sobre a ciência ao limitar ou possibilitar o desenvolvimento de novas pesquisas científicas. Consideramos que essa visão apresenta a tecnologia como aplicação dos conhecimentos científicos e essa idéia da tecnologia como subproduto dos conhecimentos científicos pode reforçar uma percepção que supervaloriza a

ciência em detrimento da tecnologia. Essa forma de conceber a relação ciência-tecnologia pode ser resultado de pouco esclarecimento acerca das influências mútuas exercidas entre a ciência e a tecnologia. Tal postura, para Cachapuz *et al* (2005), poderá promover no âmbito do ensino das disciplinas científicas uma concepção descontextualizada sobre a tecnologia.

A relação ciência-sociedade é percebida pela professora A nos dois sentidos: no primeiro, a ciência exerce efeito sobre algumas sociedades se estas possuem uma percepção de que a mesma se faz presente na vida das pessoas e, no segundo, na sociedade, alguns grupos específicos (econômicos) podem exercer influência no direcionamento de pesquisas científicas. A professora A admite que a ciência não influencie alguns tipos de sociedade, por exemplo, a indígena. Entretanto, ela não expressa idéias que apontem claramente para a possibilidade de que a sociedade, formada por cidadãos comuns, possa exercer influência sobre a ciência. Este fato nos permite salientar que numa perspectiva de ensino com abordagem CTS, a sociedade é concebida como uma organização social na qual os cidadãos devem intervir em questões sociais relacionadas com os aspectos científicos (SANTOS e SCHNETZLER, 1997).

Finalmente, com relação à interação tecnologia-sociedade, a professora A compreende essa interação tanto por expressar que a tecnologia está presente em todos os âmbitos da sociedade contemporânea, como por entender que os avanços tecnológicos partem das necessidades que a sociedade apresenta. Consideramos que a percepção da professora condiz com aqueles propostos na abordagem CTS, discutidos por Santos e Schnetzler (1997), os quais indicam que a tecnologia influencia na forma de vida de uma sociedade e que as necessidades dessa sociedade podem promover mudanças tecnológicas.

De um modo geral, consideramos que a professora A expressou uma concepção de ciência mais próxima de uma perspectiva de produção humana, que precede, subsidia e fundamenta os avanços tecnológicos. No entanto, vale ressaltar que a mesma não faz menção sobre uma possibilidade de a tecnologia produzir conhecimentos próprios em contextos específicos (CACHAPUZ *et al*, 2005). Com relação à concepção de sociedade, ela considera que a mesma pode ou não sofrer influência dos conhecimentos científicos, ou seja, grupos sociais que não têm acesso a esses conhecimentos, e também cidadãos comuns na sua maioria parecem não ter participação no direcionamento dos rumos da ciência e da tecnologia. A concepção de tecnologia apresentada como uma busca de inovação que parte das necessidades de uma sociedade e que promove mudanças nas condições de vida dessa sociedade faz emergir questões relativas ao pequeno percentual de cidadãos que possuem acesso à tecnologia. Além disso, pode ser questionada a ausência de considerações sobre o setor da sociedade do qual partem as necessidades, as quais prioritariamente determinariam o avanço tecnológico. Tais fatos não são enfatizados nas respostas da professora, mas poderiam ser discutidos em sala de aula. Em resumo, dentre outros, aspectos sobre a influência do cidadão comum no desenvolvimento científico e tecnológico e a abrangência social desse desenvolvimento podem ser discutidos com essa professora no planejamento de uma abordagem CTS para a sua sala de aula. Nesse sentido, também pode ser evidenciado que a formação do aluno na perspectiva da cidadania lhe reveste de certo poder de transformação do seu contexto social.

| |
|--|
| Professor B: cursou Licenciatura em Química e tem sete anos de magistério, leciona em escolas públicas e particulares de Recife e está participando pela primeira vez de um processo de formação continuada. |
|--|

Trechos das respostas do professor B

A ciência é na realidade um conjunto de informações que norteiam ou tentam exemplificar, caracterizar e responder as várias considerações do momento, do momento presente, que poderão ser as mesmas no futuro próximo ou não. (aspectos relevantes da concepção de ciência)

Bom, é um conjunto de instrumentos, que vai dar suporte para resolver determinado tipo de situação. (aspectos relevantes da concepção de tecnologia)

Bom. Sociedade é na realidade um conjunto de seres, que representam leis, regras, é... Só o fato de estar em grupo, pelo menos para mim, já caracteriza uma sociedade. É basicamente isso. (aspectos relevantes da concepção de sociedade)

(Em outro momento da entrevista foi questionado se a tecnologia tem influência sobre a ciência)

Eu acredito que as duas vivem de mãos juntas, mas acredito que a ciência concreta vem antes.

Bom, acredito que sim. À medida que as novas tecnologias chegam, o homem percebe que consegue resolver outros tipos de situações. (aspectos relevantes da concepção sobre inter-relações ciência-tecnologia)

Muitas informações da ciência em termos da sua aplicabilidade nos remetem a uma considerável integração entre a ciência e a sociedade. O fato dos conceitos científicos, por exemplo, o uso desses conceitos na medicina nuclear. Existe um aparelho que faz o exame ressonância magnética e que consegue identificar tumores ou algum tipo de mal específico no corpo.

(Em outro momento da entrevista foi questionado se a ciência pode ser influenciada por fatores externos) *Muito, bastante. É..., na realidade a ciência virou comércio. Hoje você tem vários grupos que trabalham muitas vezes para um determinado órgão.... Esses grupos determinam através de suas conveniências o que deve ser pesquisado, como pesquisar e de que forma aplicar. (aspectos relevantes da concepção sobre inter-relações ciência-sociedade)*

A tecnologia interfere bastante na vida das pessoas de uma sociedade. E interfere de duas formas. Eu acredito que ela consegue incluir através de seus determinados usos, mas também consegue excluir. Infelizmente no nosso caso, no nosso país... a tecnologia tanto gera grupos que a utilizam como grupos que são excluídos.

(Em seguida foi solicitado ao professor um exemplo da interferência da tecnologia na vida das pessoas) *Algum tempo atrás vivíamos sem celular. Hoje infelizmente não conseguimos viver sem o uso do celular.*

(Em outro momento da entrevista foi questionado sob quais condições a sociedade teria o poder de tomada de decisão acerca dos avanços tecnológicos)

Eu acredito que a sociedade precisa de certa forma determinar, através de leis específicas, que o avanço tecnológico seja em benefício de todos e não de determinados grupos. (aspectos relevantes da concepção sobre inter-relações tecnologia-sociedade)

Para o professor B, a ciência se apresenta como um conjunto de informações que busca responder às questões relevantes da vida do homem em diferentes períodos. Nesse sentido, entendemos que o professor parece expressar uma concepção na qual cabe à ciência uma produção intelectual capaz de dar respostas aos questionamentos humanos. Entretanto não percebemos na fala do professor que tais questionamentos podem incluir uma dimensão social, ou seja, a busca de conhecimentos levando em consideração questões sociais, aspecto importante em uma abordagem CTS (SANTOS e SCHNETZLER, 1997). Além disso, não fica explícito que é o próprio homem quem produz tais conhecimentos científicos. Ao tentar definir tecnologia e sociedade, o professor apresentou respostas sucintas que foram mais desenvolvidas quando buscou explicar interações entre elas. Tal como a professora A, a concepção de tecnologia revelada pelo professor B está associada a uma dimensão da técnica instrumental. Entendemos que essa visão sugere uma tecnologia unicamente de caráter

operacional, não tendo sido explicitada alguma relação com a produção de conhecimento. Alguma menção nesse sentido aparece de forma tímida em resposta posterior. O professor expressou uma compreensão geral sobre a sociedade como qualquer agrupamento de pessoas que se organiza em termos de regras e leis.

Quanto às percepções acerca das interações CTS, verificamos que o professor B expressou uma compreensão de que ciência e tecnologia andam juntas, mas entende que o conhecimento científico precede ao desenvolvimento tecnológico. Tal entendimento pode contribuir involuntariamente para difundir no ensino das disciplinas científicas uma concepção elitista e individualista de ciência que considera a tecnologia numa perspectiva puramente operativista (CACHAPUZ *et al*, 2005). No entanto, o professor expressou um entendimento de que a tecnologia amplia os avanços da pesquisa científica. Com relação à interação entre ciência e sociedade, o professor B expressou a concepção de que a ciência promove efeitos sobre a sociedade no que se refere à sua aplicabilidade. E apresentou a compreensão de que grupos externos à comunidade científica interferem nos rumos da ciência, sendo que, mais uma vez a participação do cidadão comum não foi evidenciada. Entretanto, o professor ressaltou que a possibilidade de uma intervenção mais ampla da sociedade nas questões relativas à ciência, estaria relacionada com informações significantes oferecidas à população, ou seja, por meio do processo educativo. Nesse sentido, é ressaltada a importância da educação para o incentivo à participação social nas tomadas de decisão relativas ao desenvolvimento científico. Em outras palavras, o professor parece entender que os alunos precisam ter consciência do poder de influência que os mesmos têm como cidadãos de uma sociedade (SANTOS e SCHNETZLER, 1997). Com relação à interação entre tecnologia e sociedade, o professor expressa claramente que a tecnologia influencia a forma de vida das pessoas, entretanto, compreende que a sociedade só terá condições de participar na tomada de decisões acerca de questões tecnológicas se forem estabelecidas leis que possibilitem tal participação. Vale salientar que o professor evidencia os processos exclusivos promovidos por um desenvolvimento tecnológico restrito a certas camadas sociais. Diante disso, percebemos que o mesmo compreende a relação tecnologia-sociedade considerando que a influência tecnológica numa sociedade tem duas faces: a inclusão e a exclusão social.

De um modo geral, o professor B apresentou uma concepção de ciência como busca de respostas para as questões atuais, reconhecendo que ela exerce influência sobre a sociedade através da aplicação dos conhecimentos científicos e tem primazia sobre a tecnologia. A tecnologia, segundo o professor, pode contribuir para ampliar o desenvolvimento científico e interfere na vida de alguns grupos sociais, não estando disponível de forma ampla para todos os cidadãos. A sociedade é um grupo de pessoas que sofre influência do desenvolvimento científico e tecnológico, porém ainda não apresenta uma participação ampla e efetiva na tomada de decisão considerando o contexto das questões científicas e tecnológicas. A partir das respostas do professor B. no planejamento didático, um dos pontos a serem enfatizados seria a idéia de ciência como uma construção humana e como tal, suscetível às influências da sociedade na proposição de seus modelos explicativos e teorias. E a tecnologia como produtora de conhecimento próprio, não necessariamente como aplicação dos conhecimentos científicos, está presente de alguma forma na vida de todo o cidadão.

| |
|--|
| PROFESSORA C: cursou Licenciatura Plena em Ciências com habilitação em Química e tem dezessete anos de prática docente, atualmente é professora de uma escola pública do Recife e participou de diversos programas de formação continuada. |
|--|

Trechos das respostas da professora C

Ciência é um conjunto de conhecimentos que tem aplicabilidade prática. [...] condiz com a realidade do hoje, do agora, porque daqui a dez anos pode ser diferente. [...] Que pode ser modificada mais tarde. É isso que eu digo aos meus alunos, nada tá pronto, nada tá acabado. (aspectos relevantes da concepção de ciência)

Olha, a tecnologia é o quê? É a aplicação do conhecimento no fazer, não é? É o conhecimento da ciência no fazer, no aplicar e que isso promova um bem comum, tal como televisor, telefone, rádio. (aspectos relevantes da concepção de tecnologia)

Sociedade é um povo que vive numa comunidade, sofrendo interferências de outras comunidades. Ninguém nunca está só, você nunca é só. [...] tem as comunidades científicas formadas pelos cientistas, as comunidades dos dentistas, os odontólogos, a comunidade dos professores, que já é outra coisa também, não é? (aspectos relevantes da concepção de sociedade)

Eu acho que uma não sobrevive sem a outra. Porque de onde vem a tecnologia? Vem da ciência, e quando não vem a tecnologia faz a ciência dela.

(Em outro momento da entrevista foi questionado se a tecnologia influencia na ciência)

A tecnologia? Sim, claro. Ela melhora não é? Num experimento, por exemplo, você tem a ciência e quer comprová-la, aí você usa a tecnologia como meio. (aspectos relevantes da concepção sobre inter-relações ciência-tecnologia)

Na prática existe uma relação entre a ciência e a sociedade. Mas a gente acha que não. Que a ciência está longe. [...] Mas ela (a ciência) está junto da gente, porque se não tivesse, como teríamos remédios, cosméticos, tecidos, novos adubos.

(Em outro momento da entrevista foi questionado se a ciência sofre influência de fatores externos)

Com certeza. O poder, o dinheiro. Os fatores externos como o econômico, o social, influenciam a pesquisa científica.

(Em seguida, foi questionado se a sociedade deve interferir nos rumos da pesquisa científica)

Não, eu acho que a sociedade não deve interferir de jeito nenhum na pesquisa científica, pois nunca vai se chegar a um consenso. (aspectos relevantes da concepção sobre inter-relações ciência-sociedade)

(Em outro momento da entrevista foi solicitado que a professora identificasse alguma relação entre a sociedade e a tecnologia)

Assistir televisão, o telefone, que mais..., o nosso tipo de alimentação, pois estão aí os alimentos irradiados, as frutas, verduras protegidas para durarem mais, os remédios, os cosméticos. Antigamente, quando se tinha um dente com cárie só fazia arrancar esse dente, hoje (devido à tecnologia) o dente estragado pode ser refeito. (aspectos relevantes da concepção sobre inter-relações tecnologia-sociedade)

A professora C revela uma concepção de ciência como um conjunto de conhecimentos que estaria associado ao contexto sócio-histórico no qual é produzido. Da análise de suas respostas, percebemos duas características da ciência: a aplicabilidade do conhecimento científico e a transformação desse conhecimento ao longo dos anos. Entendemos que a professora expressa uma concepção não dogmática de ciência, ou seja, a mesma não se constitui de verdades e certezas absolutas. Entretanto, consideramos importante ressaltar que não há menção sobre como a professora concebe a transformação dos conhecimentos científicos ao longo da história. Nesse sentido, seria importante que não se configurasse uma imagem de ciência como produto do acúmulo linear do conhecimento (CACHAPUZ *et al*, 2005), pois tal visão pode desfavorecer uma postura crítica e ativa no processo de desenvolvimento científico da sociedade, uma vez que não seriam evidenciadas possíveis rupturas e redirecionamentos em tal processo. Nessa perspectiva, a idéia de ciência como

construção humana parece ficar prejudicada. A professora C apresenta uma postura predominantemente otimista frente ao que é produzido pela ciência, sendo citadas aplicações em benefício do homem, sem mencionar possíveis prejuízos que podem advir do mau uso do conhecimento científico. Isso pode resultar na idéia de que é desnecessária a intervenção da sociedade, o que fica mais claro em respostas posteriores. A professora concebe a tecnologia como a aplicação do conhecimento científico com vistas ao bem comum, e expressa idéias que associam o desenvolvimento tecnológico ao atendimento das necessidades sociais (SANTOS e SCHNETZLER, 1997). Parece compreender também que em situações específicas a tecnologia pode gerar conhecimentos próprios (CACHAPUZ *et al*, 2005). Quanto à sociedade, a professora C a compreende como um todo formado por estratos específicos, que desempenham diferentes funções. Essa percepção sobre as divisões sociais principalmente marcadas pelas atividades exercidas pelos cidadãos parece dificultar a visão mais ampla de uma sociedade formada por cidadãos comuns que podem exercer influência e tomar decisões em problemas sociais concretos.

Com relação às interações CTS, a professora C apresenta uma compreensão da interdependência entre a ciência e a tecnologia, pois expressa idéias de que a tecnologia advém da ciência e os instrumentos tecnológicos influenciam de forma positiva no avanço da pesquisa científica. Mais uma vez prevalece uma visão otimista do progresso científico e tecnológico. A relação ciência-sociedade é concebida pela professora C a partir da aplicabilidade dos conhecimentos científicos na sociedade e pela percepção de que fatores externos influenciam o desenvolvimento da pesquisa científica. Porém a professora não admite a possibilidade de a sociedade interferir no rumo das pesquisas científicas. No entanto, percebemos que essa postura pode estar focada na dificuldade de construir tal participação, considerando que seria impossível (“*nunca*”) chegar a consensos e não como uma idéia de que a uma sociedade passa ao largo da produção científica. A partir de tal posicionamento, podemos apontar para a importância de se discutir com a professora C que tipo de participação se pretende construir com uma formação cidadã, a partir de uma abordagem CTS em sala de aula. Com relação à interação entre tecnologia e sociedade, a professora percebe essa interação quando considera que a sociedade usufrui da tecnologia e que o consumo de produtos pela sociedade estimula determinados avanços tecnológicos. Mais uma vez, isto nos leva a considerar que a concepção da professora acerca da participação da sociedade, no desenvolvimento científico e tecnológico no qual está imersa, resume-se a uma perspectiva mais pragmática e utilitária dos produtos gerados pela tecnologia.

De um modo geral, a professora C parece apresentar uma concepção otimista e até certo ponto ingênua de ciência, como um conjunto de conhecimentos que podem ser aplicados para a produção de melhores condições de vida para a sociedade. Apresentou concepções nas quais a ciência e a tecnologia são consideradas interdependentes na produção de conhecimentos, e que interferem na sociedade pela necessidade do consumo de produtos e estímulo a novas pesquisas. Por outro lado, a professora não concebe a possibilidade da participação social na tomada de decisões a respeito das questões sobre a ciência. O perfil da professora C aponta algumas possibilidades de discussão e, dentre elas destacamos: aspectos do desenvolvimento científico e tecnológico que prejudicam a qualidade da vida na terra (degradação do ambiente, promoção de guerras, etc.); e a necessidade de que a sociedade, pensada de forma mais ampla (todos os seus segmentos) exerça um controle sobre a produção científica e tecnológica, no sentido de garantir o respeito aos direitos mais essenciais do ser humano e a preservação/conservação da natureza.

Em síntese, consideramos que as concepções apresentadas pelos professores e mostradas acima abrem possibilidades de discussão no processo de elaboração de propostas de

abordagens CTS, tais como: fortalecimento da idéia de ciência como uma construção humana, suscetível às influências da sociedade e como uma das formas de interpretação do mundo; a construção de uma visão menos instrumental e mais influente da tecnologia no que se refere à produção do conhecimento científico, buscando evidenciar as formas como caminham juntas ciência e tecnologia; e finalmente, uma visão de sociedade não somente consumidora, mas intrinsecamente participante na produção da ciência e tecnologia, estando o seu poder de ação tanto no âmbito dos grupos de maior influência social como ao alcance do cidadão comum organizado e consciente. Com relação a este último, a formação cidadã seria um caminho de conscientização de alunos e professores sobre a força social que possuem. Essas sugestões de discussão que emergiram da análise das respostas dos professores nas entrevistas foram incluídas nos encontros com os professores para promover uma reflexão e subsidiar o planejamento de uma abordagem CTS nas suas salas de aula. A seguir será apresentada a análise das discussões que ocorreram no primeiro encontro docente que está organizada em categorias de análise, conforme mencionado anteriormente na metodologia.

Uma primeira análise da discussão foi feita com relação ao momento em que cada professor foi solicitado a se posicionar a partir da leitura da seguinte citação: “Como empreendimento humano, a Ciência é falível; ela pode degenerar ou pode responder às supremas aspirações dos homens. Como parte da sociedade, a Ciência também está aberta a influências externas; como qualquer atividade social, pode ser bem ou mal usada (KNELLER, 1980, p. 9)”. O episódio 1 é representativo do momento no qual os professores expressam concepções sobre a ciência a partir da citação.

EPISÓDIO 1: Expressões dos professores que representam *Significações de ciência*

| | |
|-------------------------|--|
| 1. Professora A: | <i>A ciência hoje busca investigar e explicar situações envolvendo a sociedade e a tecnologia. Portanto deve estar aberta para ajudar a suprir as necessidades de uma sociedade de forma consciente. Isto é como eu vejo a ciência hoje, antes eu via a ciência como se ela estivesse numa redoma de vidro e que as coisas só poderiam ser explicadas a partir dela. [...] Mas hoje, ela está saindo dessa redoma e está buscando, através da sociedade, essa explicação.</i> |
| 2. Professor B: | <i>Você concorda ou não concorda com o texto?</i> |
| 3. Professora A: | <i>O que eu quis dizer foi isso. Que a ciência é falível é, não é? Por isso que eu disse que busca investigar, [...]. Eu concordo parcialmente com o texto.</i> |
| 4. Professor B: | <i>Eu concordo na íntegra. Porque eu acredito numa ciência como instrumento de desenvolvimento humano, e como tal, fica a critério de quem vai fazer uso de suas atribuições. Vai ser utilizada para o bem ou para o mal.</i> |
| 5. Professora C: | <i>Eu concordo também. Realmente, a ciência pode sofrer influências externas profundas, porque pode ser usada para o bem ou para o mal. São tantos os exemplos que o desenvolvimento da ciência foi muito mal usado como empreendimento humano, tais como: os explosivos, aviação voltados para guerra, agrotóxicos etc. Contudo trouxe tantos outros benefícios como remédios, cosméticos, vacinas etc. Quem faz uso para o bem ou para o mal da ciência é o homem. A ciência em si não faz malefícios.</i> |
| 6. Professor B: | <i>Ela é um instrumento.</i> |
| 7. Professora C: | <i>Exatamente. O homem é que não tem muito bom senso.</i> |

Ao analisarmos as falas dos professores, percebemos que os mesmos apresentam concepções de ciência como um conjunto de idéias que não é absoluto e que pode ter aplicações benéficas ou maléficas, apesar de haver alguma relutância com este tipo de postura (turnos 3, 5 e 7). As expressões docentes parecem revelar uma concepção de ciência gerada num meio social

(FREIRE-MAIA, 2000) e neste caso, sofre influência de fatores que constituem a cultura da qual faz parte, tendo a mesma um poder relativo (turno 6).

De um modo geral, observamos que no discurso da professora A, permaneceu a concepção de ciência com caráter social revelada na entrevista. No entanto, a pesar do reconhecimento de uma mudança de postura (turno 1), a professora parece ainda relutar para se posicionar sobre a falibilidade da ciência (turno 3). Na fala do professor B, percebemos novos posicionamentos relativos à concepção anteriormente colocada para a ciência (turno 4), uma vez que esse professor mostrou indícios da percepção do envolvimento da ciência com as necessidades sociais da humanidade. Com relação à professora C, percebemos novos posicionamentos em sua concepção de ciência uma vez que na entrevista, apresentou a ciência como um conjunto de conhecimentos com aplicabilidade prática para melhorar a vida das pessoas. E agora, no discurso produzido coletivamente a partir de uma citação, manifestou uma concepção de ciência mais aberta às influências externas que podem acarretar problemas para as pessoas (turnos 5 e 7).

Entendemos que as significações de ciência expressadas pelos professores nos encontros docentes parecem caminhar em uma direção que se torna mais próxima daquela considerada como adequada para a implementação de uma abordagem CTS em suas salas de aulas. No entanto, um ponto importante a ser colocado diz respeito ao fato de haver uma tendência do grupo a concordar com o que está dito no texto, provavelmente por reconhecer a competência do autor no assunto. Por esta razão não seria possível interpretar os novos posicionamentos como uma mudança de concepção, mas como o resultado de uma reflexão feita naquele momento e que pode vir a promover mudanças na visão de ciência.

A segunda análise da discussão foi feita com relação ao momento em que cada professor foi solicitado a se posicionar a partir da leitura da seguinte citação: “Uma tecnologia, portanto, não é somente um conjunto de elementos materiais, mas também um sistema social. Certos aparelhos, aliás, podem se tornar absolutamente inúteis nos países em desenvolvimento que não possuem as infra-estruturas sociais e culturais que lhes implicam” (FOUREZ, 1995, p. 218). O episódio 2 representa o momento em que os professores expressam concepções sobre a tecnologia a partir da citação.

EPISÓDIO 2: Expressões dos professores que representam *Significações de tecnologia*

| | |
|--------------------------------|---|
| <p>1. Professor B:</p> | <p><i>Para mim foi difícil de compreender, no sentido do grau de complexidade (a frase). E logo no início do texto eu achava que concordava parcialmente e no final do texto concordo plenamente. Para mim, a tecnologia e suas aplicações devem nortear características da sociedade inserida. Baseado neste contexto, quando você diz que “a tecnologia não é somente um conjunto de elementos materiais”. Perfeito. [...] acredito que a tecnologia não é somente um conjunto de elementos materiais, mas é um sistema social. É dessa forma que eu encaro também. Agora, “certos aparelhos podem se tornar absolutamente inúteis nos países em desenvolvimento que não possuem as infra-estruturas sociais e culturais que lhes implicam”, vai depender, vai depender das suas estruturas e das suas tecnologias e a sua aplicação, pois elas devem caminhar com as características daquela sociedade em que ela está inserida. Por exemplo, um país muito desenvolvido tecnologicamente, a maioria do produto tecnológico gerado vai acarretar num bem estar da grande maioria da população. Diferente do que acontece no nosso país, a gente tem desenvolvimento tecnológico e esse pouco beneficia apenas uma minoria. Então eu concordo com a citação de forma parcial.</i></p> |
| <p>2. Professora C:</p> | <p><i>Eu concordo certo. Quando li esse texto eu pensei na África e pensei no Brasil.</i></p> |

| | |
|-------------------------|---|
| | <i>Veja bem, concordo com o texto. Dependendo do desenvolvimento da sociedade, a tecnologia pode ser útil e necessária, ou ser completamente desnecessária. É o contexto da sociedade que vai direcionar.</i> |
| 3. Professora A: | <i>Eu coloquei assim. Não basta o ter, mas o ser. Eu posso importar a tecnologia, mas que não vai me atender por falta de preparo. Cada sociedade deve desenvolver a sua tecnologia de acordo com as suas necessidades. Para se chegar a isso é preciso não só ter, mas também ser.</i> |

Da análise das idéias apresentadas pelos professores, percebemos que o professor B parece não ter compreendido bem a relação entre tecnologia e sociedade proposta pelo autor na frase e isso pode ser percebido na sua fala que busca traduzir as palavras expressas pelo autor (turno 1). As professoras A e C parecem ter compreendido e concordado com a afirmação posta (turnos 2 e 3): a tecnologia é um processo social uma vez que pode ser considerada como um empreendimento humano que consiste em satisfazer necessidades humanas. Ou seja, a tecnologia deve surgir das demandas que a sociedade tem e nesse sentido se torna dependente das condições em que esta sociedade vive. Nesse sentido, parece não haver a percepção do fato que a tecnologia pode independentemente de uma demanda social explícita influenciar nas formas de vida e organização social.

No confronto com as concepções reveladas nas entrevistas individuais, observamos que na fala da professora A permaneceu a idéia de que a tecnologia parte das necessidades de uma sociedade (turno 3). Com relação ao professor B, percebemos um posicionamento diferente em seu discurso, de uma concepção de tecnologia numa perspectiva mais instrumental tenta se apropriar de uma concepção de tecnologia como sistema social e dessa forma, também cultural (turno 1). A professora C também nos revelou um novo posicionamento acerca da concepção de tecnologia ao situar a tecnologia no contexto das necessidades de uma sociedade (turno 2), move-se da percepção da tecnologia como aplicação do conhecimento científico para uma concepção de tecnologia que advém também de uma dimensão social. Os professores parecem ter percebido dimensões da tecnologia que antes não haviam refletido. Dessa forma, os encontros parecem ter oportunizado uma ampliação da perspectiva colocada na entrevista.

O terceiro episódio analisado se refere a discussão feita com relação ao momento em que cada professor foi solicitado a se posicionar a partir da leitura da seguinte citação: “Em definitivo, a participação dos cidadãos na tomada de decisão é hoje um fato positivo, uma garantia de aplicação do princípio de precaução, que se apóia numa crescente sensibilidade social face às implicações do desenvolvimento tecno-científico que pode comportar riscos para as pessoas ou para o ambiente” (CACHAPUZ *et al*, 2005, p. 28). O episódio 3 é representativo do momento em que os professores expressam concepções de sociedade a partir da citação.

EPISÓDIO 3: Expressões dos professores que representam *Significações de sociedade*

| | |
|-------------------------|--|
| 1. Professora C: | <i>A socialização do desenvolvimento técnico-científico traz melhorias de vida para a sociedade participante.</i> |
| 2. Professora A: | <i>Agora eu vou dizer por que eu concordo com a citação. É importante a formação do ser crítico e participativo, buscando soluções que possam ajudar na aplicabilidade, minimizando danos atrelados ao desenvolvimento tecnológico.</i> |
| 3. Professora C: | <i>Justamente.</i> |
| 4. Professora A: | <i>É esse ser crítico e participativo que vai minimizar. Você não tem como impedir, mas tem como minimizar, reivindicar. Vamos supor: você mora de um lado de uma indústria que está colocando resíduo industrial, eu sei dos danos que isso pode causar ao meio ambiente, então eu vou me mobilizar. Então eu</i> |

| | |
|--|---|
| | <i>acho que isso vai minimizar e não acabar.</i> |
| 5. Professor B: | <i>Talvez porque tu tenhas analisado o texto de forma bem geral. Eu fui muito restrito na minha análise, eu pensei em termos de Brasil. Por isso que não concordo. Pois não percebo no Brasil que as tomadas de decisão são dos cidadãos. Muito pelo contrário, hoje o nosso desenvolvimento tecnológico vem atendendo a uma minoria a qual toma as decisões em nosso país.</i> |
| 6. Professora C: | <i>Está corretíssimo.</i> |
| 7. Professor B: | <i>Foi assim que eu analisei, para o nosso país.</i> |
| 8. Professora A: | <i>Já eu me voltei para o nosso papel como professor e que participamos dessa mudança e estamos inseridos nisso.</i> |
| 9. Professor B: | <i>E de que forma tu consegues diferenciar o papel do cidadão do papel de professora?</i> |
| 10. Professora A: | <i>Justamente, a forma como você vai trabalhar com seus alunos.</i> |
| 11. Professor B: | <i>Eu pensei de forma geral. Cidadão independente da profissão [...]</i> |
| (Nesse momento, a pesquisadora lê novamente a citação para os professores. É um novo momento de discussão se inicia) | |
| 12. Professor B: | <i>Que tomada de decisão é essa que não ficou claro?</i> |
| 13. Pesquisadora: | <i>Por exemplo: se você vai num supermercado e tem a opção de comprar dois produtos. Ao ler o rótulo dos dois você poderá optar pelo produto que não traga prejuízos ao meio ambiente.</i> |
| 14. Professora A: | <i>Por exemplo: eu não vou comprar um detergente não biodegradável porque eu sei que vai acelerar a poluição, não é?</i> |
| 15. Pesquisadora: | <i>Entendeu professor?</i> |
| 16. Professora C: | <i>Foi isso que eu pensei. Você joga o produto no mercado, se esse produto trouxer algum mal para a sociedade, ela vai excluir esse produto.</i> |

Ao analisarmos as falas dos professores, percebemos que o professor B parece não acreditar na possibilidade de participação cidadã na tomada de decisão acerca das questões científicas e tecnológicas e justifica a sua posição considerando questões políticas (turno 5). A falta de credibilidade do professor B parece ser fundada em dificuldades reais que crê existirem para que haja uma participação cidadã no nosso país e, dessa forma, parece não conseguir vislumbrar uma possível construção dessa postura para professores e alunos, dentro e fora da escola. Entretanto, observamos posições diferentes nas professoras A e C, ressaltando que a professora C parece estar confusa com relação à citação e acaba concordando majoritariamente com a argumentação feita pela professora A. Essas professoras expressam a necessidade da participação dos cidadãos nas tomadas de decisão (turnos 2, 3, 4, 14 e 16) e apontam ações que podem ser realizadas no contexto escolar para preparar o cidadão crítico e participativo que busque soluções que minimizem os impactos sócio-ambientais produzidos pela tecnologia, e para socializar o desenvolvimento técnico-científico.

Na busca de relações entre concepções dos professores identificadas nas entrevistas e expressadas nos momentos de discussão sobre a percepção de sociedade, observamos que a professora A apresentou um novo posicionamento quanto à sua concepção de sociedade ao situá-la num contexto contemporâneo que exige dos cidadãos participação e consciência crítica frente aos danos provocados pelo desenvolvimento científico-tecnológico (turnos 2, 4 e 14). Com relação ao professor B, identificamos em suas falas a permanência da concepção de sociedade participativa vinculada às condições estabelecidas por uma minoria (talvez política e econômica) (turno 5). E o discurso da professora C, parece apontar para um novo posicionamento na medida em que passa a conceber a sociedade numa perspectiva mais ampla, não caracterizada por grupos ou esferas sociais

isolados que necessita da socialização dos conhecimentos científicos e tecnológicos na concretização de uma participação social e democrática mais efetiva (turnos 1 e 16).

Com relação às inter-relações CTS, direcionamos nosso foco de análise para as inter-relações entre a ciência e a tecnologia, uma vez que algumas pesquisas (ACEVEDO, 1995; VALDÉS *et al*, 2002) apontam concepções docentes não adequadas acerca de tal relação. A análise da discussão do episódio 4 foi feita com relação ao momento em que os professores fizeram a leitura de um texto que tratava da construção da luneta por Galileu (VANNUCHI, 2004). Com o objetivo de colocar em discussão a relação ciência-tecnologia, questionou-se com os professores se o problema enfrentado por Galileu na construção da luneta foi de ordem científica ou tecnológica. O episódio 4 ilustra o momento em que os professores expressam concepções da inter-relação ciência-tecnologia.

EPISÓDIO 4: Expressões dos professores que representam *Significações da inter-relação ciência-tecnologia*

| | |
|-------------------|--|
| 1. Professora A: | <i>Eu acho que de imediato foi científico, pois ele não tinha explicação para algumas coisas que ele gostaria. E partindo daí ele precisaria buscar uma nova tecnologia para ampliar a utilização da luneta dele.</i> |
| 2. Professora C: | <i>E foi isso que ele fez. Se soubesse o problema cientificamente ele não teria usado a lente plana. Mas ele usou e não fez efeito. Aí ele passou para a côncava e convexa, intuitivamente.</i> |
| 3. Professor B: | <i>Uma boa característica do cientista, a observação.</i> |
| 4. Professora A: | <i>Hoje em dia a principal característica é ser crítico, duvidar de tudo.</i> |
| 5. Professora C: | <i>Duvidar e investigar.</i> |
| 6. Pesquisadora: | <i>Então vocês acham que os problemas enfrentados por Galileu foram de ordem científica e tecnológica?</i> |
| 7. Professora C: | <i>Sinceramente, eu acho que foi mais de ordem científica, pois a tecnologia ele já sabia [...].</i> |
| 8. Professor B: | <i>Tu achas que ele fez por amostragem, não é?</i> |
| 9. Professora C: | <i>É. Ele foi intuitivamente juntando as coisas.</i> |
| 10. Professora A: | <i>Por isso que a gente acredita que houve a falta das duas na realidade.</i> |
| 11. Professora C: | <i>Mas foi mais científico do que tecnológico, não é? Porque a tecnologia estava lá.</i> |
| 12. Professora A: | <i>Ele desenvolveu uma tecnologia, mas precisava ser ampliada, ser fundamentada.</i> |
| 13. Professor B: | <i>Até para responder essa necessidade dele de fazer uma lente mais potente.</i> |
| 14. Professora A: | <i>Ele precisava das duas coisas.</i> |
| 15. Professor B: | <i>O que eu percebi é que a ordem não importa. O que importa é que a ciência e a tecnologia caminhem juntas nesse contexto.</i> |
| 16. Professora C: | <i>Para que melhore a vida de todos.</i> |
| 17. Pesquisadora: | <i>Nessa relação ciência-tecnologia existe alguma ordem de prioridade?</i> |
| 18. Professora A: | <i>Eu penso assim. A tecnologia veio de uma necessidade, certo? Só que para você desenvolver uma tecnologia você tem que ter um bom conhecimento científico [...] Ele foi buscar uma fundamentação científica para aprimorar a luneta.</i> |
| 19. Professor B: | <i>Isso que você falou não é verdade absoluta. Nem sempre a tecnologia precisa de uma fundamentação teórica por trás.</i> |

| | |
|-------------------|---|
| 20. Professora A: | <i>Você tocou num ponto relevante. [...] Por causa dessa questão da tecnologia consumimos coisas que não nos fazem bem. Para que eu possa fazer uma opção do que é melhor para mim, eu preciso do conhecimento científico. A tecnologia pode vir a desenvolver a ciência.</i> |
| 21. Professor B: | <i>Mas não necessariamente nessa ordem.</i> |
| 22. Professora C: | <i>A ordem não vai alterar o fato.</i> |
| 23. Professora A: | <i>Vamos supor: um país pobre da África e um país de primeiro mundo.</i> |
| 24. Professor. B: | <i>Canadá.</i> |
| 25. Professora A: | <i>Você lá no Canadá para desenvolver uma tecnologia vai à busca da ciência, mas num país aonde a ciência não vem sendo desenvolvida, eles produzem sua própria tecnologia de acordo com os recursos que eles têm. Por isso é que eu digo que não existe uma ordem, [...] Depende do contexto da cultura.</i> |
| 26. Professora C: | <i>Mas de maneira geral, a tecnologia nasceu primeiro do que a ciência.</i> |
| 27. Professora A: | <i>Até para aprimorar.</i> |

Nas expressões dos professores A e B, percebemos a idéia de uma difusa inter-relação ciência-tecnologia pelo fato desses professores não desvincularem, na produção do objeto “luneta”, o conhecimento científico do conhecimento tecnológico (turnos 10, 12, 13 e 14). Em suas percepções, estes conhecimentos estão bem entrelaçados, de forma que a questão da ordem em alguns momentos não se configurou relevante. Parece-nos que tais percepções levam a uma percepção da ciência e tecnologia como domínios distintos (turno 19), mas que se influenciam mutuamente na consolidação dos saberes (turnos 15). Por outro lado, a professora C parece separar de forma mais contundente o domínio científico do domínio tecnológico entendendo que a ciência e a tecnologia são domínios independentes (turnos 2, 7 e 11) sem necessariamente apontar alguma relação entre elas. Acreditamos que tal posicionamento poderá comprometer a articulação dos aspectos CTS nas aulas dessa professora, e transmitir uma visão descontextualizada da ciência e da tecnologia, ao desconsiderar que a ciência a tecnologia, mesmo sendo domínios independentes, articulam-se mutuamente. Tal discussão apesar de não ter um caráter conclusivo na sua própria formulação, parece contribuir para desmistificar o posicionamento unânime dos professores na entrevista quando consideram a ciência em um estatuto maior do que a tecnologia. As concepções sobre as inter-relações podem ser percebidas a partir da tentativa dos professores em responder a questão provocativa sobre a natureza do problema no caso de Galileu.

Na tentativa de estabelecer uma ordem prioritária na natureza científica ou tecnológica para o problema, percebemos que a professora A parece compreender a ciência como determinante da tecnologia no sentido de ampliar as possibilidades de uso dessa tecnologia (turnos 1, 12, 18 e 20). Tal concepção parece emergir da supervalorização da ciência frente à tecnologia (VALDÉS *et al*, 2002). No contexto da sala de aula, para Cachapuz *et al* (2005), esse posicionamento docente pode influir negativamente nas propostas CTS de ensino e comporta em particular a falta de compreensão sobre as relações entre a ciência e a tecnologia. Naquele momento, parece-nos que os professores B e C não expressaram explicitamente uma idéia de dependência da tecnologia frente à ciência (turnos 7, 9, 11, 15, 19, 21, 22 e 26), e isto poderia ser apontado como uma vantagem para uma perspectiva de ensino CTS. No entanto, não podemos deixar de considerar que as idéias parecem ainda não estar bem estabelecidas para estes professores, o que demandaria maior discussão sobre este ponto. A vantagem estaria no fato de que não havendo uma idéia de subordinação da tecnologia com relação à ciência, a primeira poderia ser apresentada como aplicação de diversas formas de conhecimentos, e não

unicamente como conseqüência do conhecimento científico, para atender as necessidades sociais (SANTOS e SCHNETZLER, 1997). Esta concepção estaria afinada com uma perspectiva CTS para o ensino.

Confrontadas as concepções expressas nas entrevistas e nos momentos de discussão, consideramos que para a concepção da inter-relação ciência-tecnologia, a professora A reforçou a percepção de que a ciência abre as possibilidades ao desenvolvimento tecnológico (turnos 1, 12, 18 e 20). O professor B, por sua vez, expressou um novo posicionamento, pois parece passar a entender que na relação ciência-tecnologia, a ciência, necessariamente, não precede a tecnologia (turnos 15, 19 e 21). A professora C também apresenta uma idéia diferente sobre a relação ciência e tecnologia: da concepção de que a tecnologia vem unicamente como conseqüência do conhecimento científico, move-se em direção de entendimento no qual ciência e tecnologia são domínios distintos na produção de seus saberes e que podem se influenciar mutuamente (turno 22).

Em resumo, consideramos que os novos posicionamentos dos professores sobre ciência, tecnologia, sociedade e sobre as inter-relações CTS, expressadas nos questionamentos, nas discussões e nas reflexões promovidas nos encontros docentes, representaram um resultado satisfatório e produtivo diante dos objetivos para os quais esses encontros foram propostos. Após as discussões, no encontro seguinte os professores refletiram sobre os fundamentos teórico-metodológicos de uma abordagem CTS e em seguida passaram ao planejamento das atividades que seriam desenvolvidas em sala de aula. Consideramos que esses encontros foram fundamentais para uma melhor compreensão da proposta de ensino a ser implementada e que as reflexões feitas aliadas à experiência vivenciada em sala de aula, deverão contribuir para uma mudança da prática pedagógica desses professores. A análise da implementação da abordagem CTS em sala de aula será objeto de outro artigo.

Considerações finais

Com este estudo verificamos como três professores de química compreendem ciência, tecnologia e sociedade e as inter-relações CTS. De uma forma geral, verificamos convergências em algumas das concepções apresentadas e também identificamos aspectos diferenciados em posições tomadas pelos professores. Além disso, verificamos a existência de concepções que não seriam compatíveis com a proposta didática a ser vivenciada por esses professores em sala de aula. Isto aponta para a necessidade de um maior envolvimento dos professores na discussão e elaboração de tal proposta.

A análise dos resultados neste trabalho mostrou que as concepções CTS dos professores envolvidos na investigação foram diversas e houve algumas mudanças de posicionamentos quando foram realizados os encontros de discussão. Dentre as principais características de tais concepções podemos ressaltar:

- A ciência concebida como uma atividade humana que precede a tecnologia e fundamenta os avanços tecnológicos. A tecnologia como busca de inovação que parte das necessidades de uma sociedade e que promove mudanças nas condições de vida da sociedade. E a sociedade como um grupo de pessoas que busca participação e desenvolvimento e que pode sofrer ou não influência da ciência (**Professora A**);
- A ciência como uma busca de respostas que influencia a sociedade por meio da aplicação dos conhecimentos científicos, e tem primazia sobre a tecnologia. A idéia de que a tecnologia contribui para ampliar o desenvolvimento científico interferindo na

vida de alguns grupos sociais. E a sociedade como um grupo de pessoas que sofre influência do desenvolvimento científico e tecnológico, mas que não apresenta uma participação ampla e efetiva na tomada de decisão no contexto das questões científicas e tecnológicas (**Professor B**);

- A ciência como um conjunto de conhecimentos que podem ser aplicados para melhorar as condições de vida das pessoas. A tecnologia como aplicação do conhecimento científico que interfere na sociedade. E a sociedade que estimula os avanços tecnológicos pela necessidade de consumo (**Professora C**).

Das concepções encontradas emergiram pontos importantes para a discussão nos encontros docentes: a desvalorização da tecnologia e conseqüente supervalorização da ciência; o caráter meramente operacional da tecnologia; a concepção de uma sociedade utilitária do desenvolvimento científico e tecnológico; e a concepção de uma sociedade que não tem o poder de avaliar, questionar e se posicionar diante de questões científicas e tecnológicas. Esses pontos foram tratados a partir de questionamentos, discussões e reflexões promovidas nos encontros e apontaram para novos posicionamentos dos professores sobre ciência, tecnologia, sociedade e inter-relações CTS. Dessa forma, podemos considerar que é essencial em um processo formativo incluir o tratamento das questões CTS para que os pressupostos teóricos e metodológicos implicados nesta proposta de ensino sejam melhores compreendidos pelos professores envolvidos. Estamos conscientes que não poderá haver uma expectativa de mudança do professor em curto prazo, mas os momentos de discussão favorecem uma reflexão e sensibilização dos professores que podem dar suporte ao início de uma mudança que é processual.

De um modo geral, as concepções iniciais dos docentes apontam para um quadro no qual a maioria dos professores apresenta a idéia de que o conhecimento científico exerce certa primazia diante de outras dimensões do desenvolvimento humano. Para nós, a repercussão que essas concepções deverão ter em sala de aula, e mais especificamente em uma abordagem CTS pode ser verificada no tratamento do conhecimento científico com um maior estatuto diante de aspectos tecnológicos e sociais discutidos em sala de aula. Na sala de aula, de uma forma geral, os professores têm mais facilidade de expressar idéias relativas aos conceitos científicos que usualmente são apresentados nos livros didáticos e alguma dificuldade em ampliar a discussão inserindo questões relativas à tecnologia e às questões sociais. Nesse sentido, algumas concepções dos professores identificadas neste trabalho podem se constituir como obstáculos para uma efetiva implementação da abordagem CTS e outras propostas de contextualização para o ensino. E uma questão se torna relevante: como tratar aspectos tecnológicos e sociais nas aulas de ciências se idéias sobre as relações entre ciência, tecnologia, e sociedade não tiverem um significado expressivo para os professores?

Ao buscar desenvolver estratégias didáticas que representam mudança na sua prática pedagógica, os professores podem se deparar com um processo de reflexão sobre suas concepções e sentir um apelo de revisão das mesmas. Nesse sentido, a disponibilidade dos professores em abrir as suas salas de aulas para novas propostas didáticas pode ser compreendida como uma abertura para a sua própria formação. Por essa razão, consideramos que aspectos levantados neste trabalho constituem um ponto de partida importante para a discussão com esses professores no processo de elaboração e planejamento de abordagens didáticas a serem aplicadas em suas salas de aula.

Referências Bibliográficas

- ABIB, M. L. V. dos S. Em busca de uma nova formação de Professores. *Pesquisas em Ensino de Ciências e Matemática*. Bauru: Faculdade de Ciências, UNESP, 1996. (Série Ciência & Educação, n.3, p.60-72)
- ACEVEDO, J. Educación tecnológica desde una perspectiva CTS. Una breve revisión del tema. *Alambique*, v. 3, p. 75-84, 1995.
- ACEVEDO, J. Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. *Borrador*, v. 13, p. 26-30, 1996a.
- ACEVEDO, J. A. La formación del profesorado de enseñanza secundaria y la educación CTS. Una cuestión problemática. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, v. 26, p. 131-144, 1996b.
- AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação*, v. 7, n.1, p. 1-13, 2001.
- BAKHTIN, M. *Marxismo e Filosofia da Linguagem*. São Paulo: Editora Hucitec. 1929/1992.
- CACHAPUZ, et al. *A necessária renovação do ensino das ciências*. São Paulo: Cortez, 2005.
- FOUREZ, G. *A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências*. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995.
- FREIRE-MAIA, N. *A ciência por dentro*. 6 ed. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 2000..
- KNELLER, G. F. *A ciência como atividade humana*. Rio de Janeiro: Zahar; São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1980.
- MARTINS, I. Formação inicial de professores de física e química sobre tecnologia e suas relações sócio-científicas. *Revista Electronica de Ensenanza de las ciencias*. v. 2, 2003. Disponível em: <<http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen2/numero3/-art6.pdf>> Acesso em: 26 maio 2006.
- SANTOS, W. L. dos.; SCHNETZLER, R. P. *Educação química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 1997.
- SANTOS, W. L. P. dos.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. In: *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, n. 2, Belo Horizonte, dez., 2000.
- SILVA, R. M. G. Da. Ensino de ciências e cidadania. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. *Ensino de ciências: fundamentos e abordagens*. Campinas: R. Vieira Gráfica e Editora Ltda., p. 154-182, 2000.
- VALDÉS, P. et al. Implicaciones de las relaciones ciencia-tecnología en la educación científica. *Revista Enseñanza de la tecnología*, n. 26, jan-abril, 2002. Versão eletrônica. Disponível em: <<http://www.rioei.org/rie28a04.htm>> Acesso em: 25 jun 2006.
- VANNUCHI A. I. A relação Ciência, Tecnologia e Sociedade no Ensino de Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. de. (org). *Ensino de Ciência: unindo pesquisa e a prática*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

ANEXO A: Texto trabalhado no primeiro encontro com os professores.

A construção da luneta por Galileu

Durante o verão de 1609, um holandês visitou Pádua, cidade onde Galileu Galilei residia na época, trazendo consigo um instrumento através do qual se avistavam objetos em tamanho três vezes maior do que a olho nu. O estrangeiro tentou vendê-lo ao governo local, mas como o preço solicitado era muito alto e ouvira-se da existência de instrumentos semelhantes com poder de aumento superior, o aparelho do holandês foi recusado. Soube-se, então, que o aparato consistia em um longo tubo, contendo uma lente de vidro em cada extremidade.

Galileu, além de professor, desenvolvia atividades de consultoria em problemas de engenharia civil e militar. Dessa forma, provavelmente prevendo a utilidade de tal instrumento para a frota naval de Veneza contra os turcos, decidiu tentar a sua construção. E assim o fez, raciocinando que uma das lentes teria que ser côncava e a outra convexa. Lentes planas não produziram efeito algum; uma lente convexa ampliaria os objetos, mas sem resolução e nitidez, enquanto uma lente côncava reduziria seu tamanho aparente, mas talvez pudesse eliminar a falta de nitidez. Tentando essa combinação, com a lente côncava próxima do olho, verificou o efeito produzido: era possível observar objetos com suas dimensões ampliadas em três vezes.

Antes do final daquele mesmo ano, Galileu havia construído telescópios de qualidade satisfatória e poder de ampliação significativa para observações astronômicas.

Veja a seguir, como é narrado o episódio por meio de um diálogo imaginado entre pessoas da época por Drake (1983), grande especialista em Galileu Galilei:

Sarpi – Por volta de novembro de 1608, recebi da Holanda um pequeno folheto descrevendo um instrumento, elaborado por um fabricante de óculos de Middlebourg. Este instrumento ampliaria objetos distantes, fazendo-os aparentarem estar mais perto. Eu imediatamente escrevi para amigos no exterior indagando a veracidade do fato. [...] Jaques Badovere me respondeu dizendo que o efeito de ampliação era o fato real e que imitações da luneta holandesa já estavam sendo vendidas em Paris, onde ele mora, embora essas imitações fossem pouco potentes, praticamente brinquedos.

[...] Eu e Galileu tínhamos, por diversas ocasiões ao longo dos muitos anos de relacionamento, discutido sobre Ciência, de modo que ele não havia jamais demonstrado maior interesse pela Astronomia, nem estava pensando em tal assunto quando ouviu falar da luneta holandesa.

Sagredo – Pelo que eu conheço dele, seu interesse deu-se pela possibilidade de obter vantagem para Veneza sobre os turcos, através da posse de uma luneta pela nossa marinha.

Sarpi – Você tem razão. Em junho, ele havia requisitado um aumento de salário ao nobre Signor Piero Duono, que visitava Pádua, mas as negociações provaram-se infrutíferas. Nosso amigo ouviu falar da luneta pela primeira vez numa breve visita a Veneza, em julho, e então percebeu que talvez pudesse construir uma de valor naval para a República. Tão logo ouviu os relatos, nos quais acreditavam e outros ridicularizavam, ele visitou-me para saber minha opinião. Eu mostrei-lhe a carta de Badovere atestando a existência do instrumento holandês e ele retornou imediatamente a Pádua para tentar, em sua oficina, a reinvenção e construção da luneta.

Sagredo - Quando eu voltei da Síria ouvir dizer que, justamente nessa época, um estrangeiro visitou Veneza com um desses instrumentos, tentando vendê-lo ao nosso governo por um preço alto, de modo que a oferta foi recusada. Tal coincidência surpreendente de fato ocorreu?

Sarpi – De fato. E por coincidência ainda maior o estrangeiro chegou a Pádua imediatamente após o nosso amigo tê-la deixado para visitar Veneza. Algumas pessoas em Pádua viram o instrumento, como o nosso amigo descobriu em seu regresso, mas pelo mesmo golpe de destino, o estrangeiro havia acabado de partir para Veneza.

Sagredo – Então nosso amigo obteve considerável benefício prático, podendo saber por outras pessoas de Pádua como o instrumento era construído.

Sarpi – De modo algum, pois o estrangeiro não permitia a ninguém exame mais minucioso que o olhar através da luneta. O preço por ela era de mil ducados, tanto que os senadores hesitaram agir sem aconselhamento e me indicaram para apreciar a questão. É claro que eu desejava estudar sua construção, mas fui proibido pelo estrangeiro de demonstrá-la. Tudo que pude descobrir era que constava de duas lentes, uma em cada extremidade de um longo tubo. Portanto, isso é tudo que poderia ter sido relatado ao nosso amigo em Pádua. A

luneta não era de fato muito potente, ampliando uma linha distante em apenas três vezes. Sabendo pelo folheto que os holandeses já possuíam lunetas mais potentes, aconselhei o Senado contrariamente a este gasto dos fundos públicos e o estrangeiro partiu contrariado.

[...] Justamente nesta época, recebi uma carta de nosso amigo, que dizia ter obtido o efeito de ampliação, embora fraco. Também estava confiante de poder melhorá-lo consideravelmente, num tempo curto [...].

Sagredo – Ele contou como havia descoberto o segredo tão rapidamente?

Sarpi - Não naquela carta rápida. Mas, posteriormente, disse ter raciocinado que uma das lentes deveria ser convexa e a outra côncava. Uma lente plana não produziria efeito algum; uma lente convexa ampliaria os objetos, mas sem resolução e nitidez, enquanto uma lente côncava reduziria seu tamanho aparente, mas talvez pudesse eliminar a falta de nitidez. Experimentando duas lentes de óculos, com a côncava próxima do olho, ele constatou o efeito desejado. Os problemas eram, então, polir a lente côncava mais profundamente, o que se faz em óculos para míopes, e, também, moldar a lente convexa no raio de uma esfera grande, aguçando seu efeito. Por motivos óbvios, ele o fez por si mesmo, pois não desejava que nenhum polidor de lentes soubesse de seu plano. No meio de agosto, ele retornou a Veneza com uma luneta que ampliava oito vezes ou mais. Com ela, da campânula em São Marcos, descreveu navios que se aproximavam, duas horas antes que pudessem ser avistados por observadores treinados.

Sagredo – Sabemos que ele presenteou a luneta ao Duque e em retorno recebeu um salário dobrado e posição vitalícia na universidade, embora ele tenha logo deixado o magistério e se colocado a serviço do Cosimo II de' Medici, na corte toscana. Agora, o que fez com que ele voltasse este instrumento comercial e naval para os propósitos da Astronomia?

Sarpi – O folheto dizia, no final, que estrelas invisíveis a olho nu eram observadas através da luneta. Talvez nosso amigo tenha logo verificado tal fato, ou tenha-o descoberto ele próprio [...].

Salviati – Talvez eu possa esclarecer o que aconteceu a seguir. Tendo apresentado sua primeira luneta ao Duque, nosso amigo desvencilhou-se de suas obrigações ao príncipe e aluno. Apresentou a Cosimo, em Florença, um instrumento semelhante, útil para fins militares. Ocorre-lhe que outro, ainda mais potente, seria um presente apreciável para o

jovem grão-duque. Tencionava aperfeiçoar ainda mais a luneta. Entretanto, para tal finalidade, necessitava de vidro duro e cristalino de espessura que não era utilizada pelos fabricantes de óculos. Receando que outros antecipassem, caso tomassem conhecimento do material que desejava. Poliu, então, lentes apropriadas para um telescópio duas vezes mais potente que aquele construído anteriormente, que já era quase três vezes mais potente que os brinquedos feitos com lentes de óculos. Ele completou o empreendimento no fim de novembro e, quando o testava ao entardecer, ocorreu de apontá-lo em direção à Lua, então crescente. Através do telescópio a Lua apresentou-se tão diferente do esperado, tanto em relação à sua porção iluminada, quando à escura, que durante todo um mês ocupou a atenção exclusiva do nosso amigo.

Assim, embora Galileu tenha transformado a luneta num instrumento que possibilitava até a investigação astronômica, não sabia explicar por que e como funcionava aquele objeto. Somente no ano seguinte, um astrônomo da época, Johannes Kepler, escreve um livro no qual deduz os princípios de funcionamento do telescópio, analisando geometricamente a refração da luz por lentes. Mas a formulação correta da lei da refração não era conhecida, como também não se tinha um modelo aceitável para explicar por que, afinal, a luz era refratada pelas lentes. Estes fatos só foram esclarecidos cerca de 70 anos mais tarde pelo holandês Christian Huygens.

Ou seja, apenas no ano seguinte ao aperfeiçoamento da luneta por Galileu, Kepler explicou como se dava o funcionamento. Entretanto, por que o instrumento funcionava daquela forma só pôde ser compreendido 70 anos mais tarde.

Questões

- 1- De que nova Tecnologia trata o texto? Que parte da Ciência descreve e explica seu funcionamento?
- 2- Por que motivo Galileu decidiu aperfeiçoar a luneta? Você saberia fazer um paralelo com os avanços que ocorrem nos dias de hoje, citando algum que tenha se dado pelo mesmo motivo?
- 3- Em que trechos você nota o descompasso entre o desenvolvimento científico e tecnológico no século de Galileu?

4- Quais foram afinal as dificuldades enfrentadas por Galileu para a construção da luneta? Você as definiria como problemas científicos ou tecnológicos? Por quê?

5- Qual seria então a relação entre Ciência e Tecnologia e científicos e tecnológicos? Ela seria equivalente à que ocorreu neste episódio? E exemplos no qual a interação seja diferente?

Texto extraído de:

VANNUCHI A. I. A relação Ciência, Tecnologia e Sociedade no Ensino de Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. de. (org). **Ensino de Ciência: unindo pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

ANEXO B – Texto 1A: “Nossa vida e as reações de óxido-redução”

Nossa vida e as reações de óxido-redução

Você já sabe que os processos em que uma substância tem um ganho de oxigênio são processos em que o O_2 é o agente da oxidação dessa substância.

Vulgarmente, o termo oxidar é muito empregado para falar dos processos que “tiram” o brilho de um metal pelo seu recobrimento por compostos, nos quais o seu N_{ox} deixa de ser zero, para adquirir agora valor positivo. Assim é o processo indesejável da formação da ferrugem, que ocorre quando o ferro metálico é oxidado por ação do O_2 do ar e da umidade. Mesmo aqueles que não têm cultura química conhecem esse fenômeno por oxidação do ferro. De modo simplificado, podemos dizer que, ao se transformar em ferrugem, o ferro passa do N_{ox} zero a +3, formando hidróxido de ferro hidratado, de coloração característica (cor de ferrugem).

Eliminar a formação da ferrugem tem sido uma preocupação constante do homem. Pense na quantidade de ferro e de suas ligas que deve ser produzida apenas para substituir objetos que ficaram imprestáveis pela oxidação do ferro.

Lembre-se de que o ferro e os aços têm múltiplos empregos. Desde em objetos usados em nossas casas, como pregos, talheres, travessas de aço, até em navios, automóveis e imensas estruturas metálicas.

Procurando impedir a formação da ferrugem ou ao menos dificultá-la é que se usam inúmeras alternativas.

Os aços especiais, além de ferro (principalmente) e carbono em pequenas quantidades, contêm outros metais tais como cromo, níquel, molibdênio, cobre, que, além de melhorarem a capacidade de resistir à corrosão, permitem melhorar outras propriedades da liga, tais como dureza, resistência à tração, flexibilidade.

Assim, o aço *inoxidável* utilizado em objetos de cozinha, por exemplo, pode conter cromo e níquel. Como o próprio nome indica, ele resiste à oxidação (inoxidável).

Além da produção de aços a partir do ferro, recorre-se à cobertura da superfície do metal por óleos, tintas, esmaltes, o que dificulta o contato do O_2 do ar com o metal.

É por essa razão que portões de ferro são recobertos por zarcão (Pb_3O_4) antes da camada de tinta. As coberturas esmaltadas das geladeiras, *freezers*, máquinas de lavar, ou os produtos que recobrem a lataria dos automóveis têm, além da função estética, o papel de dificultar a corrosão do ferro.



Ricardo Yorio

Peça em aço inox ao lado de chapa de ferro onde se podem perceber marcas de ferrugem.

Há muitos exemplos de reações de óxido-redução em que o oxigênio ou compostos presentes no ar poluído oxidam substâncias de modo indesejável.

O trecho a seguir, extraído da *Folha de S. Paulo* de 30/9/91, dá um exemplo desse tipo de problema.

Poluição ameaça rede elétrica de São Paulo

Os gases expelidos pelos rios Tietê e Pinheiros estão corroendo material elétrico em São Paulo. Circuitos de proteção de algumas subestações da Eletropaulo estão estragados.

A grande quantidade de matéria orgânica presente nesses dois rios, vinda dos esgotos, causa reações que liberam vários gases, alguns corrosivos. Esse é o resultado de uma pesquisa que a Eletropaulo e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) vêm realizando desde 1982.

As principais vítimas desses gases são os materiais que contêm cobre. [...]

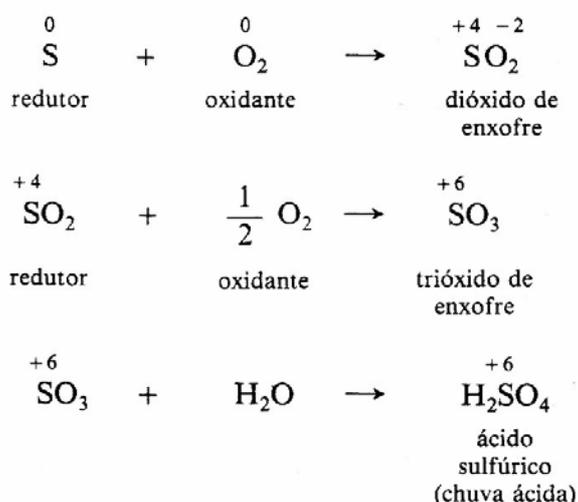
As cordoalhas, fios que fazem o aterramento (fio-terra) dos aparelhos elétricos das subestações da Eletropaulo, por exemplo, estão sendo corroídas.

Os contatos elétricos, espécie de interruptores das subestações, diminuem sua capacidade de transmitir eletricidade. A resistência elétrica desses contatos aumenta e por isso eles esquentam e podem fundir.

Mas vejamos outros exemplos.

Um dos responsáveis pela poluição do ar nas grandes cidades é o SO_2 , dióxido de enxofre. O SO_2 se forma graças à oxidação do enxofre presente, por exemplo, na gasolina por ação oxidante do O_2 do ar.

É possível ainda haver a oxidação do SO_2 a SO_3 , trióxido de enxofre, o qual em contato com a umidade do ar origina o ácido sulfúrico, um dos responsáveis pela ação corrosiva da chuva ácida.



Foi analisada a corrosão no material da Eletropaulo em dez estações atmosféricas, localizadas em subestações da Eletropaulo do interior e de áreas próximas à cidade de São Paulo. Entre elas, estão duas próximas dos rios: a de Santana do Parnaíba (40 km ao sul de São Paulo), a 1 km do rio Tietê; e a da Usina Termelétrica de Piratininga, em Santo Amaro e perto do rio Pinheiros.

Os pesquisadores analisaram primeiro a corrosão de materiais como aço, zinco e alumínio. Os resultados ficaram dentro da média internacional.

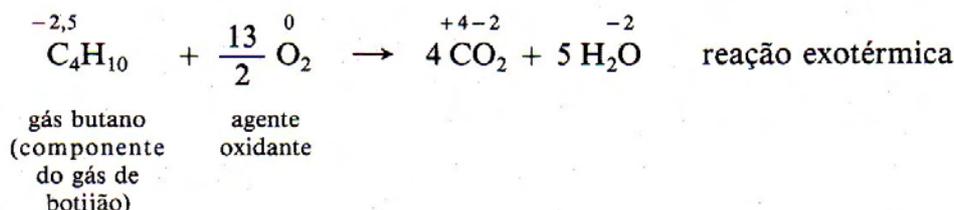
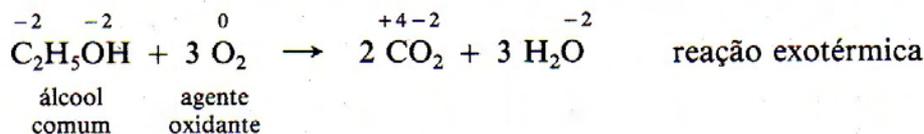
[...]

Nas duas estações próximas aos rios, a corrosão do cobre foi muito superior a tudo que eles já haviam encontrado na literatura. Na usina de Piratininga, a taxa média de corrosão do cobre após três anos de exposição foi de 10,7 microns (milésimos de milímetro). Na literatura, a maior taxa encontrada pelos pesquisadores foi de 3,8 microns.

Poderíamos citar outros exemplos de poluentes que se formam graças à transferência de elétrons. Mas vamos falar agora das oxidações de substâncias orgânicas.

Tais oxidações nos são muito úteis em inúmeros casos. Exemplos:

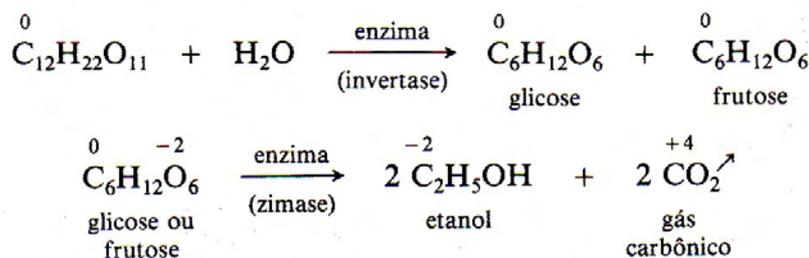
- Combustões que nos permitem obter calor para múltiplas finalidades.



- Processos químicos espontâneos de óxido-redução que geram energia elétrica são empregados em pilhas e baterias usadas em nosso dia-a-dia.

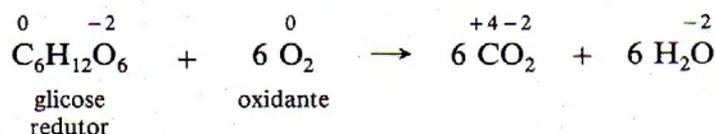
- Processos de fermentação empregados na obtenção de álcool e bebidas alcoólicas.

No Brasil, este processo é iniciado pela obtenção do melaço a partir da cana-de-açúcar. A sacarose, presente no melaço, por ação de enzimas* vai originar glicose e frutose. A oxidação dessas substâncias, também facilitada pela ação de enzimas, é que origina o álcool comum (etanol).



Por outro lado, muitas oxidações são fundamentais em nossa vida, pois ocorrem nas células de nosso organismo e de outros animais e vegetais.

São, em geral, reações complexas. Só para exemplificar, vamos mostrar de forma simplificada a equação que podemos associar à respiração:



É graças a essa reação exotérmica que podemos obter a energia empregada por nosso organismo nos múltiplos “trabalhos” que realiza.

Vamos dar agora um exemplo de óxido-redução que ocorre na matéria viva e que é indesejável. São as reações complexas responsáveis pelos processos que vulgarmente conhecemos como “putrefações”.

Você sabe que um dos problemas que enfrentamos com os alimentos é que eles são perecíveis. É por essa razão que as indústrias alimentícias utilizam-se de substâncias para retardar esses processos. Se você observar muitas embalagens vai notar que elas indi-

* Enzimas — substâncias produzidas por organismos vivos que aceleram reações, isto é, funcionam como catalisadores.

cam a presença de substâncias geralmente escondidas através de letras e números. Algumas delas são antioxidantes. Pelo nome fica fácil perceber que as putrefações incluem processos de óxido-redução.

O ácido ascórbico é um exemplo de antioxidante empregado em margarinas, óleos e gorduras entre outras matérias alimentícias.

Com os exemplos dados pudemos dar uma pincelada na importância das reações de óxido-redução em nossa vida. O seu papel na indústria, no ambiente, em nosso organismo e em muitas outras atividades humanas é essencial.

ANEXO C – Texto 1B: Metais, Sociedade e Ambiente: os metais podem trazer prejuízos ao ambiente?

Escola Murilo Braga
Disciplina: Química
Professor: Flávio
Série: 2ª. B

Metais, Sociedade e Ambiente: os metais podem trazer prejuízos ao ambiente?

A descoberta, o tratamento, as transformações e a utilização dos metais sempre influenciaram o modo de vida e desenvolvimento das sociedades. Mas o que são metais? (Metais são materiais constituídos por ligação metálica (interação entre átomos envolvidos em uma nuvem formada por seus elétrons de valência) que apresentam propriedades comuns com: cor, brilho, maleabilidade, ductibilidade, dureza e condutividade elétrica, etc.

Por suas propriedades, os metais são empregados largamente na produção dos mais diferentes tipos de materiais, tanto na constituição como no funcionamento. Podemos citar como exemplo, os aparelhos modernos como o diskman, que funcionam com a energia fornecida pelas pilhas. Você já pensou quantos outros aparelhos funcionam com pilhas e baterias? Saiba que as fabricações de diskman e outros produtos modernos dependem fundamentalmente de alguns metais. A larga utilização de metais na atualidade tem provocado sérios problemas ambientais: devastação de florestas para sua extração, emissão de poluentes por indústrias metalúrgicas, contaminação por metais e por resíduos de processo e obtenção, entre outros.

O estudioso Paracelso (1493-1541) dizia que a diferença entre o remédio e veneno é a dose. Os metais são bons exemplos disto. Alguns deles são muito importantes para o metabolismo do nosso corpo outros não. O ferro, presente na hemoglobina, é responsável pelo transporte de oxigênio no sangue, o zinco e o cromo estão presentes na estrutura de enzimas que regulam o metabolismo, entre outros como sódio, potássio etc. Por outro lado, vários metais são considerados tóxicos. Os metais que agredem demasiadamente o ambiente são denominados **metais pesados**. Essa denominação é usada porque geralmente os metais tóxicos são de maior massa atômica (massa de átomo dado em relação à unidade de massa atômica (u) com relação ao carbono-12), como o mercúrio (200,9u), o cádmio (112,41u) e o chumbo (207,2u), apesar de a toxidez não está associado diretamente às suas massas atômicas.

A toxidez dos metais pesados deve-se ao fato de que os organismos vivos não conseguem eliminá-los depois de absorvidos, o que provoca uma série de complicações. Em razão disso, eles ficam depositados em alguma parte do nosso corpo, como nos ossos ou em células nervosas. Esses metais são chamados de cumulativo. Por tal motivo, as pilhas e baterias não podem ser jogadas como lixo comum, pois contêm metais pesados (assim como outros materiais que contêm metais pesados, como as lâmpadas fluorescentes) que podem contaminar o meio ambiente e causar danos à saúde das pessoas. As pilhas usadas e descartadas seguem dois caminhos: aterro ou usina de compostagem.

Trataremos, no presente texto, do destino aterro que é mais usado em nosso país. No aterro, as pilhas misturam-se ao resto de lixo, ficam expostas ao sol e à chuva e acabam se oxidando. Com a oxidação, rompem-se e deixam vaziar os metais. Os metais se misturam ao chorume (o líquido que se forma do lixo). Com as chuvas os metais pesados penetram no solo e acabam atingindo as águas subterrâneas (lençol freático). Atingindo os córregos e riachos. E esta água, contaminada com metais como zinco, chumbo, mercúrio e outros, acabam atingindo a cadeia alimentar humana através da irrigação na agricultura ou da ingestão direta.

Mas o que fazer com esse lixo tóxico gerado por materiais que contêm metais pesados? Por enquanto não há resposta. O governo e os fabricantes não sabem o que

fazer com esse lixo. Algumas empresas no Brasil já estão se conscientizando do problema, mais ainda são poucas e fazem muito pouco. A Motorola, líder no mercado nacional de celulares, está aconselhando seus consumidores para devolverem as baterias usadas à rede de assistência técnica nas quais são armazenadas em sua fábrica de Jaguariúna (SP) à espera da decisão do governo sobre o destino final desses produtos. O conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) determina que as pilhas e baterias que possuem cádmio, chumbo e mercúrio acima dos níveis determinados, depois de esgotadas devem ser devolvidas aos locais de venda ou aos representantes das indústrias. No congresso Nacional, projetos de lei semelhantes vêm fracassando nos últimos cinco anos. Uma proposta que obrigaria as empresas a imprimir nas embalagens quais são os riscos de seus produtos para o meio ambiente e a saúde foi rejeitada pela Comissão de economia da Câmara. Nesse cenário de imobilidade, resta ao consumidor preocupado com o meio ambiente torcer para aqueles que fazem as leis (poder legislativo) tenham consciência dos danos causados ao meio ambiente e não se preocupem apenas com os fatores financeiros.

A responsabilidade do destino final do lixo tóxico gerado por metais pesados é nossa e está atrelada a nossa consciência. Como cidadãos comprometidos com o mundo, não devemos esquecer que fazemos parte dessa grande relação: **HOMEM – PLANETA**. A nossa responsabilidade inclui desde do nosso voto (em período eleitoral) até as nossas ações do dia a dia, como a reciclagem e a coleta seletiva, por exemplo.

Portanto, você pode e faz a diferença com atitudes comprometidas no uso e descarte dos materiais do nosso cotidiano e o planeta agradece. Agora fica a pergunta: O que você pode fazer (ou já faz) para ajudar o meio ambiente a não se contaminar com metais pesados?

A tabela a seguir apresenta informações sobre os problemas causados a organismos vivos por alguns metais pesados que são liberados durante a degradação de pilhas, baterias e outros materiais. Observe porque as pilhas e baterias são as mais preocupantes em seu descarte exigindo uma maior atenção para a coleta seletiva.

| Efeitos causados à saúde por alguns metais pesados | | |
|--|---|--|
| mercúrio | <ul style="list-style-type: none"> • equipamentos e aparelhos elétricos de medida • produtos farmacêuticos • lâmpadas de néon, fluorescentes e de arco de mercúrio • interruptores • baterias/pilhas • tintas • amaciantes • anti-sépticos • fungicidas • termômetros | <ul style="list-style-type: none"> • distúrbios renais • distúrbios neurológicos • efeitos mutagênicos • alterações metabólicas • deficiências nos órgãos sensoriais |
| cádmio | <ul style="list-style-type: none"> • baterias/pilhas • plásticos • ligas metálicas • pigmentos • papéis • resíduos de galvanoplastia | <ul style="list-style-type: none"> • dores reumáticas e miálgicas • distúrbios metabólicos levando à osteoporose • disfunção renal |
| chumbo | <ul style="list-style-type: none"> • tintas como as de alvenaria de rua • impermeabilizantes • anticorrosivos • cerâmicas • vidros • plásticos • inseticidas • embalagens • pilhas | <ul style="list-style-type: none"> • perda de memória • dor de cabeça • irritabilidade • tremores musculares • lentidão de raciocínio • alucinação • anemia • depressão • paralisia |

Fonte: JARDIM, N. S. (Coord.) et al. *Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado*. São Paulo: IPT/Cempre, 1995. p. 34.

Além da contaminação de mercúrio nos garimpos, temos a contaminação pelo uso indevido em indústrias, em consultórios odontológicos, entre outras. Nesse sentido, é preciso tomar todo o cuidado com qualquer manipulação do mercúrio metálico.

O descarte de materiais que o contenham jamais deverá ser feito em lixo urbano ou em solo e água, pois ele poderá contaminar a água.

Outra fonte de contaminação de metais pesados são indústrias que despejam seus efluentes, contendo elevadas quantidades de metais pesados, em rios. O lixo urbano também pode ser fonte de poluição de metais pesados devido à presença de pilhas e baterias.

O alumínio é outro metal cujo impacto sobre a saúde pública tem chamado a atenção de médicos e pesquisadores, devido à hipótese de que ele possa provocar a doença de Alzheimer. A lenta contaminação de pessoas pode estar sendo causada pela ingestão de alimentos preparados em panelas de alumínio ou acondicionados em embalagens feitas com esse metal.

Este texto foi produzido, com base em alguns trabalhos da literatura que abordam o tema Metais, Sociedade e Ambiente, por uma aluna de Licenciatura em Química que está estudando a problemática do descarte das pilhas e a conscientização dos alunos na sala de aula.

Referência Bibliográfica

SANTOS, Luiz Pereira dos; MÓL, Gerson de Souza (coords). Química e Sociedade. São Paulo: Nova geração, 2005.

ANEXO D – Normas para publicação do artigo

REVISTA CIÊNCIA E EDUCAÇÃO

Normas para Publicação / Rule for Publication

Artigos a serem submetidos à publicação devem ser encaminhados à Seção de Pós-Graduação da Faculdade de Ciências, aos cuidados do editor, via e-mail. Devem ser resultado de pesquisas originais ou trabalhos de revisão bibliográfica desenvolvidos pelo(s) autor(es) em Ensino de Ciências ou áreas afins. O artigo deve ser entregue acompanhado de uma prova impressa e um disquete (preferencialmente em Word 6.0 e obrigatoriamente salvo em extensão.DOC e.RTF). Pede-se que seja formatado com fonte Times New Roman, tamanho 12, espaçamento 1,5, com extensão média de 12 páginas (incluindo as referências bibliográficas), sem qualquer preocupação com projeto gráfico ou paginação, e as páginas devidamente numeradas. A identificação do(s) autor (es) deve ser feita no início do artigo, incluindo os seus créditos acadêmicos (observar o formato na revista). Gráficos, tabelas, mapas, ilustrações etc. devem ser entregues em arquivos separados, com claras indicações dos locais onde devem ser inseridos. Marcas, logotipos, fotos, desenhos e similares terão que ser fornecidos pelo(s) autor (es) com qualidade para reprodução gráfica (arquivos eletrônicos devem ter no mínimo 240 DPI). A responsabilidade por erros gramaticais é exclusivamente do(s) autor (es), sendo critério determinante para a publicação do material. A bibliografia deve se restringir às obras citadas no corpo do artigo e deverá seguir rigorosamente as normas da ABNT (NBR 6023 – Agosto 2002), com especial atenção ao recurso tipográfico utilizado para destaque dos elementos (títulos) que deverá ser em negrito e as referências deverão ser alinhadas somente à margem esquerda do documento em espaço simples e separadas entre si por espaço duplo. O artigo deve ser acompanhado de resumo e abstract (e respectivos unitermos e keywords).