

**LEONORA MARIA ANTUNES COMEGNO**

**CONTRIBUIÇÃO DO ENFOQUE CTS PARA  
OS CONTEÚDOS ESCOLARES DE QUÍMICA**

**Dissertação apresentada como requisito parcial à  
obtenção do grau de Mestre em Educação, Programa de  
Pós-Graduação em Educação, Setor de Educação,  
Universidade Federal do Paraná.**

**Orientadora: Profª Drª Orliney Maciel Guimarães  
Co-Orientadora: Profª Drª Izaura Kuwabara**

**CURITIBA**

**2007**

**Esse texto é dedicado à minha mãe, a minha filha e ao meu marido, que não mediram esforços para que meus sonhos se realizassem.**

## **Agradecimentos**

À professora Orliney Maciel Guimarães, minha orientadora, pela amizade, confiança, apoio, profissionalismo e dedicação.

À professora Izaura Kuwabara, pelas discussões, paciência e ensinamentos.

A todos os meus professores do curso de Mestrado no Setor da Educação, pela apresentação aos autores utilizados durante as disciplinas, pelo diálogo sempre aberto e pelas orientações devidas.

À minha família, minha mãe Aparecida, minha filha Isis e esposo Andréas, pelo encorajamento nos momentos mais difíceis, sobretudo pelo apoio e paciência diante das minhas ausências.

Ao Colégio Nossa Senhora Medianeira que, por meio da direção e da coordenação do Ensino Médio, contribuiu para a minha participação no Curso de Mestrado da Universidade Federal do Paraná.

A todos que contribuíram para a realização desse trabalho.

## Sumário

<b>Lista de Quadros</b> .....	v
<b>Resumo</b> .....	vi
<b>Abstract</b> .....	vii
<b>Introdução</b> .....	1
<b>Metodologia</b> .....	2
1.1 Objetivo da pesquisa.....	2
1.2 – Escolha do Objeto de estudo .....	2
1.3 – Método e Instrumentos de Pesquisa .....	8
<b>Capítulo 1</b> .....	9
1.1 – Origem do Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)	10
1.2 – Tradição europeia.....	15
1.3 - Tradição americana.....	16
1.4 – O Determinismo Científico e o Movimento CTS.....	21
1.5 - Algumas relações entre CT na sociedade, formação do cidadão e na educação .....	26
1.6 – Educação CTS .....	28
1.7 – Enfoque CTS e a Escola Secundária.....	37
1.8 - O Movimento CTS no Ensino Médio no Brasil.....	44
<b>Conclusão do Capítulo 1</b> .....	54
<b>Capítulo 2</b> .....	57
2.1 –Origens e caminhos do Ensino em Química .....	58
2.2 –As categorias interdisciplinaridade e contextualização: como contribuem (ou não) para a (re) produção o conhecimento químico.	64
2.2.1 – Interdisciplinaridade: como deveria ser .....	74
2.2.2 – Contextualização: como deveria ser .....	78
2.3 - O papel Social da Química .....	82
<b>Conclusão do Capítulo 2</b> .....	92
<b>3 - Conclusão</b> .....	94
<b>4- Referências Bibliográficas</b> .....	96

## Lista de Quadros

<b>Quadro A</b> .....	14
<b>Quadro B</b> .....	20
<b>Quadro C</b> .....	32
<b>Quadro D</b> .....	40
<b>Quadro E</b> .....	46
<b>Quadro F</b> .....	84
<b>Quadro G</b> .....	86
<b>Quadro H</b> .....	88
<b>Quadro I</b> .....	89

## RESUMO

Esse trabalho tem como objetivo entender em que medida o enfoque CTS pode contribuir para a apropriação dos conteúdos escolares de química, a partir das categorias interdisciplinaridade e contextualização. Procura-se analisar como se estrutura o enfoque CTS e o ensino de química no Brasil, a partir do histórico de cada um, para elucidar como esse movimento pode contribuir para reestruturação dos conteúdos escolares de química para o ensino médio voltado tanto para a formação do cidadão como preparação para o trabalho numa sociedade impactada pela tecnologia e pela nova organização social do trabalho. A pesquisa documental referente ao Parecer nº 15/98, à Resolução nº 3/98 e aos PCNEMs visa desvelar tais categorias no sentido de promover nos educandos atitudes crítico-reflexivas nos termos da relação dos conteúdos escolares de química com o contexto científico, tecnológico e social. Concluiu-se que o movimento CTS pode ser uma alternativa que possibilita a superação da maneira como os conteúdos escolares de química são ensinados, mediante a ampliação das categorias acima citadas.

Palavras-chave: Conteúdos Escolares de Química, Enfoque CTS, interdisciplinaridade, contextualização.

## **ABSTRACT**

This dissertation's main goal is to understand such way the focus STS (Science, Technology and Society) subsidize appropriation the chemistry knowledge of secondary education by interdisciplinarity and contextualization categories. It seeks to analyze the structures of the focus STS and the chemistry teaching in Brasil, by their histories, to explain how this movement can contribute by chemistry curriculum of secondary education reestruturation in order to form the citizen as preparation for the work in the technological society and by the new work social organization. The documental researches by Parecer n° 15/98, Resolução n° 3/98 and National Curriculum Parameters for Secondary Education (PCNEMs) take aim unveil these categories to promote pupils critical- reflexives attitudes in terms of relation of chemistry knowledge of Secondary Education with the scientific-technological and social context. It is concluded that this STS movement can be an alternative to make possible overcoming manner the chemistry knowledge, secondary education are teaching, by analysis the interdisciplinarity and contextualization categories.

Key words: Chemistry Knowledge, STS Focus, interdisciplinarity, contextualization.

## Introdução

O presente trabalho desenvolve-se a partir de uma pesquisa bibliográfica relativa ao enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), como mediador de transformações importantes para o ensino dos conteúdos de química, presente nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, cuja análise é feita por meio das categorias, interdisciplinaridade e contextualização.

Tal procedimento foi definido para que possam ser superados os possíveis obstáculos relativos à assunção de uma concepção restrita ou equivocada das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e natureza que orientam implícita e explicitamente a formação para a cidadania.

A investigação da história do ensino de química no Brasil se processou para que houvesse maior compreensão da trajetória desse campo da química, inclusive para que se percebesse como os conteúdos de química para o ensino médio se apresentam dentro da perspectiva de dominação.

Defendemos que, a partir a análise documental e bibliográfica, seja possível oferecer maior concretude às argumentações, no sentido de compreender em que medida o movimento CTS pode contribuir para a apropriação dos conteúdos escolares de química, e possibilitar aos alunos a percepção das relações entre a ciência e a tecnologia, demonstrando que estas sofrem e causam transformações profundas de caráter social, político e econômico.

Inicialmente buscamos mostrar a origem e a disseminação do movimento CTS e sua importância como impulsionador de questionamentos críticos e reflexivos acerca do contexto científico-tecnológico e social, apontando as razões que levaram aos desdobramentos e sua importância na educação científica, em especial na química.

Na seqüência, procuramos mostrar as origens do ensino de química, e conseqüentemente do ensino dos conteúdos escolares de química, pois

defendemos a urgência em colocar a escola como componente central para o desenvolvimento da cidadania mediante tais conteúdos.

Por último, discutimos como uma educação científico-tecnológica socialmente contextualizada e interdisciplinar pode contribuir para a realização e emancipação do homem por meio do trabalho e da cidadania, numa sociedade impactada pela tecnologia e pela nova organização social do trabalho.

## **1 - Metodologia de Pesquisa**

### **1.1 Objetivo da pesquisa**

Nesse estudo, com o objetivo de contribuir para qualificar a situação pesquisada, tem-se em vista desenvolver uma melhor compreensão do enfoque (CTS), favorecendo a formação de atitudes crítico-reflexivas no ensino de química em relação à ciência e a tecnologia, o que permite ao aluno perceber suas implicações no âmbito social, tendo como aporte as categorias interdisciplinaridade e contextualização, tão enfatizados nos PCNs.

Tal proposta de trabalho procura ir de encontro ao currículo de competências que vem sendo valorizado no grupo disciplinar de ensino de Química, que se estrutura sem maiores debates sobre seu sentido.

Defendemos que o CTS seja uma proposta alternativa, pois se caracteriza pela relação com as categorias interdisciplinaridade e contextualização para a compreensão das relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

### **1.2 – Escolha do Objeto de estudo**

A partir de investigações preliminares, ainda que essa divisão não se faça de forma absoluta, é possível perceber que a incorporação dos parâmetros, de uma forma geral, dá uma idéia de mudança do Ensino Médio, porém o que se percebe é que a avaliação continua centrada nos resultados e que na organização curricular por competências, os conteúdos não são o eixo

organizador, pois devem ser traduzidos em habilidades a serem expressas em um saber-fazer.

Além disso, a associação com um discurso cognitivista, que valoriza determinados conhecimentos como fundamentais no processo formativo, acarreta a produção de um discurso que visa formar por competências estritamente relacionadas aos conteúdos disciplinares, em virtude do grupo de ensino de química ter um histórico de crítica aos currículos excessivamente conteudistas.

Portanto, o currículo por competências passa a ser encarado mais como uma forma de se contrapor ao currículo enciclopédico do que como uma forma de organização curricular e que existe uma mistura de concepções no texto oficial de química, buscando legitimar tal discurso.

Em consonância com Lopes (2005), observamos que essa aparente contradição pode ser percebida nos materiais didáticos, que pode ser vista como positiva, na medida em que fornece aos professores opções de escolha, porém, tal diversidade não garante a possibilidade de optar, na medida em que a escolha do professor é determinada por múltiplos fatores, para além de suas concepções pedagógicas.

Consideramos que poucos materiais didáticos de química expressam uma proposta efetivamente com base na organização curricular por competências de forma explícita, como o Pequis – Projeto de Ensino de Química e Sociedade - em que se procura um distanciamento do mundo produtivo expressa nos parâmetros, em nome de uma formação para a cidadania planetária, valorizando a formação de competências e habilidades, a fim de supostamente confrontar o discurso conteudista da química escolar.

Lopes (2005) afirma ainda que outros materiais didáticos de química, trazem o entendimento das competências de forma implícita, em uma abordagem que destaca as aplicações do conhecimento químico, enfatizando a compreensão de competências em uma matriz instrumental, ao mesmo tempo em que o associam à contextualização.

Dessa forma, observamos que a organização curricular para os textos oficiais, como os PCNENs, com base nos conteúdos continua privilegiada. E verificamos que, ainda, a incorporação de um tratamento que não defende, obrigatoriamente, uma organização curricular por competências ocorre por meio de uma apropriação acrítica, associada às concepções dominantes no campo da química.

Ou seja, as competências facilmente se misturam aos discursos construtivistas do campo de ensino de química. Tal discurso, hegemônico nesse campo, está presente nas DCNs, nos PCNs para a disciplina de química e em textos editoriais.

Com base na apresentação acima e também para Lopes (2001), entendemos que se reforça a idéia de que as atuais propostas curriculares brasileiras para a educação básica apresentam como princípio norteador o foco nas competências.

Cardozo (2006) descreve que inicialmente o modelo de competência surgiu do discurso empresarial francês e depois de ser definido como lógica pós-taylorista, foi assimilado pelos empresários europeus e grupos envolvidos com as reestruturações administrativas, que passaram a valer-se da noção de competência para defender e implementar mudanças na organização do trabalho. Tal postura possibilitaria associar as qualidades requeridas do indivíduo e as formas de cooperação intersubjetivas características *novos* paradigmas produtivos.

A referida autora defende que sendo a qualificação um dos pontos capitais do *compromisso fordista*, cedeu-se à tentação de substituí-la pela competência como base de um *novo* modelo de gestão acompanhando a transformação da organização do trabalho (ruptura patentada com o taylorismo) e a mudança na relação de forças entre patrões e sindicatos de assalariados (declínio acentuado da sindicalização e das negociações coletivas).

Essa mudança foi igualmente possibilitada pelas evoluções do sistema educativo que colocava a aquisição das competências no cerne de seus

objetivos ao reformar os modos de construção de diplomas profissionais e a concepção de avaliação.

Algumas vezes o conceito de competência é usado como sinônimo de qualificação, porém, ele apresenta conotações diferentes, à medida que enfatiza a mobilização de saberes técnicos para serem utilizados em situações imprevistas de trabalho e não a posse de tais saberes.

Para Cardoso (2006) o conceito de competência coaduna-se com a idéia de polivalência, uma vez que esta última significa uma racionalização formalista com fins instrumentais que enfatiza os conhecimentos empíricos disponíveis, porém a ciência permanece algo exterior e estranho ao trabalhador.

A autora descreve que o modelo da competência não é novo, nem mais racional do que os outros e que para Dubar “Ele corresponde a uma concepção das relações sociais de trabalho que valoriza a empresa e o contrato individual de trabalho”. Portanto, tal enfoque permite concentrar a atenção mais sobre a pessoa do que sobre o posto de trabalho, à medida que não exigiria um trabalhador qualificado para uma função específica, mas portador de conhecimentos que lhe permita se movimentar por todo o processo produtivo, apontando e solucionando problemas que venha ocorrer.

São valorizados os conteúdos curriculares da educação básica que, devem contribuir para a aprendizagem de competências básicas, a fim que os indivíduos estejam aptos para assimilarem mudanças e sejam mais autônomos.

Nesse sentido, o papel das escolas deveria ser direcionado para preparar os indivíduos para a empregabilidade. Entretanto, entendemos que formar para a empregabilidade, significa também formar para o trabalho precário e para desemprego, numa lógica que transforma a dupla: trabalho/falta de trabalho numa união inseparável, uma vez que a acumulação capitalista produz constantemente, em proporção à sua intensidade e à sua expansão, uma população excedente, supérflua e desprovida não só dos meios materiais, mas dos meios de procurar trabalho.

No plano educacional o modelo pedagógico centrado na competência expressou-se inicialmente no ensino técnico profissionalizante por meio da

avaliação -dado o comprometimento mais imediato dessa modalidade de ensino com o processo produtivo - e, posteriormente passou a ser adotado implícita e explicitamente na educação em geral.

A partir de pesquisa documental observamos que, embora a Resolução nº 3/98, Brasil (1998b), e o Parecer nº 15/98, Brasil (1998), sobre as diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio, as competências não sejam mencionadas, nos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio são apresentadas listagens de objetivos e em seus documentos disciplinares de ciências, por exemplo, há menção explícita à recomendação de competências a serem formadas.

Ou seja, é no ensino médio que as competências são definidas mais claramente como princípios organizadores do currículo e, em consonância com Cardoso (2006) destacamos ainda que também é nesse nível de ensino que a tensão entre o currículo por competências e a forma de organização curricular hegemônica, a disciplinar, apresenta-se mais evidenciada, prevalecendo inclusive as listagens de competência separadas por áreas.

Defendemos, portanto, que os discursos curriculares atuais para os conteúdos escolares de química associam princípios construtivistas e comportamentalistas que em épocas anteriores se contrapunham diretamente.

Entendemos que isso ocorra porque, atualmente, interessa formar o trabalhador flexível, adaptável às mudanças, capaz de tomar decisões e resolver problemas, um perfil construído pelos discursos construtivistas e tais discursos originam uma perspectiva instrumental para um saber-fazer e para a inserção no mercado de trabalho em mudança.

Consideramos que essa mistura de concepções, traço marcante dos discursos oficiais, conferidos à disciplina de química, também se configura no discurso interdisciplinar, a partir da defesa do currículo integrado privilegiado pelos parâmetros. Tal configuração busca legitimar o caráter inovador dos textos oficiais, que ocorre em torno dos conceitos de interdisciplinaridade, contextualização, tecnologias e competências.

É relevante salientarmos, entretanto, que as competências não se referem a conteúdos específicos, pois cada competência pode ser desenvolvida a partir de um conjunto de conteúdos de diversas disciplinas.

Entretanto, é por intermédio da interdisciplinaridade que a idéia de integração é veiculada, mas nos parâmetros podemos perceber a força das disciplinas escolares a partir dos documentos sobre os conhecimentos de cada uma das áreas subdivididos de forma disciplinar. Embora sejam apresentadas justificativas separadas para cada uma das três áreas – Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias e Ciências Humanas e suas Tecnologias -, não são justificadas as disciplinas que devem fazer parte de cada uma delas.

Entendemos a partir disso, é que cada disciplina permanece naturalizada, isto é, corresponde a uma organização de saberes entendidos como universais, e, por isso, dispensando qualquer justificativa de sua inclusão no currículo.

Consideramos que no caso dos parâmetros, a proposta é estabelecer a relação da química com aspectos tecnológicos, sociais, políticos, econômicos e ambientais, enfatizando a necessidade de contextualização, que ocorre em substituição de abordagens anteriores que valorizam o cotidiano ou associando-se a elas.

Lopes (2002) destaca ainda, ser possível observar que nas DCNs, o sentido da contextualização está relacionado de forma prioritária à mobilização de competências para solucionar problemas em contextos apropriados, de maneira que o aluno seja capaz de transferir essa capacidade de resolução de problemas para os contextos do mundo social e, especialmente, ao mundo produtivo.

Defendemos que nos parâmetros, as concepções críticas, por sua vez, são minimizadas, ou desconsideradas em nome da formação de uma identidade autônoma que pressupõe a incorporação de competências associadas às novas reconfigurações do mundo do trabalho.

Portanto, a partir dessas análises preliminares dos documentos oficiais avaliamos que sempre existirão problemas relativos ao ensino-aprendizagem

dos conteúdos escolares de química, que necessitam de investigação e de elucidação, principalmente em relação ao discurso tido como inovador desses documentos.

De forma materializada e a título de exemplo, podemos citar a dificuldade na apropriação dos conteúdos escolares de química e a superação da fragmentação desse conhecimento; o distanciamento dos alunos do curso de química, quando no ingresso na universidade, além da percepção que a sociedade tem desses conteúdos, destacando expressões como “decoreba”, “sem sentido” e “para o vestibular”, ao se referir aos mesmos.

Também podemos destacar como outra questão a percepção de ciência e tecnologia, na medida em que os alunos as compreendem como algo “inevitável” na sociedade atual, mas que não detêm o domínio conceitual e das relações existentes entre esses dois campos, muito menos das implicações sociais decorrentes.

A discussão que se segue perpassa a relação existente entre método e conteúdo trabalhados a partir do enfoque CTS, procurando garantir que esses conteúdos de química para o ensino médio promovam, dialeticamente, uma ação de mudança da realidade, isto é, formar para a cidadania.

### **1.3 –Método e Instrumentos de Pesquisa**

Avaliamos que a partir da análise documental e bibliográfica, seja possível viabilizar a compreensão de que a ciência e tecnologia sofrem e causam transformações profundas na sociedade sob o ponto de vista social, político e econômico e que, a partir dessa compreensão, novas propostas educacionais possam ser efetivadas.

Ao procurar elaborar uma revisão de literatura sobre o enfoque CTS, buscou-se evidenciar sua preocupação central relativa às aplicações da ciência e da tecnologia e seu aspecto interdisciplinar e as relações com o contexto mundial e local, características fundamentais para formar o trabalhador na contemporaneidade.

Por tais características, o ensino de CTS tem sua importância manifestada por meio da repercussão de seu movimento mundial, em indicadores, como a realização de congressos internacionais e conferências específicas sobre CTS, dissertações e trabalhos de pesquisa; a elaboração, difusão e avaliação de propostas curriculares desse ensino em diversos países, e que começa a se desenvolver no Brasil, ainda que de maneira tênue.

A recomendação da inclusão nos conteúdos de ciência, em geral, incluindo no de química, de tal movimento, feita por entidades educacionais e conferências de ensino propiciou a discussão nesse trabalho de categorias presentes em documentos oficiais, tais como a interdisciplinaridade e a contextualização.

De outro modo, defendemos que a descrição do histórico do ensino de química a partir da pesquisa bibliográfica visa, por sua vez, apontar seu desenvolvimento e, conseqüentemente, dos conteúdos escolares de química, procurando ainda apontar que a inclusão dessas categorias nesse ensino é recente e pouco debatida.

Ponderamos que por meio da revisão da literatura sobre o ensino de CTS, assim como a explicitação das categorias interdisciplinaridade e contextualização, é possível qualificar o ensino dos conteúdos escolares de química e, dessa maneira, contribuir para a formação de um indivíduo capaz de refletir sobre a sociedade em que vive.

## **Capítulo 1**

Nesse capítulo discutimos o surgimento do enfoque CTS, avanços, positivities e negatividades, além de apresentar correntes derivadas desse movimento para uma melhor compreensão do motivo pelo qual este enfoque é referência no ensino de ciências e, em particular, no ensino dos conteúdos escolares de química.

Buscamos ainda refletir sobre a relação entre a neutralidade da ciência e o determinismo científico com o enfoque CTS, por entender que o contexto engendrado pelas relações sociais, econômicas e políticas, determina profundamente o ambiente em que é gerado o conhecimento científico e tecnológico.

### **1.1 – Origem do Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)**

A idéia de ciência e de tecnologia após a Segunda Guerra Mundial sofreu significativas alterações.

Bazzo (1998) aponta que na antigüidade havia uma completa dissociabilidade entre a ciência e a tecnologia, de forma que a ciência era compreendida mais como uma atividade contemplativa e a tecnologia eram superadas pela importância da agricultura, relegada a alguns artesãos. Essas atividades estavam sob o controle político do estado e durante a Idade Média a relação de dissociação se mantém, modificando apenas o caráter do que rege suas ações, que passa a ser mais religioso do que político.

Com relação a isso e em concordância com o autor, apontamos que o avanço científico e tecnológico que financiou a Revolução Industrial ocorreu devido à disponibilidade de capital e oferta de mão-de-obra e a conseqüente obtenção de lucro, que o mercado proporcionava deu velocidade ao processo. As modificações de condições de produção e de transformação econômica foram viáveis graças a novos princípios científicos, novas máquinas ou a criação de novos processos.

Porém, embora a Revolução Industrial tenha proporcionado mudanças nos conhecimentos tecnológicos e na estrutura social, somente na segunda metade do século XX, com o acúmulo de mais conhecimento, as transformações sociais sofreram maior aceleração.

Segundo von Lisingen (2007), antes da Segunda Guerra Mundial as obras *Técnica e Civilização* de Lewis Mumford (1934) e *Meditação da Técnica* de Ortega e Gasset (1939) questionam a imagem da tecnologia como a benfeitora

da humanidade, e, posteriormente, Heidegger (1954), Jacques Ellul (1954) e Habermas (1960) entre outros discutem e ampliam esse olhar com base nos eventos mundiais relacionados ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia.

Bazzo (1998) descreve que, nos anos 50, nos Estados Unidos começa-se a sentir que, na realidade, a relação entre tecnologia e sociedade move questões de interesses políticos, econômicos e éticos na qual a sociedade passa a ficar submetida. A partir dessas relações complexas, procura-se estruturar programas com o propósito de compreender a maior quantidade possível de variáveis envolvidas.

O autor descreve que, em um destes programas, denominado *Science Technology and Public Policy* (STTP) procurou-se estudar esses assuntos, a partir das políticas públicas que não permitiam a interferência da sociedade, mantendo tais questões como específicas do estado.

A forma tecnocrática como tais questões eram abordadas se identificava à dos séculos XVII, XVIII e XIX, e ficaram claramente expostas durante a Segunda Guerra Mundial, a partir das políticas governamentais, que permitiram a criação de projetos de pesquisa e desenvolvimento como foi o Projeto Manhattan para a construção da bomba atômica.

Com isso novos programas STTP foram ativados após a Segunda Guerra, visando estudar a relação e gestão em grande escala da ciência e da tecnologia, pois a relação de administração, ao modo do exército, e a participação explícita do governo evidenciavam problemas graves, adquirindo um caráter estratégico nas questões de Estado, longe do conhecimento e julgamento da sociedade.

Já Cutcliffe e Mitcham (1994, p. 190) afirmam que toda essa complexidade apontava para a necessidade de decifrar as relações entre ciência, tecnologia e sociedade e para tal empreendimento necessitava-se de pessoas com formações diversas, que reunissem conteúdos os mais variados, que, no entanto não foram imediatamente contatadas.

Juntamente com von Linsingen (2007), caracterizamos que os estudos sociais da ciência e tecnologia, ainda que tenham se iniciado anteriormente, a

partir de meados de 1960 e início da década de 70, começaram a traçar novas e significativas trajetórias, constituindo resposta da comunidade acadêmica à crescente insatisfação com as concepções tradicionais da ciência e da tecnologia.

A partir de Cutcliffe e Mitcham (1994), afirmamos que isso ocorreu porque se começou a tomar consciência dos acontecimentos sociais e ambientais associados às atividades científico-tecnológicas, isto é, o desenvolvimento científico e tecnológico não possuía uma relação direta com o bem-estar-social<sup>1</sup> como se acreditava desde o século XIX.

Portanto, defendemos que o ideário de que o avanço científico e tecnológico poria fim aos males da humanidade começava a ser questionado devido à percepção dos problemas sociais e ambientais relacionados a essas atividades. Os estudos CTS surgem na América do Norte e na Europa como uma releitura crítica do papel da ciência e da tecnologia na sociedade, mas com olhares diferenciados.

A segunda maneira de compreender as novas e complexas interações com o governo e com a sociedade, apontadas por Bazzo (1998) se originaram como respostas às necessidades percebidas no interior das comunidades científicas e tecnológicas que buscavam criar programas que considerassem as influências externas da ciência e tecnologia.

A estruturação dessa variante ocorreu a partir de atividades de grupos preocupados com questões ecológicas, nos anos 70 e do clima de tensão gerado pela guerra do Vietnã, pela guerra fria, pela difusão da mídia das catástrofes ambientais, e pelo desenvolvimento de tecnologia de destruição a serviço da morte (armas químicas e biológicas), dos efeitos da ampliação do poder de destruição das armas nucleares (deserto dos estados Unidos e no Pacífico), dos movimentos ambientalistas e da contracultura que estavam se iniciando, e da crítica à visão positivista da filosofia e da sociologia da ciência,

---

<sup>1</sup> Bem-estar-social: o que permite à classe operária e aos trabalhadores em geral a ampliação da cidadania civil, política e social (Chauí,1997).

que apontava condições para uma nova forma de perceber as relações entre ciência e tecnologia.

Algumas referências no âmbito mundial dos estudos CTS, derivadas dos movimentos sociais, podem ser citadas, como nos Estados Unidos, com a criação da Agência de Proteção Ambiental em 1970 (EPA) ou a Oficina do Congresso para Assessoramento Tecnológico, e na Europa, estabeleceram-se as “Tendas da Ciência” na Noruega e a formação dos “Partidos Verdes”, especialmente na Alemanha. No plano internacional, em 1962, instaurou-se a reunião da Conferência sobre o Entorno Humano das Nações Unidas, em Estocolmo e a publicação do Informe do Clube de Roma sobre os limites do crescimento, que intensificou ainda mais a ação pública e as implicações intelectuais nos temas CTS.

Nas décadas seguintes foi possível observar prolongações desses movimentos com a detecção da destruição da camada de ozônio da atmosfera pelos agentes clorofluorcarbono (CFC), confirmada em 1985 e que levou ao seu cerceamento no protocolo de Montreal, o surgimento da retórica de desenvolvimento sustentado (Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, em 1987 e a Carta da Terra no Rio de Janeiro, 1992).

Avaliamos, até aqui, que o movimento CTS pretendeu romper com os conceitos tradicionais de ciência e tecnologia, incentivando a participação social e também procurou incentivar a criação de mecanismos institucionais que possibilitassem essa participação.

Ou seja, desde sua origem é possível perceber uma proposta de análise dos desdobramentos das relações entre ciência e tecnologia, buscando a inclusão da sociedade a partir dos movimentos ambientais, sobre os impactos da crescente manifestação tecnológica e científica.

Trazemos abaixo, no **Quadro A**, um comparativo entre a visão tradicional do contexto científico-tecnológico e o enfoque CTS.

**Quadro A:** relação entre as duas concepções

Concepção Tradicional	Enfoque CTS
A ciência é o conhecimento que revela a realidade	O desenvolvimento científico-tecnológico é um processo social como os outros
A ciência é objetiva e neutra, não havendo interesses ou fatores subjetivos em seus conteúdos	As mudanças científico-tecnológicas têm importantes efeitos na vida social e na natureza
A história da ciência consiste no acúmulo de conhecimentos objetivos sem interferências das condições externas	Compartilhamos um compromisso democrático
A tecnologia é aplicação prática dos conhecimentos científicos	Devem-se promover avaliações e controle social do desenvolvimento científico-tecnológico

Fonte: Garcia, G.M.I., Cerezo, J.A.L., Luján, J.L.L., Ciência, Tecnologia y Sociedade. Una introducción al estudio social de la ciencia e la tecnología. Madrid: Tecnos, 1996, p.221.

No **Quadro A**, portanto, procuramos fazer a comparação entre as duas concepções, apontando diferenças fundamentais entre o ensino CTS e o ensino tradicional, delineando para o ensino de CTS uma perspectiva de superação da visão triunfalista da ciência, incorporando-a em relações mais íntimas com a sociedade, defendendo uma concepção de ciência voltada para o interesse social, visando compreender as implicações sociais do conhecimento científico.

Garcia (1996) aponta ainda que, embora nos Estados Unidos e na Europa os estudos CTS tenham surgido como uma reconsideração crítica do papel da ciência e da tecnologia na sociedade e reúnam tradições bastante diferenciadas, se apresentam ligadas pelo silogismo CTS, e tem como base dessa afirmação três premissas.

A primeira premissa destaca que, por se focar na pesquisa acadêmica dos antecedentes sociais da mudança científico-tecnológica, a tradição europeia, trata o desenvolvimento científico e tecnológico como processo delineado por fatores culturais, políticos e econômicos.

A segunda premissa assume que a mudança científico-tecnológica seja o fator determinante principal que contribua para moldar nossas formas de vida e de ordenamento institucional e que, portanto, deva ser assunto público.

Tal premissa discute ainda, sob o viés norte-americano, a preocupação com as conseqüências sociais e ambientais advindos da mudança científico-tecnológica e com os problemas éticos e reguladores suscitados por tais conseqüências.

A terceira premissa se reporta ao compromisso democrático de todos, e que para tanto “deveríamos promover a avaliação e o controle social do desenvolvimento científico-tecnológico, o que significa construir as bases educativas para a participação social formada, assim como criar mecanismos institucionais para tornar possível essa participação” (Garcia, Cerezzo e Luján, 1996, p. 227).

Defendemos que essas três premissas podem compor um quadro que caracterizamos como sendo a base ideal para o desvelamento dos conteúdos escolares de química, pois, trabalhar sob essa perspectiva, pode, oportunizar ao aluno a compreensão da sociedade na qual ele vive, e que é altamente impactada pela tecnologia.

## **1.2. Tradição européia**

Para Garcia (1996), a tradição européia se pauta na investigação acadêmica, mais que educativa ou de divulgação, apresentando como principais conhecimentos formadores de sua base das ciências sociais. Centra-se na explicação das teorias científicas, percebendo a ciência como processo, enfatizando que a dimensão social seja precípua ao desenvolvimento científico-tecnológico.

De acordo com a autora, em 1979, originou-se na Universidade de Edimburgo um programa (Programa Forte), cujos autores Barry Barnes, David Bloor e Steven Shapin, defendiam uma ciência da ciência, implicando na superação da reflexão epistemológica tradicional e a reivindicação da análise

empírica, isto é, só uma ciência, a sociologia, pode explicar adequadamente as peculiaridades do mundo científico. Esse programa também buscava desenvolver um contexto mais amplo, de maneira a explicitar como os diversos fatores sociais, políticos, econômicos, culturais e religiosos influenciam o contexto científico-tecnológico, questionando a concepção de desenvolvimento tecnológico como processo linear, em que ocorre benefício e acúmulo.

Na Europa surgiram alguns programas, com raízes no Programa Forte, que podem ser citados tais como: Programa Empírico do Relativismo (EPOR), *Social Construction of Technology* – Construção Social da Tecnologia (SCOT), entre outros.

### 1.3. Tradição americana

Garcia (1996) aponta ainda, que a tradição americana teve sua origem centrada nas conseqüências sociais e ambientais que o desenvolvimento científico-tecnológico pode causar. Defende ainda que essa tradição apresenta caráter mais prático que a europeia, pois nela a tecnologia pode ser percebida como um produto que tem capacidade de influenciar as estruturas e a dinâmica social.

Com esse intuito, recorre à reflexão ética e política, com base no caráter humanístico. É uma tradição mais ativista, que abarca reflexões nos âmbitos educativo e ético, incentivando a democratização na tomada de decisões nas políticas tecnológicas. A criação da EPA em 1969 foi um marco impulsionador para essa vertente, além do *Office of Technology Assessment* (Escritório de Avaliação de Tecnologias) em 1972. Tal vertente apresenta como fundo epistemológico os conhecimentos da ética, história da tecnologia, teoria da educação, ciências políticas e filosofia social.

Garcia (1996) cita alguns autores dessa corrente como: Steve Cutcliffe, Ivan Illich, Carl Mitcham, Langdon Winner, Helen Longino e Albert Borgmann, Paul Durbin e Larry Hickman, entre outros.

Explicitamos que essa tradição está associada a duras críticas concernentes ao uso da tecnologia a serviço da indústria armamentista, como foi citado anteriormente e que correntes fenomenológicas, existencialista e pragmatista influenciaram sobremaneira tais autores.

Com isso, temas envolvendo história da cultura tecnológica, filosofia da tecnologia, ética da ciência e da tecnologia, da autonomia tecnológica e do determinismo tecnológico começaram a ser produzidos, além da crítica política da tecnologia, avaliação e controle social e crítica religiosa da tecnologia (Garcia *et al.*, 1996).

Garcia *et al.* (1996) citam como precursores da corrente fenomenológica-existencialista o aporte de José Ortega y Gasset e Martin Heidegger pelas obras anteriormente citadas. Também apontam que John Dewey, Paul Durbin e Larry Hickman, se enquadram na tradição pragmatista, que defendia a engenharia social, afirmando que tanto a ciência quanto a tecnologia possuem uma carga de valores que devem ser manipulados numa gestão democrática.

Outro autor a se destacar na tradição americana, segundo Garcia *et al.* (1996), é Jacques Ellul que apresenta uma orientação mais sociológica que filosófica, ao afirmar que os seres humanos estão condicionados à civilização tecnológica e que para reverter esse quadro, os seres humanos devem buscar novas atitudes não determinadas pela tecnologia, isto é, devem aceitar não levar a prática tudo aquilo que são capazes de realizar, no que ele denomina de “ética do não poder”.

Além desses, Garcia *et al.* (1996) comentam que Winner (1986) desenvolve a indicação de Ellul de que a tecnologia moderna gera a criação de novas formas de vida política. Porém, ressalta que essas novas maneiras de se entender o desempenho da política podem permitir a participação de todos os envolvidos, sejam eles especialistas ou não.

A partir dessa afirmação, defendemos que o conhecimento seja um meio para que pessoas comuns possam participar mais ativamente de decisões pertinentes a questões de cunho político, social e econômico e não um fim em si mesmo.

Nessa perspectiva, evidenciamos que o movimento CTS pode contribuir para a construção de questionamentos críticos e reflexivos frente aos conteúdos escolares de química e sua relação com o mundo, ou seja, tais conteúdos passam a ser entendidos para ampliar a compreensão do espaço natural e social.

Para os autores, Illich trouxe ainda notáveis contribuições para as discussões sobre a ciência e tecnologia por meio das inúmeras críticas aos aspectos estruturais que circunscrevem e determinam a cultura ocidental, entre eles: a educação, a medicina, o gênero, as relações de produção, o sistema de transportes, entre outros, considerando estas tecnologias sociais.

Para Cutcliffe (1990) em 1962, duas publicações contribuíram para reforçar as novas trajetórias no sentido de promover novas ações e reflexões para o enfoque CTS: os livros *Silent Spring* (Primavera Silenciosa) da bióloga Raquel Carson e a *Estrutura das Revoluções Científicas* do historiador e filósofo da ciência Thomas Kuhn. O primeiro expôs as questões sobre os riscos associados aos inseticidas químicos, como DDT, influenciando movimentos sociais, principalmente de ecologistas e pacifistas, que passam a denunciar as consequências negativas da ciência e da tecnologia, contribuindo para a criação de movimentos ambientalistas.

O segundo livro, por se contrapor à concepção tradicional da atividade científica, traça novos rumos às reflexões acadêmicas da filosofia da ciência, e a partir do qual se inaugura um estilo transdisciplinar, e ao mesmo tempo relaciona a importância da dimensão social e das raízes históricas da ciência que visa propiciar a diminuição das barreiras clássicas entre as especialidades acadêmicas.

É importante ressaltar que as duas publicações estando inseridas no processo histórico desencadeado desde a década de 20 e que culminaram nas transformações sociais ocorridas na década de 60, reforçaram a orientação das duas vertentes no sentido de reconsiderar o papel da ciência e da tecnologia na sociedade, e que se apresentou de forma concreta em 1999, no Congresso de Budapeste.

Foi instaurado um fórum que estruturou um novo contrato social para ciência e tecnologia, que implicou num ajustamento de ciência e tecnologia para democratizá-las instituindo prioridades e objetivos reorientados para as reais necessidades sociais, ou necessidades que emanem de debates públicos sobre a questão (Palácios *et al.*, In: Bazzo, von Lisingen, Pereira, 2003).

Entretanto, Cutcliffe (1990) defende que Charles P. Snow tenha sido o precursor mais influente desse movimento, pois em 1959, em Notre Dame, numa conferência denominada Rede, inaugurou o debate sobre o distanciamento cada vez maior das duas culturas, uma formada por cientistas e outra por humanistas. Basicamente, Snow discute o poço feudal existente entre a literatura e a ciência. Sua contribuição para o movimento CTS se deve ao fato de ter trazido à luz a existência das duas culturas que, segundo Cutcliffe, supostamente, se contrapõem.

O teor dessa conferência foi transformado em livro intitulado *As duas culturas e uma segunda leitura: Uma visão ampliada das duas culturas e a revolução científica* (Snow, 1995).

Entendemos que para o enfoque CTS a metáfora das duas culturas marcou consideravelmente, pois ao expor questões relacionando o âmbito essencialista da ciência e suas interações com a sociedade, fez emergir a complexidade das relações entre ciência tecnologia e sociedade, acrescentando a natureza, transformada pelo conjunto de ações científico-tecnológicas.

Para Garcia *et al.* (1996), é possível perceber que a tradição americana busca identificar os efeitos sociais das tecnologias, enquanto a europeia estuda o caráter dos processos de mudanças científicas.

Porém, podemos observar que as duas tradições procuram ultrapassar a visão positivista, herdada e tradicional do que seja ciência e tecnologia, objetivando cada vez mais compreender as relações existentes entre elas e a sociedade, trazendo uma nova concepção do que seja a relação entre ciência-tecnologia-sociedade.

Detectamos que ambas visam, ainda, o caráter social da ciência e da tecnologia, numa proposta de superar a percepção da ciência como conhecimento autônomo e a tecnologia como aplicação direta da primeira. Destaca-se, também, a preocupação com a necessidade de mudança cultural, de modo que a humanidade perceba a ciência e a tecnologia de forma mais crítica, questionadora.

Também é possível identificar a relevância quanto à valorização da participação pública dos cidadãos nas decisões que orientam o desenvolvimento da ciência e tecnologia, para a solução de problemas sociais.

Garcia et al. (1996) afirmam que apesar das aproximações realizadas e as mútuas colaborações, cada uma dessas tradições seguem, atualmente, contando com seus próprios manuais, congressos, revistas, associações, enfim, com um exército institucional, todavia parcial, na melhor das hipóteses.

No **Quadro B** abaixo estão dispostas as diferenças entre as tradições européia e americana do enfoque CTS descritas anteriormente:

**Quadro B:** Tradição européia e americana para CTS

Tradição européia	Tradição americana
Institucionalização acadêmica na Europa (em suas origens)	Institucionalização administrativa e acadêmica nos Estados Unidos (em suas origens).
Ênfase nos fatores sociais antecedentes.	Ênfase nas conseqüências sociais.
Atenção à ciência e, secundariamente, à tecnologia.	Atenção à tecnologia e, secundariamente, à ciência.
Caráter teórico descritivo	Caráter prático e valorativo.
Marco explicativo: ciências sociais (antropologia, sociologia, psicologia, etc.).	Marco avaliativo: ética, teoria da educação.

Fonte: Pinheiro, N.A.M., Educação crítico-reflexiva para um ensino médio científicotecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino aprendizagem do conhecimento matemático,

Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, 2005,p.62.

#### **1.4 – O Determinismo Científico e o Movimento CTS**

A visão linear da ciência e tecnologia, segundo Dagnino (2002) pode avançar para dois caminhos, o primeiro que anuncia ser a ciência e tecnologia neutras, isto é, não sofrem influência do contexto social e nem possui poder de determinar sua evolução, sendo desprovida de valor e dele independente.

O segundo que, com base no determinismo, associando Sociedade, Ciência e Tecnologia, na medida em que considera Ciência e Tecnologia como uma variável independente e universal que determina o comportamento de todas as outras variáveis do sistema produtivo e social, como se o desenvolvimento econômico fosse determinado pelo avanço da ciência e tecnologia, sendo a tecnologia a força condutora da sociedade e um determinante da estrutura social.

O sentido que determina é apenas um: o da ciência e tecnologia para a sociedade, ocorrendo uma espécie de barreira impermeável no sentido da sociedade para a ciência e tecnologia.

Dessa forma, a vertente do determinismo pode ser vista como uma reação à vertente da neutralidade, pois nega parcialmente, a idéia de que existe separação entre a ciência e tecnologia e a sociedade. A neutralidade da ciência e tecnologia impõe que as diferenças contextuais geográficas, culturais, éticas ficassem num segundo plano, subsumidas numa preocupação marginal com a adaptação. Se isso não ocorresse, as distorções poderiam se agravar e romper com o paradigma vigente.

Dessa maneira, as contradições seriam resolvidas naturalmente pela própria ciência, com novos conhecimentos e técnicas que superariam racionalmente os antigos, sem que se coloquem em questão a ação e os interesses da classe dominante no processo de inovação.

Tal idéia é coerente com a noção de progresso como uma sucessão de fases ao longo de um tempo linear e homogêneo dando origem a melhores resultados de forma sucessiva, contínua e cumulativamente.

No plano do conhecimento, a ciência e tecnologia seria uma manifestação do senso comum, na medida em que o presente é melhor do que o passado e que poderá conduzir a um futuro melhor, em busca de uma finalidade imanente a ser alcançada. Seria um progressivo desvelamento, uma contínua descoberta da verdade e, por isso, universal e coerente com o progresso.

Ela supõe que a acumulação pura e simples dos conhecimentos científico-tecnológicos seria suficiente para garantir um estado de “bem estar social”. Com isso, um indivíduo cuja trajetória primasse pela qualidade e excelência acadêmica associada à eficiência e produtividade da tecnologia, levaria ao desenvolvimento social.

Mas a ciência não permitiria apenas o fim da pobreza, trazendo um estado de “bem estar social”, também ensinaria pessoas a pensar racionalmente em todos os âmbitos de atividade. O domínio da lógica e da razão se instauraria, de modo que todas as questões sociais e políticas seriam visitadas de maneira científica, eliminando interesses políticos e econômicos e se produziria a sociedade igualitária.

Os critérios científicos e a razão, então, poderiam nortear linhas de ação política, demonstrada ou provada, negando juízos de valor, os valores da própria racionalidade, sendo esses considerados não científicos. Assim como o positivismo, o cientificismo determina que todos os processos sociais ou naturais possam ser analisados, entendidos, coisificados com base científica visando encontrar uma solução objetiva e politicamente neutra.

A corrente de pensamento que prima pela racionalidade técnica, liderada por Merton (1973) defende que a ciência tende a sofrer os impactos que ocorrem na sociedade e que o cientista, por meio da adoção de instrumentos, regras e métodos científicos pode evitar ou minimizar tais impactos. O autor sistematizou o que denominou “os imperativos institucionais da ciência”,

instituindo um conjunto de valores e normas, morais e éticos que ainda são dominantes no meio acadêmico.

Para que tal se cumprisse seria necessário distanciar a ciência de influências externas ao meio científico, apartando o cientista de sua concepção de mundo e, portanto, seus interesses, valores e crenças estariam subordinados a critérios lógicos, empíricos e racionais.

Defendemos que esses imperativos institucionais da ciência não são necessariamente instaurados para garantir a manutenção das relações de poder e de produção e reprodução do conhecimento, mas a suposta neutralidade defendida por Merton, gera uma confusão entre o que deveria ser e o que é, e acaba por dificultar a percepção dos cientistas de que as influências externas são inevitáveis.

E assim, ao impor o determinismo científico-tecnológico que inviabiliza a elaboração de alternativas, favorece a instrumentalização da ciência e tecnologia no capitalismo como um mecanismo de acumulação do capital.

Desde a primeira metade do século XX, os pressupostos de Merton (1973) têm sido fortemente questionados por pesquisadores que perceberam a ciência e tecnologia numa perspectiva de construção social, pois ao considerá-las não-neutras, não-determinadas ou únicas, traz à luz o debate entre as diversas visões que dão origem aos estudos sobre a construção social que têm tido por base o campo da filosofia, política, sociologia e economia.

Para Dagnino (2002) os estudos sobre as relações entre sociedade, ciência e tecnologia, nos últimos anos ao tratarem as influências da política, da economia e da cultura no desenvolvimento científico-tecnológico, levaram em conta a dinâmica existente na construção social da ciência e tecnologia.

Concordamos em parte, pois, pelas pesquisas realizadas, por exemplo, com os PCNENs e DCNENs, podemos afirmar que isso tudo é pouco percebido pela maioria dos grupos sociais que se diz envolvido com o tema, ou seja, é predominante aos interesses políticos que a compreensão da ciência e tecnologia se estruture como instrumento neutro, verdadeiro, universal e indiferente a esses mesmos interesses.

Acevedo (2007) nos tem revelado ainda que no âmbito mundial, a sociologia da ciência argumenta que as relações sociais entre instituições e grupos sociais apresentam controvérsias e contradições.

Nos parece que isso ocorra devido a multiplicidade de alternativas e trajetórias de desenvolvimento da ciência e tecnologia que, aliada à objetividade e a subjetividade destes grupos, podem levá-los a uma compreensão crítica, na medida em que idéias e valores que permeiam a produção e reprodução da mesma se revelam inseparáveis do processo de inovação.

Sobre o computador, reatores nucleares, engenharia genética, Winner (1986) defende que não há aceitação da idéia de neutralidade para a ciência e tecnologia, já que podem ter implicações sociais e políticas e podem ser endogenamente determinadas porque sua concepção pode estar afetada pelo contexto socioeconômico, mas aceita uma forma branda de determinismo, uma vez que reconhece que influenciam a sociedade.

Para o autor, o movimento de nome tão apropriado - tecnologia – nunca foi considerado assunto digno de um estudo filosófico e que isto se reflete em nossa aproximação com relação a ela. A tecnologia é compreendida por nós mais como “coisas que trabalham” ou “fazendo coisas que trabalhem” do que o significado político, econômico e social dos sistemas técnicos. Para rompermos com o nosso “sonambulismo tecnológico” é preciso discutir mais amplamente as conseqüências e implicações da tecnologia em nossas vidas.

Seguindo essa idéia, descreve que as tecnologias não são meros “dispositivos automáticos de entrada” para a atividade humana, mas também revelam forças poderosas que dão significado e sentido à vida. Discute a existência de um discurso muito forte de que a tecnologia contribua para as condições de poder, autoridade, liberdade e de bem estar social.

Dessa forma, a produção industrial, a guerra, as comunicações se transformaram em exercício de poder, assim como são comuns ao cidadão, introduzindo, assim, o conceito de “tecnologias inerentemente políticas” que por sua vez podem ser centralizadas (bomba atômica) ou descentralizadas (energia

solar, celular); gerar igualdade ou desigualdade (locais que impeçam o trânsito de ônibus), repressão ou libertação (órgãos de comunicação em geral).

O autor argumenta ao que denomina de teoria da determinação social da tecnologia, que ela falha por não conseguir olhar o pano de fundo dos artefatos técnicos para enxergar as circunstâncias sociais de seu desenvolvimento, aprovação e uso. Defende que alguns tipos de tecnologia necessitam que os ambientes sociais sejam estruturados de maneira particular, assim “como um automóvel necessita das rodas para se mover”.

Finalmente ilustra os perigos da fé inquestionável da nossa sociedade na tecnologia, quando se examina apenas o conceito do “risco” e da “avaliação do risco”, na competição entre tecnologias.

Nessa linha, acreditamos que examinar tecnologias apenas com base no risco e no benefício ignorando as dimensões políticas, amplia o ideário da democratização, da participação e da igualdade social, o que caracteriza o interesse atual da “democracia eletrônica”.

Na literatura mundial, aqui exemplificada por Millar *et al.* (1998) podemos encontrar que o conhecimento científico com base nas prerrogativas instituídas de neutralidade por meio da conservação de práticas que reforçam o ensino convencional de ciência centrado na aquisição de terminologia, fatos ou leis, se revela uma tendência generalizada em nível internacional, e que não conseguiu superar as deficiências no pensamento conceitual, na compreensão dos processos científicos, nas dimensões do vocabulário científico e no raciocínio, em geral, em alunos do ensino médio.

Essas condições, como discute Ferreti (2005), por outro lado, apontam para o ensino de ciência na vertente do determinismo associando a sociedade à ciência e tecnologia como sendo a tecnologia a força condutora da sociedade e um determinante da estrutura social.

Portanto, consideramos que o ideal de flexibilidade, de competitividade, de qualidade total, de formação polivalente e “valorização do trabalhador”, que aparecem nos currículos e são utilizados como discurso visando reforçar as relações existentes entre os três domínios, a ciência, tecnologia e sociedade

(CTS), deixam transparecer uma imposição das novas formas de sociabilidade capitalista tanto para estabelecer um novo padrão de acumulação quanto para definir as formas concretas de integração dentro da nova reorganização da economia mundial.

A inesperada redescoberta e valorização da dimensão humana do futuro trabalhador apontada em muitos estudos, como destaca Gentili (1995) indicam muito mais os sinais de limites, problemas e contradições do capital na busca da redefinição de um novo padrão de acumulação com a crise de organização e regulamentação fordista do que a autonegação da forma capitalista de relação humana.

Isto é, as inovações tecnológicas, longe de serem variáveis independentes, um poder fetichizado<sup>2</sup> autônomo, na verdade se associam às relações de poder político-econômico e respondem a demandas dessas relações.

Dessa forma, consideramos que essas contribuições devam ser evidenciadas no ensino de ciências em geral, e no de química em particular, pois expõem a influência do contexto social e avaliam a evolução da tecnologia nos últimos trinta anos.

### **1.5. Algumas relações entre CT na sociedade, formação do cidadão e na educação.**

Vivemos, sem dúvida, em uma sociedade tecnológica e que ainda se impregnará com mais tecnociência durante o século XXI. A ciência e a tecnologia se constituem parte de nossas vidas; tanto no ambiente urbano quanto no rural, ao nosso redor e em nosso espaço de trabalho estão repletos de produtos e instrumentos tecnológicos, de uso relativamente fácil e não

---

<sup>2</sup> Fetichismo: é um processo no qual as atividades humanas se realizam como se fossem autônomas ou independentes dos homens e passam a dirigir e comandar a vida dos homens, sem que esses possam controlá-las. (Chauí, 1997)

necessitando dos conhecimentos dos princípios científicos e tecnológicos que os sustentam.

Winner (1990) afirma que os estudos CTS constituem um campo de trabalho interdisciplinar na educação, na pesquisa e nas políticas públicas, que se centra nos aspectos sociais da ciência e da tecnologia, tanto no que concernem as suas condições sociais como nas conseqüências sociais, políticas, econômicas, éticas e ambientais. Desde suas origens mais heterodoxas, nos últimos trinta anos vem se institucionalizando, deixando o contexto intelectual para constituir-se num contexto mais convencional.

Nos parece que o principal desafio a respeito é conciliar ciência e tecnologia orientadas para a inovação produtiva com a preservação da natureza e a satisfação das necessidades sociais num marco de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável.

Atualmente, para von Lisingen (2007), os estudos CTS focam sua trajetória em três direções: no campo da pesquisa, no campo das políticas públicas e no campo da educação. No campo da pesquisa, os estudos CTS têm sido colocados como uma alternativa à reflexão acadêmica tradicional sobre ciência e tecnologia, promovendo uma nova visão não essencialista e socialmente contextualizada da atividade científica.

No campo das políticas públicas, esses estudos têm defendido a regulação social da ciência e da tecnologia, promovendo a criação de diversos mecanismos democráticos que facilitam a abertura de processos de tomada de decisão em questões concernentes a políticas científico-tecnológicas e no campo da educação, essa nova imagem da ciência e da tecnologia na sociedade tem contribuído para o surgimento de programas e materiais CTS no ensino secundário e universitário em numerosos países.

É possível identificar que após mais de trinta anos do início do movimento que desencadeou a percepção das relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade, é possível considerar que os problemas conferidos à ciência e a tecnologia crescem numa escalada considerável, comparado aos benefícios a eles atribuídos e tanto a mídia quanto a academia corroboram para que a

percepção pública da ciência e tecnologia se torne cada vez mais comprometida.

Com essa percepção, avaliamos que a sociedade não apenas questiona o conhecimento dos especialistas, que antes detinham o conhecimento, como também busca interferir nas decisões relacionadas à tecnologia.

Para Garcia *et al.* (1992), a concepção tradicional pautada no entendimento de que a ciência e tecnologia sejam atividades neutras, autônomas e benfeitoras, apresentadas pelos cientistas e tecnólogos e utilizadas na academia contribuem para legitimar formas tecnocráticas de governos e orientar projetos curriculares em vários níveis de ensino.

Reforçando essa perspectiva, Auler (2001) e Bazzo (1998) questionam a compreensão dos professores sobre as interações entre ciência-tecnologia-sociedade sob ponto de vista de suas crenças, concepções e progressos e alertam para a necessidade de uma participação mais qualificada da sociedade, além da construção de uma cultura de participação popular para essas questões.

Garcia *et al.* (1996, p.26) descrevem que: “ressaltar as dimensões sociais (e prática) da ciência e da tecnologia, opondo-se a natureza anacrônica sobre a natureza especial da ciência como forma autônoma de conhecimento e a tecnologia como ciência aplicada; contribuem desse modo, para a desmistificação da imagem tradicional da ciência e da tecnologia.”

Logo, argumentamos que o enfoque CTS também constitui uma resposta da comunidade acadêmica internacional frente ao crescente descrédito social da concepção tradicional.

## **1.6 – Educação CTS**

Consideramos que foi a abordagem da ciência sob o viés essencialista e da tecnologia como ciência aplicada que contribuíram para a concepção

pedagógica tomada no ensino de ciências, de modo geral, incluindo o de química.

Podemos perceber tais implicações a partir de material didático de química publicado por Mól e Santos (1998) e Santos *et al.* (2004), portanto, essa é uma das principais causas para buscar no enfoque CTS uma releitura da prática educacional, visando maior compreensão de suas implicações.

Rosa (2002) aponta que existem necessidades básicas em compreender melhor a vida, que podem ser supridas a partir dos conceitos e teorias da ciência, que explicam o mundo físico e tecnológico que nos rodeia, o planeta em que vivemos e nosso próprio corpo.

Também nos tornam capazes de resolver problemas práticos do dia-a-dia e das atividades profissionais, permitindo a formação de opinião sobre fatos tecnológicos de caráter científico. Possibilitam, ainda, argumentar com base nos fatos, escutar e avaliar os argumentos dos outros e atuar em consequência destes.

Defendendo o redirecionamento do eixo veiculação-transmissão de informação com o mínimo de conhecimento, Angiotti e Auth (2001) apontam para uma alfabetização mais crítica em ciência e tecnologia, comprometida e de relevância social.

Para alguns autores como Lorenzetti e Delizoicov (2001), a alfabetização científica contribui para a formação da cidadania na medida em que o indivíduo se torna capaz de produzir e utilizar a ciência no seu dia-a-dia, e possibilita mudanças revolucionárias na ciência com dimensões democráticas, no desenvolvimento social e na qualificação da vida humana.

A alfabetização científica é um processo que tornará o indivíduo alfabetizado cientificamente nos assuntos que envolvem ciência e tecnologia, ultrapassando a mera reprodução de conceitos científicos, destituídos de sentidos, de significados e de aplicabilidade (...). Partindo do pressuposto de que grande parte da população vive em profunda pobreza, especificamente com pouco entendimento de ciência, a “alfabetização científica prática” é aquela que contribuindo para a superação dessa situação, tornaria o indivíduo apto a resolver, de forma imediata, problemas básicos

que afetam a sua vida(...), está relacionada com as necessidades humanas mais básicas, como alimentação, saúde e habitação. Uma pessoa com conhecimentos mínimos sobre esses assuntos pode tomar decisões de forma mais consciente, mudando seus hábitos, preservando sua saúde e exigindo condições dignas para sua vida e dos demais seres humanos (Lorenzetti, Delizoicov, 2001, p.82).

Chassot (2003) considera que a alfabetização científica seja um conjunto de conhecimentos científicos e que os alfabetizados cientificamente não possuem somente os conhecimentos científicos, mas que a partir destes, conseguem fazer uma leitura de mundo e, portanto, percebem a necessidade de transformá-lo para melhor. Para tal, aponta que a maior responsabilidade em ensinar ciências é formar discentes mais críticos, verdadeiros agentes de transformação.

Nossa compreensão de alfabetização científico-tecnológica se alinha às considerações acima, na medida em que elas nos permitem entender a urgência de um debate mais amplo e que postulam a necessidade de superar o ensino meramente propedêutico e disciplinar, propondo a progressiva abordagem conceitual pela abordagem interdisciplinar e contextualizada dos conteúdos escolares de ciências em geral, e de química, em particular.

Tal alfabetização deve propiciar uma leitura crítica do mundo contemporâneo, cuja dinâmica está cada vez mais imbricada com o desenvolvimento científico-tecnológico, potencializando para o sentido de sua transformação.

Acevedo (2002) declara que qualquer proposta para educar por meio de uma disciplina escolar<sup>3</sup> deve iniciar pela discussão de suas finalidades, no caso da química, para que ensinar química, pois é uma condição necessária para dar sentido ao processo de sua aprendizagem.

Para o autor, as finalidades educativas de uma disciplina escolar derivam, ao mesmo tempo, do currículo proposto e da noção que se tem dele, e que

---

<sup>3</sup> Disciplina: Para Lopes (2005), disciplina escolar é uma construção sócio-histórica, talhada nos trabalhos em história das disciplinas escolares, ocorrendo, portanto, uma amálgama de grupos e tradições, nos quais recursos ideológicos e materiais foram disponibilizados. É uma construção histórica, portanto, social e política.

ambos devem estar de acordo com as propostas educativas dispostas pelo projeto pedagógico da instituição escolar.

Estas, por sua vez, devem ser entendidas como a opção adotada pela comunidade educativa, concentrando e dando prioridade aos princípios, valores e normas legitimadas legalmente, compondo a identidade e estilo de cada instituição escolar.

Nessa perspectiva, defendemos ainda que no contexto atual, é necessário revisar as finalidades educativas do ensino de ciências para, entre outras coisas, compreender a diversidade de pessoas que se encontram escolarizadas, considerando tanto a possibilidade de educar de forma menos desigual os diferentes setores da sociedade assim como a influência cada vez maior da educação multicultural. Ao mesmo tempo, essas novas finalidades exigem novos conteúdos, novos métodos e novas formas de avaliação.

Acevedo (2002) destaca que mais recentemente, é possível detectar a existência de movimentos que buscam uma educação científica e tecnológica com características mais humanistas, tendo como base a necessidade de desenvolvimento de uma compreensão pública de ciência e tecnologia, permitindo a aproximação entre duas culturas, como assinalou Snow (1995).

Diante disto, o autor defende que uma das finalidades da educação científica e tecnológica coerente com o ensino de ciência e tecnologia para todos é associar a disciplina a ensinar, o aluno a educar e a sociedade em que vivemos.

Dessa maneira, seria possível dotar de significado mais amplo a alfabetização científica e tecnológica de acordo com as novas necessidades sociais.

Assim, Hodson (1993) propõe currículos que reforçam as relações existentes entre os domínios de ciência, tecnologia e sociedade, na medida em que defende a qualificação do indivíduo como condição de acesso à modernidade, atrelando a educação institucionalizada aos objetivos estreitos de preparação para o local de trabalho. Em conseqüência, esse conhecimento

internalizaria as características desse contexto e se constituiria em algo funcional para o seu desenvolvimento e permanência no mercado de trabalho.

Nessa perspectiva, entendemos que, ao mesmo tempo, critérios como aprender ciência, no sentido de adquirir conhecimento conceitual e teórico; aprender a cerca de ciência, compreendendo a natureza, a história e os métodos da ciência, assim como as relações de ciência, tecnologia e sociedade (CTS); fazer ciência, adquirindo experiência em investigação científica e na resolução de problemas; acrescentando ainda, relacionar a ciência com a vida cotidiana, viabilizaria fazer uma leitura do ambiente socioeconômico marcado pela desigualdade social e poder alavancar um processo de redução dessa desigualdade.

Assim, Acevedo (2002) aponta que os conteúdos que devem ser abordados pelo enfoque CTS é algo que permanece aberto para debate e necessita de maior clareza, mas sugere uma abordagem, como explicitamos no quadro abaixo:

**Quadro C:** Enfoque CTS e a abordagens dos conteúdos.

Conteúdos ou dimensões abordadas em cursos ou projetos CTS	
Natureza da ciência e da tecnologia	Epistemologia. Relações entre ciência e tecnologia
	Motivações e interesses científicos e tecnológicos
Natureza da ciência e da tecnologia	Epistemologia. Relações entre ciência e tecnologia
	Motivações e interesses científicos e tecnológicos
	Questões filosóficas, históricas e sociais internas às comunidades científica e tecnológica.
Questões sociais da ciência e da tecnologia	Influência da sociedade na ciência e na tecnologia: efeitos do ambiente cultural, político e religioso controle social (órgãos públicos, e empresas privadas), por meio de investimentos, ou outras pressões, a sociedade influencia a dimensão organizativa no âmbito tecnológico e científico.

	Influência da ciência e da tecnologia na sociedade: problemas que causam e ajudam a resolver, conhecimento necessário para tomada de decisão, responsabilidade social, ética e contribuição para o pensamento social.
	Presença da mulher na ciência e na tecnologia
Processos e Produtos tecnológicos	Aplicações da ciência
	Artefatos tecnológicos
	Processos de desenho e produção tecnológica.

Para o autor, todos os projetos CTS devem tratar de questões sociais da ciência e da tecnologia e, embora os conteúdos possam variar, devem conter aspectos próprios e são denominados de temas transversais, tais como: educação para a saúde, para o consumo, para a paz, meio ambiente, na perspectiva social de gênero na ciência e na tecnologia.

Porém, mesmo assim, o autor destaca que há uma tendência maior em evidenciar a natureza da ciência e da tecnologia, ainda que nem todos os projetos CTS tratem de forma explícita essa temática.

Também aponta que muitos projetos têm incorporado o estudo dos processos e produtos tecnológicos no ensino de ciências, que tem contribuído para passar uma imagem deformada da tecnologia, tratando-a como subordinada a ciência, como se fosse uma mera aplicação desta, negando seu próprio *status* epistemológico e cultural.

Como Acevedo (2002) ressalta, muito precisa ser discutido sobre o ensino CTS, portanto, no sentido de contribuir para avançar a discussão de tal enfoque, nos parece pertinente associá-lo a categorias bastante em evidência no que diz respeito ao ensino dos conteúdos de química, como competência, contextualização e interdisciplinaridade.

Defendemos que, por exemplo, a categoria competência, pode ser entendida como a necessidade de superar a ênfase na instrução e privilegiar a educação, reconhecendo a importância do poder de conhecimento por todos os meios sociais e de que a transmissão não é tarefa exclusiva da escola.

Essa categoria perpassa os conteúdos presentes nos conteúdos CTS, como na natureza da ciência e da tecnologia, nas questões sociais da ciência e da tecnologia, assim como nos produtos e processos tecnológicos.

Consideramos que a contextualização pode ser associada à formação para a inserção social, porém voltada para um projeto de reconstrução do mundo em que o aluno está imerso, pois questões como, a influência da sociedade da ciência e da tecnologia, influência da ciência e da tecnologia na sociedade, a questão do gênero, relações sociais históricas são chamadas à discussão.

Ou seja, esse enfoque para o ensino de química permite superar a perspectiva de formação de desempenho para formar sujeitos comprometidos com a mudança da realidade social.

Além disso, a visão propedêutica de ensino médio pode ser questionada, pois o movimento CTS visa contribuir para a formação da vida em sua dimensão cultural mais ampla, a partir da discussão das relações entre ciência e tecnologia, das motivações e interesses científicos e tecnológicos e das questões filosóficas, sociais e políticas concernentes à ciência e à tecnologia.

Também por intermédio dessa categoria, esse enfoque possibilita levar em consideração os saberes prévios dos alunos e a partir de sua vivência na sua comunidade, superar dificuldades e problemas enfrentados, aproximando teoria e prática, revelando o sentido mais político dos conceitos cotidianos.

Quanto à interdisciplinaridade, defendemos que o movimento CTS pode trabalhar a integração de elementos do conhecimento, tornando este num vir a ser constante, isto é, criando e ampliando componentes que formalizem espaços e conceitos entre as diferentes disciplinas, concretizando a integração entre elas.

A compreensão da realidade se sustenta por intermédio da interpenetração de novas formas de conhecimento, como, por exemplo, pelas relações entre ciência e tecnologia, pela a influência da ciência e da tecnologia a partir dos problemas que causam e como ajudam a resolver, pelo conhecimento necessário para tomada de decisão, pela responsabilidade

social, ética no sentido de contribuir para a formação de um pensamento social individual e coletivo.

A aplicação da ciência e da tecnologia e a influência da sociedade sobre esses dois campos a partir do ambiente político e cultural, dos órgãos públicos e privados que determina muitas vezes a dimensão organizativa no setor tecnológico e científico, podem ser inserida na abordagem da interdisciplinaridade, aproximando método e conteúdo no ensino de química.

Ao fazer a relação com enfoque CTS com tais categorias o que se busca é um espaço de discussão de ciência, tecnologia e sociedade para além dos textos oficiais, pois Lopes (2005) identifica que nos PCNEMs de química tal movimento apresenta maior destaque que o aspecto construtivista, que concretamente, orienta muitos livros didáticos e a formação de professores.

Porém, as discussões sobre CTS se limitam às relações com as tecnologias e suas aplicações sob o viés da utilidade das mesmas no cotidiano, como por exemplo, o uso do cartão magnético, e quase nada se apresenta sob o ponto de vista da influência da sociedade na ciência e na tecnologia e a influência da ciência e da tecnologia é centralizada na formação do novo trabalhador.

Autores como Aikenhead (2002) e Layton (1998), reforçam esse argumento quando assinalam que a maioria dos projetos CTS para o ensino de ciências, desenvolvidos na década de oitenta e noventa, não abordaram o papel da tecnologia na educação CTS.

Entretanto, Acevedo (2002) sustenta que tal fato tenha ocorrido em função de análise parcial de certos autores sobre a educação CTS e que um dos três constituintes por vezes tenha sido pouco desenvolvido, como por exemplo: projetos com maior atenção na perspectiva social, como uma ciência socialmente mais contextualizada, ou centrados mais nas relações entre ciência e tecnologia.

Porém, explicita que projetos educativos que se aportam no enfoque CTS devem equilibrar os três componentes – ciência, tecnologia e sociedade -, caso contrário, não teriam esse enfoque, seriam projetos relacionados à ciência

integrada com a tecnologia, estudos sociais da ciência e da tecnologia, filosofia da ciência e da tecnologia, etc.

Esses projetos podem ter certo interesse para o ensino da ciência e da tecnologia, mas dificilmente estariam dentro do enfoque CTS para a educação científica e tecnológica, pois não desenvolvem a relação entre os três constituintes que caracterizam esse movimento.

Apontamos mais adiante que projetos com base no enfoque CTS ou em aproximações possíveis, pela diversidade de conteúdos que perpassam o ensino CTS, têm contribuído para uma variedade de currículos.

Após levantamento, sistematização e análise, Aikenhead (1994), lançou alguns questionamentos que perpassam para quê, o quê e como ensinar e integrar os conteúdos CTS no ensino de ciências.

O autor propôs que, para responder a essas questões curriculares básicas, deve-se partir de um denominador comum que significa apresentar a ciência e a tecnologia conjuntamente num contexto social na perspectiva de tentar superar muito dos problemas que não se consegue vencer por meio da educação tradicional.

Consideramos apontar aqui alguns desses problemas, como o desinteresse dos alunos pela ciência e tecnologia, a queda na matrícula de estudos de ciência e tecnologia, e a significativa desigualdade que afeta diversos grupos em muitos países (mulheres, estudantes com dificuldades cognitivas, minorias étnicas, etc.).

Acevedo (2002) defende que o ensino CTS tem, como um dos seus focos, os estudantes, pois procura oportunizar a compreensão de suas experiências cotidianas relacionando-as aos fenômenos que ocorrem em sua vida, de tal forma que a ciência escolar perpasse o entorno tecnológico e social dos estudantes.

Outro objetivo desse movimento na escola é preencher o vazio deixado pelo currículo tradicional no que diz respeito à necessidade da compreensão da ciência e da tecnologia no preparo dos estudantes para exercerem a

responsabilidade social na tomada de decisões relacionadas às questões envolvendo a cidadania e a democracia.

A partir desses pressupostos, prevemos a viabilidade do desenvolvimento de potencialidades pessoais, de capacidades intelectuais como pensamento crítico, raciocínio lógico, resolução criativa de problemas, tomada de decisões, que permitem a preparação individual para exercer a cidadania nos âmbitos local, nacional e mundial, a formação de cidadãos social e profissionalmente responsáveis em todos os setores da sociedade.

### **1.7 - Enfoque CTS e a escola secundária**

O lançamento do foguete russo Sputnik, em 1957 causou um impacto cultural e político de âmbito mundial, de tal forma que desencadeou nos Estados Unidos uma reação que culminou com uma campanha maciça para melhorar o ensino de ciências na escola secundária.

O objetivo dessa campanha era aumentar a qualidade da formação científica e tecnológica dos alunos que pretendiam estudar na universidade para estudar ciências ou engenharia.

Para Acevedo (2002), esta reforma curricular dos anos sessenta se constituiu num fenômeno elitista que se concentrou apenas numa pequena parcela dos estudantes secundários. O resultado disso foi que, anos mais tarde, se constatou uma população, na sua maioria, com deficiência em compreender a ciência e a tecnologia no complexo mundo atual, situação esta que também pode ser percebida em muitos outros países, da Europa e das Américas.

Acevedo (2001), tomando Ziman, destaca que o movimento CTS no ensino secundário se originou na renovação curricular dos anos oitenta, orientada pela finalidade de ciência e tecnologia para todos, iniciada nos países ocidentais, sobretudo nos de influência inglesa, como Grã-Bretanha, Estados Unidos, Canadá, Holanda, Austrália e Alemanha.

Tal renovação surgiu como uma reação crítica às reformas anteriores iniciadas nos anos sessenta, que estavam destinadas a uma minoria cujas conseqüências foram assinaladas acima.

Assim, por exemplo, a National Science Teachers Association (NSTA) e a Science Education Center da Universidade de Iowa, com o apoio da National Science Foundation (NSF), iniciaram em 1983 o ensino de ciências com orientação CTS em diversas escolas secundárias do Estado de Iowa (Programa Chautauqua), que se expandiram para outros estados americanos; Chemistry and Community, da American Chemical Society, Projeto 2061, da American Association for the Advancement of Science; Projeto Scope, Sequence and Coordination, da International Assessment of Education Progress também dessa época, segundo Yager (1993).

Historicamente, o autor destaca alguns movimentos desses países para a introdução do ensino CTS na escola secundária porque no final dos anos setenta iniciou nos Estados Unidos um programa de avaliação do currículo de ciências, denominado Project Synthesis.

Entre as conclusões desse projeto, uma apontava que o movimento CTS poderia ajudar a cumprir objetivos, como: a) preparar os estudantes para utilizar a ciência para melhorar sua qualidade de vida e enfrentar o mundo cada vez mais tecnológico; b) ensinar os estudantes a abordar com responsabilidade questões problemáticas de ciência e tecnologia relacionadas com a sociedade; c) oportunizar aos estudantes uma informação real sobre as diversas carreiras e profissões relacionadas com a ciência e tecnologia, aproximando os estudantes com diferentes interesses e aptidões.

Um resultado importante do Project Synthesis foi que a NSTA iniciou um programa que buscava qualidade educativa no ensino de ciências denominado Search for Excellence in Science Education (SESE).

Esse programa determinou, portanto, que os currículos de ciência deveriam contemplar recomendações similares às que Ziman havia proposto anteriormente na Grã-Bretanha, como aponta Acevedo (2001), reclamando a incorporação da dimensão cultural da ciência nos currículos escolares. Assim

como, estudar ciência no seu contexto social, político e econômico, mais próximo da experiência cotidiana.

Anos depois, tais dimensões foram incorporadas pela Division of Science, Technical and Environmental Education da Unesco (1986,1990) que mudou suas recomendações para a ciência integrada para as orientações da educação CTS, como descreve Yager (1992).

Acevedo (2002) relata que as propostas CTS para o ensino secundário nasceram, na maioria das vezes, a partir de relatos elaborados por influentes e poderosas associações de professores de ciências, tal como a NSTA, cuja posição foi registrada numa monografia com o título Science –Technology - Society: Science Education for 1980's.

O autor também relata que novos fatores emergentes denotam a necessidade de um currículo diferenciado em educação, que seja mais sensível ao caráter social da ciência e da importância crescente da tecnologia. Entre esses fatores está a diminuição do interesse dos alunos por ciência, o aumento da consciência social sobre a preservação do meio ambiente e os efeitos positivos e negativos das novas tecnologias.

Nessa perspectiva, se destacam o reconhecimento da ciência como uma atividade humana, social e tecnológica, o aumento da idade da educação obrigatória, impregnada do objetivo “educação para todos”, que o ensino tradicional não consegue alcançar e a presença cada vez maior da tecnologia no currículo, associada à necessidade de se estruturar uma síntese curricular entre ciência e tecnologia.

Nesse sentido, as conclusões de décadas de investigação fazem Acevedo (2002) declarar que as concepções baseadas no ensino tradicional de ciências levaram os alunos com muitos anos e ciências em seus currículos, de todos os países e de qualquer área, a manterem idéias ingênuas e sérios erros conceituais sobre aspectos básicos da ciência, que não se alteram, mesmo depois de anos de estudos.

Tomando Ziman, Acevedo (2001) descreve que a debilidade do ensino tradicional de ciências não reside no que ensina, mas no que não ensina; em

particular, suas relações com a tecnologia e a sociedade, lacuna que o ensino CTS pretende superar. Em resumo, para o autor, o ensino de ciência necessita trabalhar acerca das demandas e das necessidades dos estudantes no mundo contemporâneo.

Entretanto somente a partir da década de noventa que a Espanha vem introduzindo o enfoque CTS no ensino secundário, por meio de congressos, jornadas e encontros de professores e investigadores em Didática das Ciências Experimentais, assim como revistas que tratam da educação científica e que, como afirma Caamaño (1995), estão avançando lentamente, mas com intensidade. E em Aveiro, Portugal, houve o primeiro Seminário Ibérico sobre CTS no ensino de ciências experimentais, como aponta Martins (2000).

A literatura mundial evidencia que as concepções sobre as relações entre Ciência-Tecnologia e Sociedade têm sido um dos aspectos que dificultam a contemplação do enfoque CTS no processo educacional.

Acevedo, em vários trabalhos (1996a, 1997b e 2001), desenvolveu uma revisão bibliográfica sobre pesquisas envolvendo compreensões de alunos e professores de Ciências sobre as relações CTS. Numa síntese dessas pesquisas, o autor elenca algumas tendências como sendo as mais relevantes, como podemos observar no **Quadro D**.

**Quadro D:** Percepção de alunos e professores de Ciência sobre enfoque CTS

Tendências mais relevantes
Tecnologia é considerada hierarquicamente inferior à Ciência, considerada aplicação desta.
Tecnologia percebida como aplicação prática da ciência, no mundo moderno, para produzir artefatos com a intenção de melhorar a qualidade de vida ou para fabricar novos dispositivos.
Endosso a uma visão tecnocrática em decisões envolvendo CT. Considera-se que os especialistas têm melhores condições para decidir devido aos seus conhecimentos.
Considera-se que os governos são mais capacitados, por meio de suas

agências especializadas, para coordenar programas de pesquisa e desenvolvimento (P&D). O autor caracteriza essa como uma posição favorável a um modelo político tecnocrático.

Identificação da tecnologia com artefatos técnicos. Segundo o autor, a idéia é incompleta, porém é muito difundida.

Fonte: Acevedo, J.A. Modelos de relaciones entre ciência e tecnologia: um análisis social e histórico. Revista Eureka sobre Enseñaza y Divulgación de la Ciências, v.3, n.2, 2001, p.25. Disponível em: <http://www.apac-eureka.org/revista/larevista.htm> Acesso em 14 de julho de 2007.

Para o autor, essas crenças e atitudes são manifestadas por muitos estudantes e professores devido à grande dificuldade em distinguir ciência e tecnologia. Tal situação também é comum para a maioria dos cidadãos, os quais consideram que os êxitos científicos sejam originados do desenvolvimento tecnológico e atribuem à ciência boa parte dos problemas causados pela tecnologia.

Concordamos com o autor quando ele afirma que diante dessas informações percebe-se a necessidade de provocar a reflexão sobre os impactos que a ciência e a tecnologia exercem sobre a sociedade, favorecendo o poder hegemônico, assim como contribuir para a compreensão de como os valores sociais, políticos e econômicos podem influenciar a prática científica e tecnológica, como por exemplo, o utilitarismo, os benefícios econômicos, as crenças religiosas, as ideologias políticas e as questões de gênero na ciência e tecnologia.

Solbes e Vilches (1992), em outro estudo, também na Espanha, realizaram uma pesquisa envolvendo livros textos e pesquisa com estudantes secundários de 15 a 17 anos. Da análise dos livros, os autores concluíram que, estes oferecem uma imagem empirista, cumulativa e que não considera aspectos qualitativos, do tipo histórico, sociológico, tecnológico, humanístico, etc., ou seja, não aparecem as relações entre CTS.

Com relação à pesquisa realizada com os estudantes, Solbes e Vilches destacam que, em relação aos cientistas, estes são considerados pessoas

imparciais, objetivas, possuidoras da verdade, gênios, às vezes “um pouco loucos”, que lutam pelo bem da humanidade.

Concordamos com os autores quando eles declaram que, para a grande maioria dos alunos, a física e a química, ensinadas na escola, nada ou pouco tem a ver com a sociedade. De outra forma, uma física e química desvinculada do mundo real.

Uma revisão bibliográfica extensa foi desenvolvida por Fernandes *et al* (2002) relativa às visões simplistas e monolíticas da ciência, transmitidas pelo ensino, cujo questionamento é fundamental para uma concepção epistemológica mais consistente.

O autor concluiu que o ensino de ciência perpassa uma visão empírico-indutivista, a-teórica; algorítmica, exata, infalível, conotando rigidez; a-histórica, dogmática; cumulativa de crescimento linear; individualista, elitista e socialmente descontextualizada.

Defendemos que tal observação pode ser estendida para o ensino de ciências em nosso país, na medida em que as mesmas características se reproduzem no material didático e nos documentos oficiais.

Acevedo (1997a) considera que incluir as relações entre ciência, tecnologia e sociedade nos currículos de ciências no ensino secundário deve ajudar também a dar sentido aos conhecimentos que queremos que os estudantes aprendam, oportunizando a funcionalidade e utilidade das aprendizagens fora da escola.

Evidenciamos que, além disso, a educação CTS, pode contribuir para formar cidadãos capazes de opinar livremente sobre muitos dos problemas de nosso tempo com fundamentos, conhecimento de causa e responsabilidade social, distante de posturas que ou sacralizam a ciência e a tecnologia, ou as caracterizam como responsáveis por todos os males que nos afetam.

O autor destaca que a inclusão desses conteúdos também pode ajudar a compreender as relações entre ciência e tecnologia, que têm uma fronteira

comum - a tecnociência<sup>4</sup> - bastante difusas e difíceis de definir no mundo contemporâneo.

Entendemos que a primeira delas é buscar romper com a visão utilitarista centrada na dimensão tecnológica, uma perspectiva que é coerente com o novo paradigma Desenvolvimento e Investigação, nessa ordem, que domina a política científica e tecnológica, desde a última década do século XX.

Outro ponto que destacamos tem como base a visão tecnicista e idealista da ciência acadêmica e, a partir disso, a diferença entre ciência e tecnologia se estabelece, atribuindo à primeira apenas a busca pelo conhecimento e compreensão sobre o mundo natural e as soluções de problemas práticos da vida cotidiana e da própria ciência, a segunda.

Porém, Acevedo (1996a) adverte ser necessário evitar posturas que contribuam para favorecer perspectivas críticas radicais que reforçam a visão da ciência e da tecnologia como as principais causas da deterioração do meio ambiente e da maioria dos problemas graves da humanidade. Assim como apresentar uma imagem heróica da ciência e da tecnologia, como estratégias indiscutíveis da humanidade para conhecer mais e melhor a natureza com a finalidade de submetê-la para resolver todas as necessidades humanas em cada momento histórico.

O autor critica esse ponto de vista, afirmando que, freqüentemente, este se liga às tradições de algumas ciências, como a engenharia e a ciência industrial, que reforçam uma interpretação tecnocientífica equivocada de progresso social, baseado no imperativo científico-tecnológico, isto é, tudo que é possível fazer científica e tecnologicamente tem que ser feito, e no determinismo tecnocientífico, ou seja, as inovações tecnológicas são a causa das demais mudanças.

Para Acevedo (1996b, 1997b) tais concepções confundem o progresso social com as mudanças tecnológicas produzidas por civilizações seguindo critérios de uma maior eficiência.

---

<sup>4</sup> Tecnociência: "... Onipresença da tecnologia no mundo atual e sua crescente influência na ciência contemporânea"(Acevedo, 2006, p.450).

Em concordância com o autor, devemos salientar, que, ao mesmo tempo, o imperativo científico-tecnológico e o determinismo tecnocientífico sustentam um modelo unidirecional e hierárquico das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, nessa ordem, que respondem à imagem de progresso tradicionalmente mais divulgada dessas relações, pelos meios e comunicação de massa, a qual tem como ponto de partida a apropriação científica dos conhecimentos básicos sobre a natureza.

Tais conhecimentos são, posteriormente, aplicados de um modo racional e lógico na construção de tecnologias que conduzem a inovações que são imediatamente utilizadas pela sociedade. Sanmartín (1990) descreve que essa visão de progresso era de forma explícita, refletida no tema do Guia da Exposição Universal de Chicago de 1933: "A ciência descobre, o gênio inventa, a indústria aplica, o homem se adapta, ou é moldado pelas coisas novas." (Sanmartín,1990,p.168).

### **1.8 – O movimento CTS no Ensino Médio no Brasil**

No contexto brasileiro, as pesquisas envolvendo a compreensão de professores frente ao movimento CTS são incipientes, afirma Auler (2002), dentre eles podemos destacar Loureiro (1996), que realizou pesquisa na qual procurou traçar a compreensão dos professores das Escolas Técnicas Federais sobre o papel da tecnologia na sociedade.

A característica mais marcante do trabalho foi que todos os professores atribuem à tecnologia a produção do bem-estar social. Em contrapartida, foi possível observar como a ausência da compreensão sobre como a tecnologia interage com outras variáveis sociais, ou seja, não havia compreensão de como questões culturais, econômicas e políticas interagem com a produção.

Amorim (1995), ainda no contexto brasileiro, investigou a trilogia CTS, focalizando a sociedade. Concluiu, entre outros resultados, que é marcante para os professores considerar como sociedade "o mundo lá de fora", ou seja, sociedade é o mundo externo a escola.

Ao concordarmos com os resultados, mas discordando de seu significado, afirmamos que, dessa maneira, os componentes da prática social raramente irão adentrar no espaço escolar. A prática social do aluno acontece fora da escola ou num futuro próximo.

Por entendermos que o conhecimento a ser adquirido é fundamental e precípuo ao desenvolvimento da prática social, como por exemplo, o cotidiano do aluno ou o trabalho, defendemos que os resultados obtidos demonstram claramente que não está havendo preocupação com a interação entre teoria e prática, e que isto ocorre a partir documentos oficiais pesquisados.

Auler (1998) comenta que o enfoque CTS abarca desde a idéia de considerar as interações entre ciência, tecnologia e sociedade apenas como fator de motivação no ensino de ciências, até aquelas que demandam a compreensão dessas interações como fator primordial desse movimento, contribuindo para que o conhecimento científico exerça papel secundário.

No campo da química, numa linha mais pragmatista, Santos e Schnetzler (1997, p.65) caracterizam que, qualquer abordagem dada no ensino de ciências em geral, e em química, em particular, com enfoque CTS, alguns aspectos são relevantes para "o estudo da natureza da ciência, da tecnologia e da sociedade e de suas inter-relações, de modo que o aluno compreenda a interdependência de tais componentes, sob uma perspectiva social", como é apresentado no

#### **Quadro E.**

Quadro E: Nove aspectos da abordagem CTS

Aspectos CTS	Esclarecimentos
1. Natureza da Ciência	1. Ciência é uma busca de conhecimentos dentro de uma perspectiva social
2. Natureza da Tecnologia	2. Tecnologia envolve o uso do conhecimento científico e de outros para resolver os problemas práticos. A humanidade sempre teve tecnologia.
3. Natureza da Sociedade	3. A sociedade é uma instituição humana na qual ocorrem mudanças científicas e

	tecnologias.
4. Efeito da Ciência sobre a Tecnologia	4. A produção de novos conhecimentos tem estimulado mudanças tecnológicas.
5. Efeito da Tecnologia sobre a Sociedade	5. A tecnologia disponível a um grupo humano influencia grandemente o estilo de vida do grupo.
6. Efeito da Sociedade sobre a Ciência	6. Através de investimentos e outras pressões, a sociedade influencia a direção da pesquisa científica.
7. Efeito da Ciência sobre a Sociedade	Os desenvolvimentos das teorias científicas podem influenciar o pensamento das pessoas e as soluções de problemas.
8. Efeito da Sociedade sobre a Tecnologia	8. Pressões dos órgãos públicos e de empresas privadas podem influenciar a direção da solução do problema e, em consequência, promover mudanças tecnológicas.
9. Efeito da Tecnologia sobre a Ciência	9. A disponibilidade dos recursos tecnológicos limitará ou ampliará os progressos científicos.

Fonte: Santos, W.P.S, Schnetzler, R.P. Educação em Química: compromisso com a cidadania, Ijuí: Ed. Unijuí,1997, p.63, extraído de McKavanagh e Maher,1982, com tradução dos autores.

Podemos perceber que tais considerações buscam evidenciar que os cursos de CTS se organizam a partir de uma abordagem interdisciplinar de ensino de ciências, e que para tal, a organização se difere dos cursos centrados exclusivamente na transmissão de conhecimentos científicos, mesmo sob o viés pragmatista de CTS.

Esse viés procura preparar para a tomada de decisão frente aos problemas da vida real, e que para isso é necessário ter uma visão

multidisciplinar, relacionar custo/benefício e que, a partir disso, associado ao julgamento posterior, se constrói o conhecimento por meio da descoberta.

Devemos deixar claro, no entanto, que as relações entre ciência, tecnologia e sociedade citadas no quadro acima podem ser trabalhadas em qualquer nível de ensino, podendo ser disponibilizadas tanto no ensino através da ciência como no ensino para a ciência.

Santos e Schnetzler (1997) destacam, ainda, que o ensino através da ciência, no qual se enquadra o ensino de CTS, estrutura-se buscando formar o cidadão, pois toma contato com o conhecimento mais amplo da ciência e suas implicações para com a vida do indivíduo. Já o ensino para a ciência refere-se à formação do especialista em ciência, por meio do domínio do conhecimento científico geral, necessário para sua atuação profissional.

Diante dessas considerações, podemos afirmar que esses autores fazem uso das características do movimento CTS, querendo demonstrar com isso que se trata de ensinar através da química, para objetivar apenas a formação do trabalhador flexível.

Ou seja, formar um trabalhador com capacidade de comunicar-se de maneira adequada, por meio do domínio dos códigos e linguagens congregando diferentes idiomas, com autonomia intelectual, para resolver problemas práticos a partir de conhecimentos científicos, comprometido com a empresa, enfim, um trabalhador adaptado à produção flexível.

O que se defende é que tais abordagens sejam trabalhadas buscando o ensino através da ciência, de modo que o aluno tenha a percepção da totalidade, ao mesmo tempo em que se procura romper com a diferenciação social.

Já Santos e Mortimer (2000), ainda no campo da química, apresentam em seu trabalho propostas para o ensino de ciências com base no movimento CTS para Ensino Médio no Brasil, e indicam que algumas delas são as mais comuns, como a incorporação sistemática do conteúdo de CTS ao conteúdo programático.

Ou seja, o ensino tradicional de ciências vem acrescido de uma série de pequenos estudos de conteúdo CTS integrados aos tópicos de ciência, com a função de explorar sistematicamente esse conteúdo, formando temas unificadores.

Outra proposta é trabalhar as disciplinas científicas, como Química, Física e Biologia, por meio de conteúdo CTS, cujos temas CTS são utilizados para organizar o conteúdo de ciência e a sua seqüência, mas a seleção dos conteúdos ainda é feita a partir de uma disciplina.

Nesse sentido, ressaltamos que a formação disciplinar de nossas escolas não coaduna com a necessidade da interdisciplinaridade do enfoque CTS, pois nossos alunos e professores não estão se formando dentro da perspectiva interdisciplinar, o que torna os objetivos de tal movimento uma situação que necessita de maior reflexão antes da ação propriamente dita.

Acrescentamos ainda, ser urgente avaliar a utilização de modelos curriculares de outros países, que muitas vezes são transferidos para nossa realidade sem considerar a necessidade da realidade local, os problemas existentes e a ciência e tecnologia proveniente de cada país.

Dessa forma, nossa intenção ao discorrer sobre o enfoque CTS é evidenciar que, em função de sua postura crítica, política, interdisciplinar e de contextualizadora, permite aos alunos atitudes críticas e questionadoras na sua vida em sociedade e num futuro imediato, e que para tanto, o enfoque educativo necessita recuperar os espaços críticos dessa relação conjunta ao discutir as implicações e os fins do desenvolvimento científico e tecnológico em um emaranhado social, político e ambiental.

Nesse sentido, defendemos uma linha mais existencialista, ou seja, uma linha que recorre à reflexão ética e política, com base no caráter humanístico, pois o ensino-aprendizagem deve ser compreendido como a possibilidade de despertar no aluno a curiosidade, o espírito investigativo, questionador e transformador da realidade.

Daí a necessidade de buscar componentes para a resolução de problemas que fazem parte da vida cotidiana do aluno, ampliando-se esse

conhecimento para utilizá-lo nas soluções dos problemas coletivos de sua comunidade e da sociedade.

Argumentamos que a perspectiva CTS, como visto anteriormente, pretende superar as visões limitadas da ciência e da tecnologia, unido-as à sociedade para promover a participação cidadã nas decisões mais relevantes sobre as discussões relativas a ambas e nos apresenta um campo de análise propício para entender e educar no contexto da tecnociência, pois permite desmitificar a visão de neutralidade da ciência e da tecnologia e encarar a responsabilidade política das mesmas.

Seguindo esses pressupostos, parece-nos visível a necessidade de superar o conteudismo que sempre caracterizou o ensino de ciências em geral, nele incluída a química, além do viés pragmatista perceptível em textos de química referentes à formação de professores.

Tomamos como base as afirmações de Cerezo (2002), quando afirma que a orientação CTS faz com que se veja o conhecimento da ciência e da tecnologia muito além do academicismo e cientificismo, pois se preocupa com os problemas sociais relacionados com o científico e o tecnológico.

Favorecendo, assim, a construção de atitudes, de valores e normas de conduta em relação a essas questões, com vistas a uma formação que prepare os estudantes para tomarem decisões que contribuam com o coletivo.

Todas as considerações traçadas até aqui nos permitem evidenciar que os cursos de CTS se organizam segundo uma abordagem interdisciplinar de ensino de ciências, cuja organização difere significativamente dos cursos convencionais de ciência em geral e de química, em particular, centrados exclusivamente na transmissão dos conhecimentos científicos.

Defendemos, portanto, que a contextualização dos conteúdos por intermédio desse enfoque apresenta um sentido mais político, associada à cultura mais ampla, procurando romper com a idéia de que contexto seja tão somente o espaço para resolução de problemas por intermédio da mobilização das competências.

Isso porque o ensino de CTS está vinculado à educação científica do cidadão, ou seja, a idéia é integrar a compreensão pessoal do mundo natural (conteúdos de química) com o mundo construído pelo homem (tecnologia) e o seu mundo social do dia-a-dia (sociedade).

Numa perspectiva mais fundamentada que anteriormente colocada por alguns autores, podemos pensar, então, a partir do movimento CTS, num ensino *através da* ciência, ou seja, num ensino voltado à preparação do cidadão partir do conhecimento mais amplo da ciência e de suas implicações para com a vida do indivíduo, e não apenas num ensino *para ciência*, cuja preocupação é a formação do especialista em química, por meio do domínio do conhecimento científico geral, necessário para sua atuação profissional.

Ensino através da ciência, até porque esse cidadão está imerso no sistema capitalista, numa sociedade impactada pela tecnologia, numa nova organização social do trabalho e ainda vive do trabalho.

Ou seja, na vida das mulheres e dos homens há a necessidade de uma participação na sociedade, e uma participação com transformações, e para que as transformações desta sociedade sejam na direção de uma melhor qualidade de vida para o trabalhador, é preciso que a ciência, e em nosso caso particular a química, seja um caminho que permita o exercício de uma cidadania plena, promovendo uma participação ativa e crítica.

O que se propõe, portanto, é que, ao se conhecer mais proximamente esse movimento, torna-se possível perceber sua importância como desencadeador de questionamentos críticos do contexto científico-tecnológico e social.

Defendemos ser possível perceber essa qualidade do movimento desde a sua origem, nos anos 50, nos EUA, em que a sociedade começa a entender que a relação entre ciência, tecnologia e sociedade move questões de interesse político, econômico e ético. Tal percepção desencadeia a tomada de consciência de que os acontecimentos sociais e ambientais associados às atividades científico-tecnológicas não possuíam relação direta com o bem-estar social.

Com essa clareza, o movimento CTS procura romper com os conceitos tradicionais de ciência e tecnologia, buscando uma educação científica e tecnológica mais humanista, tomando Snow (1995), aproximando as “duas culturas”.

Nessa perspectiva, ainda numa vertente que consideramos transformadora, o caminho percorrido ao longo do tempo pelo movimento CTS é em defesa da democratização do conhecimento por meio da valorização da participação pública dos cidadãos nas decisões que orientam o desenvolvimento da ciência e tecnologia, para a solução de problemas sociais, estimulando a participação na sociedade.

Ainda que, como no contexto brasileiro, seja necessário o acesso às informações e a organização de mecanismos populares que efetivem a participação dos cidadãos.

Além disso, consideramos que essa orientação abre espaço para a aceitação de alternativas porque defende de modo bastante incisivo o caráter provisório e incerto das teorias científicas. Com tal compreensão, os alunos podem avaliar as aplicações da ciência e da tecnologia para o atendimento às necessidades sociais e as opiniões controvertidas dos especialistas, por exemplo.

Com isso, defendemos ser possível minimizar a debilidade do ensino tradicional de ciências em geral, e de química, em particular, pois tal característica se dá não no que se ensina, mas no que não se ensina; em especial, as relações entre tecnologia e sociedade.

Tais encaminhamentos, aliás, nos parece ocorrer como favorecimento para a manutenção do poder hegemônico, que necessita para sustentação do capital, de uma sociedade dividida entre os que planejam e os que executam.

Nesse sentido, acreditamos na possibilidade de se estabelecer críticas, com bases teóricas e práticas, aos problemas relacionados com a nova organização social do trabalho, mesmo em se tratando dos conteúdos escolares de química, que devem, ao mesmo tempo, preparar os alunos para o ingresso no mundo do trabalho.

Por possibilitar a compreensão da dimensão social da ciência e da tecnologia, argumentamos que movimento CTS amplia a discussão sobre uma idéia que ainda é muito forte na sociedade, percebida tanto por pesquisadores brasileiros como espanhóis: para atingirmos o “bem-estar” social, o desenvolvimento da ciência e da tecnologia precisam ser cada vez maiores e que cabe somente aos especialistas decidirem sobre questões envolvendo ciência e tecnologia porque têm maiores conhecimentos.

É inegável a contribuição desses dois campos no âmbito do desenvolvimento da sociedade e do conhecimento dos cientistas, porém, o significado político, econômico e social dos sistemas técnicos precisam ser discutidos mais amplamente para que consigamos perceber as conseqüências e implicações da ciência e da tecnologia em nossas vidas.

Outra questão que nos parece relevante é que esse cidadão pode, por intermédio de uma abordagem que inter-relacione ciência, tecnologia e sociedade, conceber a primeira como um processo social, histórico e não-dogmático, porque possibilita compreender, por exemplo, a devida perspectiva do conflito atual entre tecnologia e o limite da preservação.

Além disso, prevemos que essa perspectiva pode levar os estudantes a compreenderem aspectos econômicos que influenciam o desenvolvimento das indústrias e o uso de processos alternativos e a formação do trabalhador flexível numa sociedade impactada pela tecnologia.

Mesmo em outros países há muito que ser feito para que tal movimento se desenvolva numa perspectiva que autores como Cerezo (2002) e Garcia (1996) considerem mais aprofundadas.

No Brasil nossa pesquisa aponta que tal desenvolvimento é lento, mas vem avançando, e carece ser revisitado pela comunidade escolar, pois se o movimento CTS tende a servir de critério de legitimação para documentos oficiais que buscam defender seu próprio discurso, como veremos a seguir, a sociedade precisa ter maior participação para poder compreendê-lo e, realmente, ultrapassar o discurso daquilo que se diz crítico e inovador.

Num país como o nosso, marcado pelas diferenças, esse movimento permite, ainda, discuti-las e relacioná-las, a partir dos problemas locais e globais, tornando mais significativa a compreensão de que o conhecimento estabelecido mediante as múltiplas determinações seja um caminho para a transformação da percepção dessas diferenças.

Em sala de aula, muitas vezes o que nos falta é um embasamento teórico que se relacione com a prática para discutirmos as mudanças do mundo contemporâneo por meio de uma perspectiva mais abrangente e, ao mesmo tempo, mais enraizada.

Defendemos que a partir da compreensão do que seja tal enfoque, o trabalho do professor de ciências em geral, e de química em particular, possa se tornar cada vez mais intencional no sentido de contribuir para a apropriação e significação dos conteúdos por parte dos alunos, e a concepção de mundo passa a ser percebida a partir de reflexões críticas frente às relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Nesse sentido, compreendemos que a escola, ao mesmo tempo em que está organizada para manter o *status quo*, por ser um dos poucos locais públicos, também possibilita instaurar espaço de resistência, ou seja, dar uma educação de qualidade, condição necessária para um encaminhamento visando a transformação da sociedade, tornando-se o ambiente ideal para elucidar as relações sociais que determinam a formação do trabalhador flexível.

Nos parece, portanto, importante tratar no próximo capítulo categorias que estão presentes nesse movimento, como a interdisciplinaridade e a contextualização para que possamos entender em que medida o enfoque CTS pode contribuir como impulsionador de questionamentos críticos e reflexivos acerca do contexto científico-tecnológico, social e ambiental nos conteúdos escolares de química.

## Conclusão do Capítulo 1

A partir de nossas pesquisas observamos que os conteúdos escolares de química apresentam pouca relação entre conhecimento escolar e a sociedade e que, embora muito explorada na literatura, não se efetiva no cotidiano da escola.

Pensando nisso, esse capítulo buscou a origem e a disseminação do movimento CTS e sua importância como desencadeador de questionamentos críticos do contexto científico-tecnológico e social e seus desdobramentos.

Acreditamos que, ao conhecermos os precursores desse movimento e suas concepções, será traçar nossas próprias concepções de trabalho na escola, ou seja, é possível determinar um movimento, em que a teoria muda a prática, e esta a teoria.

Defendemos que uma das características da perspectiva CTS seja a importância das relações sociais, ambientais, científicas e tecnológicas que oportuniza a compreensão do todo, a fim de que a sociedade possa interagir e buscar soluções locais e globais frente aos problemas causados pelo avanço da ciência e da tecnologia.

Entre seus desdobramentos está a possibilidade de espaço para a discussão sobre o ideário da neutralidade da ciência e da tecnologia e de que a ciência e tecnologia garantem o progresso de uma sociedade trazendo melhores resultados de forma sucessiva, contínua e cumulativamente, como defendem alguns autores.

Avaliamos que uma nova percepção dessa questão se estende, quando autores como Garcia alertam que tal concepção contribui para legitimar formas tecnocráticas de governos e orientar projetos curriculares em vários níveis de ensino.

Nesse capítulo nos parece relevante a discussão que autores citados, tanto nacionais como internacionais, apontam como a ciência é trabalhada nas escolas, perpassando uma visão empírico-indutivista, a-teórica; algorítmica,

exata, infalível, conotando rigidez; a-histórica, dogmática; cumulativa de crescimento linear; individualista, elitista e socialmente descontextualizada.

Também se buscou trazer a luz à percepção que a sociedade tem desse movimento fora do país a fim de compreender que os olhares não divergem dos nossos, isto é, se faz necessário uma discussão mais detalhada desse enfoque de modo que este se apresente como uma alternativa realmente inovadora e não servindo apenas para ser apropriado pelos textos oficiais com o objetivo de legitimar seu discurso.

Outra questão importante diz respeito ao fato de que autores nacionais têm buscado conhecer mais sobre as questões que esse movimento considera significativas, e embora seja recente, revela, como um dos resultados mais marcantes, que todos os professores pesquisados atribuem à tecnologia a produção do bem-estar social.

Em contrapartida, foi possível observar como a ausência do entendimento sobre como a tecnologia interage com outras variáveis sociais, ou seja, percebemos que não havia compreensão de como questões culturais, econômicas e políticas interagem com a produção.

É importante também deixar claro que a maior parte das pesquisas sobre movimento CTS na literatura mundial e nacional recaem sobre as escolas técnicas e sobre as universidades. Acevedo, Garcia e Vilches, por exemplo, são autores espanhóis que buscam discutir o enfoque CTS também no âmbito do ensino secundário, e têm sido citados por autores nacionais, como Bazzo, von Lisingen e Auler.

Podemos dizer que esses autores se alinham a uma perspectiva de ensino que entende o conteúdismo, a transmissão pela transmissão dos conteúdos de ciência, que se efetiva nas escolas, como um reforço à tese do dualismo estrutural analisado por Kuenzer (2005), promovendo uma falsa educação científica por meio de currículos dominadores.

Ou seja, a tese revela que as demandas de maior apropriação de conhecimentos científicos e tecnológicos ocorrem para os níveis que ocupam lugares mais elevados na hierarquia do trabalho coletivo, cujas funções, entre

outras, envolvem criação e adequação de novas tecnologias, manutenção de equipamentos, gestão de processos e produtos, gestão de qualidade e funções administrativas de diferentes naturezas.

Verificou-se que para os trabalhadores das unidades produtivas, em que ocorre o predomínio da organização taylorista/fordista, a permanência da antiga qualificação, definida pela natureza da tarefa, passou a exigir conhecimentos científicos-tecnológicos específicos, assim como modos operacionais.

Portanto, o que se observa é uma oferta de sólida educação científico-tecnológica para um número cada vez menor de trabalhadores incluídos, instituindo uma divisão até mesmo entre eles. Cria-se, portanto, um grupo de profissionais qualificados juntamente com um grande número de trabalhadores educados de forma aligeirada, embora ainda incluídos, que são responsáveis por trabalhos também precarizados.

Defendemos que os conteúdos escolares de química têm mantido uma trajetória de dominação, expressa nos documentos oficiais, por ser considerado um campo do conhecimento ligado diretamente à produção.

Portanto, por mais que o discurso seja de democratização desses conteúdos, na medida em que os documentos oficiais encaminham as categorias contextualização e intedisciplinaridade utilizando misturas de concepções, o que dificulta a compreensão dos mesmos, se entende que há uma tentativa de legitimar a continuidade dessa dominação.

A partir desses pressupostos, tentou-se estudar no próximo capítulo o movimento CTS sob o viés das categorias contextualização e interdisciplinaridade, como forma de contribuir para o suporte teórico tão necessário àqueles que consideram o ensino dos conteúdos escolares de química para além da formação do trabalhador na nova organização social do trabalho. Ou seja, ensinar por intermédio da química.

A compreensão das categorias assinaladas se apresentam de forma mais crítica no Capítulo 2, pois entendemos que nos documentos oficiais elas se encontram imbricadas com o currículo de competências.

No Capítulo 2, buscaremos, portanto, mostrar a trajetória do ensino de química e elucidar as concepções de interdisciplinaridade e contextualização visando, sobretudo, possibilitar ao estudante do ensino médio uma perspectiva mais crítica da realidade, mediante associação dos conteúdos escolares de química aos conteúdos do enfoque CTS.

## Capítulo 2

Nesse capítulo procuramos discutir as origens ensino de química, e conseqüentemente, do ensino dos conteúdos escolares de química, pois defendemos a urgência de colocar a escola como componente central para o desenvolvimento da cidadania mediante tais conteúdos.

Dessa forma, modelos prontos, a memorização como fim em si mesmo e a fragmentação do conhecimento devem ser superados pelas mediações e interconexões que relacionam a história do ensino de química em sua constante evolução, marcada pelas permanências e rupturas, e interdependência como pontos de análise e reformulação.

Avaliando que a dinâmica social contemporânea se encontra fortemente marcada pela presença da CT, torna-se cada vez mais relevante uma compreensão crítica sobre as interações entre CTS e com isso, consideramos fundamental a problematização de construções históricas sobre a atividade científico-tecnológica, já visitadas no capítulo anterior.

Defendemos, dessa forma, a necessidade de ampliar e aprofundar as categorias interdisciplinaridade e contextualização, visto não se observar nos PCNEMs a reflexão sobre os conceitos das mesmas, numa perspectiva dialética e relacionada com a práxis.

Também discutimos a relevância da função social da química a partir do enfoque CTS, buscando viabilizar a leitura do mundo numa sociedade cada vez mais tecnológica.

## 2.1 – Origens e caminhos do Ensino em Química.

São apresentados a seguir três textos que consideramos ponto de partida, na França, Portugal e Brasil, das primeiras propostas para o ensino dos conteúdos escolares de química.

Chassot (1995a) destaca que um dos maiores legados que a Idade Média forneceu foi a difusão e expansão do saber, as universidades. Também é relevante caracterizar que é no período que se estende da Renascença às vésperas da Revolução Industrial que ocorre o fenômeno mais marcante da história das instituições escolares, com a criação e multiplicação dos colégios, e um dos fatores que aceleraram o súbito incremento da foi a concorrência entre a religião católica e as igrejas protestantes.

Quando analisamos as origens mais próximas do ensino de química, é Lavoisier que nos apresenta um dos primeiros textos – *Sobre a maneira de ensinar química* - que hoje seria classificado como educação química. Para Chassot (1995b), o texto escrito entre 1790 e 1793, mesmo incompleto e que aparece publicado em 1990, quase duzentos anos depois de sua morte, mostra que embora Lavoisier nunca tenha sido professor (foi químico, biólogo e geólogo), conseguiu oferecer orientações sobre como ensinar química.

Um outro texto, talvez um dos mais objetivos sobre o ensino de química que se tem acesso, ainda na sua forma original, é o que está nos estatutos da Universidade de Coimbra, editado em 1772. O terceiro texto diz respeito as diretrizes para a cadeira de química da Bahia, do conde da Barca em 1817.

Fazendo uma análise do texto lavoisierano podemos perceber qualidades referentes à explicitação nas recomendações sobre questões teóricas e práticas. Mostra, ainda como o fundador da química moderna, mesmo tendo escrito vinte anos depois, estava mais adiantado nos conhecimentos em relação a Coimbra.

O didatismo do texto pode ser comparado ao *Física* de Aristóteles e aos *Principia* de Newton e que, segundo Kuhn (Chassot, 1995b,p.117), contribuiu na “definição de gerações de pesquisadores”.

Chassot (1995b) aponta que Lavoisier nos mostra a dificuldade quando se trabalha com grandes turmas e como há prejuízos na atenção que deve merecer cada aluno, e ainda, quanto, há duzentos anos, Lavoisier estava interessado em levar o aluno do conhecido para o desconhecido, isto é, fazer a construção do conhecimento.

Pela sua formação em química, biologia e geologia e pela sua proposta de ensino, Lavoisier estaria dentro de uma linha de ensino pautada na interdisciplinaridade. A seqüenciação dos conteúdos também está presente nas recomendações de Lavoisier, indicando a necessidade de um estudo interdisciplinar focado numa visão mais integrada ou menos especializada que, já na época, deveria facilitar a compreensão da ciência.

Destacamos que uma consideração importante acerca dessa obra de Lavoisier diz respeito ao histórico de seu autor. Por ser um político abastado, o ensino que ele relata é um ensino de exceção e, mesmo fazendo referência a vários alunos que acompanhavam suas aulas, se percebe pelo texto que estas eram aulas quase particulares. E mesmo com a Revolução Francesa, o ensino que ele descreve é um ensino para as elites, destinado àqueles que antes da revolução queriam fazer parte da Academia Real de Ciências.

É indiscutível, portanto, que o texto lavoisierano fosse endereçado à formação da elite e não a um ensino democrático.

Quanto ao estatuto da Universidade de Coimbra, em *As normas do curso filosófico*, publicadas em 1772, por ocasião da Reforma Pombalina coloca que o objetivo primeiro ao se estudar esta terceira parte da filosofia natural era depurá-la das máculas da alquimia. No parágrafo dois, as normas são precisas: é fundamental redimir a química do descrédito devido aos mistérios escuros dos alquimistas.

Entendemos que o texto de Coimbra não traduz nenhuma preocupação com um ensino que pudesse representar uma facilitação para o melhor

entendimento do mundo na época e também não mostra nenhuma preocupação com as aplicações da química frente a aspectos econômicos e sociais. É no documento produto da Reforma Pombalina que se consagra uma prática que marcou e marca de maneira negativa o ensino de química: a dicotomia entre o ensino teórico e experimental.

Observamos que essas diretrizes da Universidade de Coimbra, por ser o estabelecimento de ensino representativo da Metrópole e também por ser uma instituição de ensino superior, influenciaram a educação brasileira no início da República, marcando inclusive as diretrizes para a cadeira de química da Bahia, do Conde da Barca, com algumas superações e rupturas significativas quando da adesão dos republicanos aos ideais do positivismo.

O documento que destaca as diretrizes para a cadeira de química da Bahia, do Conde da Barca em janeiro de 1817 impõe uma condição que busca valorizar a constituição dos currículos de química. Isso porque a partir de uma carta do rei reconhecendo a importância da química para o progresso dos estudos de medicina, cirurgia e agricultura, sugeria também a relevância dos ensinamentos dos princípios práticos da química, e seus diferentes ramos aplicados às artes e à farmácia, para o conhecimento dos produtos preciosos com que a natureza enriqueceu o reino do Brasil.

O rei já apresentava preocupações mais amplas que os professores de Coimbra, para definir o ensino da química, evidenciado pelo fato de cinco anos antes ter criado na Corte um laboratório químico-prático para o conhecimento das diversas substâncias que poderiam ser utilizadas nas artes, comércio e indústrias.

Avaliamos que são, contudo, as instruções do Conde da Barca que nos possibilitam fazer não só as melhores inferências sobre o ensino de química, mas também encontrar, como descritas abaixo:

O lente da cadeira de química ensinará a teoria química em geral por um compêndio de sua escolha, enquanto ele não compuser um próprio na língua portuguesa que contenha com conveniente precisão e clareza todas as noções que deve ensinar aos seus discípulos(...) Dadas as lições gerais da química, passará as aplicações dessa

interessante ciência às diferentes artes e ramos da indústria(...) tendo sempre em vista nas suas lições teóricas e práticas não só tudo quanto for relativo à farmácia . à agricultura, à tinturaria, à manufatura do açúcar e à extração das substâncias salinas, do que se possam colher utilidade, mas também dos óleos, betumes, resinas, gomas.(Chassot, 1995b, p.126-7).

Esta inserção às coisas do cotidiano, não encontramos no texto de Lavoisier e nem nas de Coimbra. O Conde da Barca procura associar o ensino da nova cadeira à economia do Brasil, pois se refere ao fato do professor explicar as dificuldades de construções dos fornos, com particular atenção ao trabalho das minas de ferro e de outros metais ainda abundantes no reino do Brasil, para que possam ser aproveitados.

Observamos, portanto, que as instruções do Conde da Barca traduzem a inserção do ensino na realidade brasileira, apesar de conter aspectos puramente utilitaristas e essencialmente a serviço das classes dominantes.

Tais recomendações foram desconsideradas com o advento da Independência, cinco anos depois e, concordamos com Chassot (1995b) quando ele afirma que a educação segue uma trajetória por demais elitista, com a migração para um ensino de química livresco, teórico, apêndice da Física ou em simbiose com a mineralogia e reorientado para um humanismo retórico.

Portanto, quando observamos a perspectiva aristocrática dos currículos atuais de química é possível inferir que tanto historicamente quanto de forma conveniente os conteúdos atuais de química se constituíram e passaram a se considerados necessários para integrar a formação científica do trabalhador, mesmo que de forma polarizada, como veremos na seqüência.

Consideramos que a química, nos seus primórdios, era um conhecimento restrito, esotérico e privilegiado de alguns poucos iniciados, para depois, na medida que ascendia ao rol das ciências, começa a se tornar necessária, primeiro, para algumas corporações profissionais, e só muito depois, passa a ser objeto de ensino na universidade, para muito mais recentemente chegar à escola, e nesta, teoricamente, para todos, em que passa a participar da formação científica de homens e mulheres.

Até meados do século XX, a descrição de processos era a principal característica do ensino de química, como afirmam Beltran e Ciscato (1991). A descrição dos processos de obtenção dos produtos farmacêuticos, típica do começo do século, ou a descrição da obtenção de produtos industriais, que surgiu mais adiante foi o assunto mais freqüente nas aulas de química no nível que corresponde hoje ao ensino médio.

Juntamente com os autores consideramos que a partir da segunda metade do século o ensino começou a mudar, pois os avanços tecnológicos exigiram uma profunda alteração dos conteúdos e dos métodos no ensino de química. A exploração do espaço, marcada pelo lançamento do primeiro satélite artificial, levou a reformulação do ensino nos países ocidentais.

Os projetos científicos que surgiram se propunham a revitalizar o ensino de ciências com a intenção, entre outras, de eliminar o desnível tecnológico, revelado pelo lançamento do Sputnik pela União Soviética em 1959. O Brasil, na esteira de outros países, também teve que passar por mudanças no seu ensino.

Houve primeiro a tentativa de implantação de projetos norte-americanos e Krasilchik (2000) aponta que entre eles podemos encontrar projetos de Química (Chemical Bond Approach-CBA), de Física (Physical Science Study Committee – PSSC), de Biologia (Biochemical Science Curriculum Study- BSCS) e de Matemática (Science Mathematics Study Group- SMSG), conhecidos mundialmente por suas siglas e denominada pela literatura especializada de “sopa de letrinhas”

Esses projetos valorizavam o método indutivo, em que a metodologia científica era muito importante, e também buscavam aprofundar questões teóricas envolvendo a mecânica quântica, a teoria dos orbitais, etc. Apesar da qualidade desses projetos, sua implementação entre nós foi um fracasso, pois eles exigiam excelentes condições materiais e professores muito bem preparados.

A história do ensino de química foi significativamente marcada por esse período e observamos que até hoje influencia tendências curriculares das várias disciplinas tanto no ensino médio como no ensino fundamental.

No início dos anos setenta, surgiu, como proposta mundial de ensino o movimento que envolve as relações da ciência e da tecnologia e a sociedade discutida no capítulo um, com caráter interdisciplinar e contextualizador, mostrando a preocupação central com aspectos relativos à dimensão social da ciência e da tecnologia privilegiando também questões ambientais.

Entendemos que não há como negar tais aspectos, sobretudo no mundo globalizado em que a tecnologia se faz presente no cotidiano das pessoas. O que se pergunta é: quais os conteúdos de química que tornam evidente a relevância das questões sociais? Como ensinar química promovendo uma responsabilidade com as questões sociais?

Defendemos que por intermédio desse enfoque é possível ensinar química a partir de conteúdos de química que sejam capazes de evidenciar a relevância das questões sociais.

Cabe deixar claro que nossa defesa a favor desse movimento ocorre por duas razões: a primeira diz respeito ao fato de que as rupturas frente ao ensino de química não ocorrem de forma imediata, isto significa dizer, por exemplo, que mesmo diante das demandas da ciência e da tecnologia nos dias atuais, ainda há professores que ensinam segundo os livros didáticos comerciais, ou seja, dentro de modelos positivistas de ensino, como o funcionalismo, o sistemismo, o empirismo e o estruturalismo.

Isso implica numa necessidade real de buscar novos rumos para a concepção do ensino de química, que procure aproximar a teoria e a prática, e que forneça condições para o rompimento com currículos dominadores.

A segunda defesa se estabelece quando fazemos uma análise da realidade histórica local dos conteúdos escolares de química e que, a partir disso, podemos afirmar que esses se prestam para manter a dominação; com falsos rótulos de necessários para a formação do espírito científico dos estudantes; organizando-se em uma disciplina escolar e financiando o

esoterismo da disciplina em função do hermetismo de sua linguagem e compreensão, tornando-a inacessível.

Tais afirmações se devem ao fato de, por exemplo, alunos de ensino médio terem como conteúdo números quânticos, mas não conhecerem a química de processos galvânicos<sup>5</sup>, utilizada nas placas de circuito impresso presentes nos computadores e máquinas industriais, e que estão no escritório ou na indústria na qual trabalham.

Afirmamos que a área de educação química é relativamente nova no Brasil, e no exterior, e recentemente sua admissão como uma subdivisão de pesquisa em química é recente. Se compararmos com outras áreas químicas, a educação química é uma área emergente, e segundo dados de pesquisadores da área, como Chassot (1995b), as primeiras pesquisas no Brasil datam de 1976.

Podemos concluir que ao longo das últimas décadas modificações, em função de fatores econômicos, políticos e sociais resultaram, por sua vez, em transformações das políticas educacionais, cumulativas, em função das quais ocorreram mudanças no ensino de ciências, como por exemplo, da Química.

## **2.2 – As categorias interdisciplinaridade e contextualização: como contribuem (ou não) para a (re) produção o conhecimento químico.**

A Lei de Diretrizes e bases da Educação, aprovada em 1996, sob o n° 9.394/96, Brasil (1996), estabeleceu no segundo parágrafo do artigo primeiro que a educação escolar deve vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social. Estabeleceu, ainda, que os currículos do ensino fundamental e médio devem ter uma base nacional comum, complementada pelos demais conteúdos curriculares especificados e em cada sistema de ensino.

---

<sup>5</sup> Galvânico: A galvanoplastia é um processo pelo qual se dá proteção superficial, através de processos eletroquímicos a determinadas peças, aumentando a durabilidade das mesmas. (Bosco *et al*, 2003)

A lei destaca no artigo vinte e seis, que a formação do cidadão na escola fundamental exige pleno domínio de leitura, escrita e cálculo, compreensão do sistema político, do ambiente material e social, da tecnologia e o ensino médio visa consolidar os conhecimentos e a preparação para o trabalho e a cidadania para continuar aprendendo.

Esse aprendizado ainda inclui a formação ética, a autonomia intelectual e a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos visando à formação do cidadão-trabalhador-estudante, numa perspectiva de que o trabalhador deve continuar aprendendo sempre, utilizando para isso programas de ensino a distância em todos os níveis e educação continuada, por exemplo.

Essas prescrições reguladas por meio de políticas centralizadas pelo Ministério de Educação e Cultura (MEC) são detalhadas e especificadas em documentos oficiais denominados de “parâmetros” e “diretrizes curriculares” numa tentativa de se colocar em prática as determinações da reforma proposta pelo governo.

Ao nos apropriarmos das muitas críticas endereçadas ao modelo tradicional de ensino, também entramos em acordo com autores como Moreira (1997 a, b), Kuenzer (1997), Moraes (1998), Ferreti (2000), ao considerarmos importante ampliar o debate em torno do tema, os PCNs propõem trazer avanços consideráveis quando reconhecem as imperfeições da “antiga” e apregoam uma “nova” prática pedagógica, afirmando que:

Na escola, de modo geral, o indivíduo interage com um conhecimento essencialmente acadêmico, principalmente através da transmissão de informações, supondo que o estudante, memorizando-as passivamente, adquira o “conhecimento acumulado”.

A promoção do conhecimento químico em escala mundial, nesses últimos quarenta anos, incorporou novas abordagens, objetivando a formação de futuros cientistas, de cidadãos mais conscientes e também o desenvolvimento de conhecimentos aplicáveis ao sistema produtivo, industrial e agrícola. Apesar disso, no Brasil, a abordagem de Química escolar continua praticamente a

mesma. Embora às vezes “maquiada” com uma aparência de modernidade, a essência permanece a mesma, priorizando informações desligadas da realidade vivida pelos alunos e pelos professores. (Brasil, 2005, p.29).

Sem dúvida, defendemos que esse diagnóstico coincide com algumas pesquisas realizadas que apontam para a forma desarticulada, fragmentada e segmentada com que capítulos e livros são escritos, segundo Angiotti e Delizoicov (1992).

Lopes (2005) ainda ressalta que muitas dessas dificuldades advêm da falta de domínio do conhecimento químico, ou ainda, para a forma descontextualizada com que os conteúdos são apresentados, geralmente desconsiderando as concepções que os estudantes já trazem e, quando têm noção de sua existência, delas não fazem uso.

Porém, nos parece importante ressaltar que no Brasil, as políticas públicas referentes à educação são com uma participação efetiva de grupos disciplinares em ensino das disciplinas específicas, acontecendo o mesmo com os conteúdos escolares de química como disposto no trabalho de Krasilchik (1987), revelando uma tendência mundial.

Essa integração busca viabilizar interpretação das diretrizes propostas pelos órgãos oficiais e desenvolver um caminho de autonomia do ensino de uma disciplina.

Também é relevante salientar que os princípios curriculares que integram o discurso regulativo dos PCNEMs, como: interdisciplinaridade, contextualização e currículo por competências, determinadas pelas quatro premissas da UNESCO para a educação na sociedade contemporânea: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver e aprender a ser, haviam sido definidos antes do desenvolvimento do trabalho das equipes disciplinares. Tais princípios já apareciam na proposta de resolução que instituiu as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio divulgada em 1998, Brasil (1998).

Na verdade, assim como ressalta Lopes (2005), defendemos que são colocados num cadinho para se amalgamarem tendências curriculares que têm

a expectativa de legitimar suas concepções na esfera de poder sobre a prática escolar, por meio de documentos que traduzem sua natureza originada do cruzamento de vários interesses, quando no texto dos PCNEMs de 2005 aparece a associação entre o discurso sobre habilidades e competências ligadas às concepções instrumentais (saber-fazer) de currículo e perspectivas cognitivas do ensino de química.

Mesmo quando se coloca em documentos, como nos PCNEMs, mediante discussões desenvolvidas em 2004, que "... a área, Ciências da Natureza, aponta para as múltiplas dimensões com que um conteúdo escolar precisa ser estudado. Isto pode levar à superação da fragmentação e da seqüência linear com que são abordados os conteúdos escolares", e em seguida no PCN para o Ensino Médio de Química em 2005. (PCNEM, 2005, p.3), percebemos uma concepção de formação escolar de química voltada para as políticas de competências, de formação de um trabalhador flexível:

Na própria idade escolar média, o mundo da vida exige que o estudante se posicione, julgue e tome decisões e seja responsabilizado por isso. Essas são capacidades mentais construídas nas interações sociais vivenciadas na escola, em situações complexas que exigem novas formas de participação.(...), com capacidade de articular, mobilizar e colocar em ação, valores aliados aos conhecimentos e capacidades necessários em situações vivenciadas ou vivenciáveis(...). Isto significa, por exemplo o entendimento de equipamentos e de procedimentos técnicos, a obtenção e análise de informações, a avaliação de riscos e benefícios em processos tecnológicos, de um significado amplo para a cidadania e também para a vida profissional. (PCNEM,2005,p.6)

Ainda descreve que "Contudo, toda a escola e sua comunidade, não só o professor e o sistema escolar, precisam se mobilizar e se envolver para produzir as novas condições de trabalho, de modo a promover a transformação educacional pretendida" (Brasil, 2005, p.6)

Como observamos, os PCNEMs de 2005, na parte III, referem-se a um trabalhador de novo tipo, para todos os setores da economia, com capacidades intelectuais que lhe permita adaptar-se à produção flexível, merecendo como

destaque: a capacidade de comunicar-se de maneira adequada, por meio do domínio dos códigos e linguagens congregando, além da língua portuguesa, a língua estrangeira e novas configurações trazidas pela semiótica.

Consideramos que também evidencia a autonomia intelectual, para resolver problemas práticos a partir dos conhecimentos científicos, buscando aperfeiçoar continuamente; a autonomia moral, por meio da capacidade de enfrentar as novas situações que exigem posicionamento ético.

E finalmente, a capacidade de comprometer-se com o trabalho, por meio da responsabilidade, da crítica e da criatividade, ou seja, em sua forma mais ampla de construção do homem e da sociedade.

Entendemos que, caso essas novas determinações fossem asseguradas para todos, o que não ocorre na realidade, elas mudariam o eixo da formação dos trabalhadores.

Nessa perspectiva, em anuência com Kuenzer (2000a) defendemos, em relação à Resolução da Câmara de Educação Básica do Conselho Nacional de Educação (CBE/CNE) nº 3 de 1998, a necessidade de desvendar o caráter ideológico do discurso oficial que afirma que o novo Ensino Médio agora é para a vida, em substituição ao modelo que, ao integrar educação geral e profissional em uma mesma rede, era para o trabalho, entendido como “não vida”.

Nesse sentido, concordamos com a autora quando ela afirma que, contrariamente ao discurso, a nova proposta atende aos interesses dos incluídos na perspectiva das demandas da acumulação flexível, apresentando o interesse de uma classe como interesse universal. Para tal, apresenta a nova proposta como “única”, e, por ser igual para todos, é democrática; ao contrário, ao tratar igualmente os diferentes, ela é discriminatória e excludente.

A partir das determinações dos documentos oficiais, aderimos à idéia de Kuenzer (2002b) ao descrever que as pesquisas que vêm sendo desenvolvidas na área reforçam a tese da polarização das competências.

Nessa abordagem, a tese revela que as demandas de maior apropriação de conhecimentos científicos e tecnológicos ocorrem para os níveis que

ocupam lugares mais elevados na hierarquia do trabalho coletivo, cujas funções, entre outras, envolvem criação e adequação de novas tecnologias, manutenção de equipamentos, gestão de processos e produtos, gestão de qualidade e funções administrativas de diferentes naturezas.

Verificou-se que para os trabalhadores das unidades produtivas, em que ocorre o predomínio da organização taylorista/fordista, a permanência da antiga qualificação, definida pela natureza da tarefa, passou a exigir conhecimentos científicos-tecnológicos específicos, assim como modos operacionais.

Em vista do que foi explicitado, nos parece fundamental ampliar o debate sobre as categorias interdisciplinaridade e contextualização, pois o currículo de competências serve-se largamente dessas categorias.

Como Lopes (2001) descreve: é possível identificar que nas diretrizes e nos parâmetros convivem as categorias interdisciplinaridade, que pressupõe a inter-relação de campos disciplinares, e competências, que pressupõe serem necessários diferentes temas e questões transdisciplinares para a formação das competências. A partir de tal convivência, se estabelece o controle dos conteúdos de ensino, submetendo-os aos interesses do mercado de trabalho.

Defendemos, juntamente com a autora, que, portanto, o currículo por competência associado ao currículo disciplinar e aos currículos da interdisciplinaridade e da contextualização formam o discurso regulativo, isto é, discurso associado aos valores e princípios pedagógicos, constituinte do discurso pedagógico para o ensino médio.

Lopes (2001) aponta que na história da teoria curricular alguns autores como Bobbitt, Charters e Tyler, que são centradas no modo fabril de educação e na perspectiva de inserção social e, em linhas gerais, apresentam em comum a estreita associação entre currículo e mundo produtivo, visando à eficiência do processo educacional, à adequação da educação aos interesses da sociedade, e conseqüentemente, ao controle do trabalho docente e à administração do trabalho escolar.

Tais teorias interpretam a escola a partir de princípios derivados do modelo de organização do mundo fabril. A idéia dominante é de que a escola

poderia educar de modo mais eficiente se reproduzisse os procedimentos de administração científica das fábricas, na época, o modelo taylorista-fordista, e se executasse um planejamento muito preciso dos objetivos a serem alcançados.

Entendemos que, a prevalência dos objetivos, especialmente comportamentais, está intimamente relacionada a essa perspectiva.

A idéia, ainda presente no senso comum educacional de uma forma mais ampla, de que a qualidade do desenvolvimento curricular, e da educação, de uma forma geral, depende de uma definição precisa dos objetivos a serem implementados e, conseqüentemente, do perfil profissional, de cidadão ou de sujeito social que se pretende formar, advém do pensamento de que currículo existe para atender às necessidades do modelo produtivo dominante.

Nossa defesa, associada a Lopes (2001) de que tal perspectiva nega a possibilidade de que os fins educacionais sejam estabelecidos no desenvolvimento das atividades curriculares e a definição dos objetivos, a partir de uma concepção empírico-positivista de ciência, pode estabelecer o controle neutro do trabalho realizado.

Devido a isso o caráter comportamental de um objetivo é defendido, na medida em que o comportamento do aluno, como expressão objetiva, sem ambigüidades e inequívoca do produto do processo educacional, garantiria a possibilidade de avaliação da eficiência desse processo.

Para a autora, os trabalhos de Benjamin Bloom, Robert Mager e J..Popham visando a formulação de objetivos comportamentais inseriram-se nessa perspectiva.

Nos anos 70, Lopes (2001) descreve que uma das vertentes dessas teorias curriculares ficou conhecida como ensino para a competência e que no início o ensino para competência foi associado de forma mais estreita com programas de formação de professores, mas se estendeu às diferentes áreas do ensino. Nessa linha, o conceito de objetivos comportamentais foi substituído pela idéia de competência.

Tal qual os objetivos comportamentais, argumentamos que as competências foram entendidas como comportamentos mensuráveis e, portanto, cientificamente controláveis. O objetivo foi associar o comportamentalismo a dimensões humanistas mais amplas, visando formar comportamentos – as competências - que representassem metas sociais impostas aos jovens pela sua sociedade e cultura.

Nessa perspectiva, em anuência com a Lopes (2001) afirmamos ainda que as competências continuam assumindo, sobretudo, o enfoque comportamentalista. As atividades de ensino são decompostas em supostos elementos componentes – as habilidades – que permitem a elaboração de indicadores de desempenho para avaliação.

Caracterizamos que as atuais propostas curriculares para o ensino médio, ainda que não apresentem em suas referências bibliográficas autores situados nessa tradição, efetivamente mantêm um discurso vinculado aos eficientistas sociais. Tal discurso apresenta perspectivas cognitivo-construtivistas por associação efetiva dos enfoques comportamentalistas, com predominância destes últimos.

Nessa perspectiva, observa-se em Brasil (2004, p.28) que as competências e habilidades são apresentadas como “(...) modalidades estruturais de inteligência. São esquemas mentais de que nos fala Piaget, constituindo antes um conjunto de potencialidades e possibilidades do que resultados ou desempenhos”.

Porém, argumentamos que nesse sentido é possível observar que os PCNEMs trazem a idéia de que os esquemas mentais devem ser traduzidos como uma operação, uma ação, uma habilidade, um comportamento a ser realizado e que as competências requerem a produção de habilidades, um “saber fazer” necessário ao exercício profissional.

Avaliamos que, portanto, nos documentos, tal categoria não tem um conteúdo em si direto, mas torna-se um dispositivo para regulamentar o conteúdo localizado em outros grupos de conhecimento especializado.

Lopes (2001) afirma que, assim, as competências agem, traduzindo determinado conteúdo em uma habilidade e por isso o controle da formação nas competências é freqüentemente exercido por meio de resultados obtidos – via indicadores de desempenho - e não por intermédio de conhecimentos e atributos culturais adquiridos na socialização profissional.

Tais indicadores de desempenho permitem a articulação dos sistemas de avaliação capazes de atuar no controle dos conteúdos ensinados. Dessa forma, ainda que as propostas curriculares afirmem ser importante que as escolas assumam currículos flexíveis, adequados às suas realidades, capazes de permitir a cada escola a constituição de sua própria identidade pedagógica, os processos de avaliação centralizados nos resultados cerceiam tal flexibilidade.

Para o Ensino Médio, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) vem atuando de forma significativa sobre as escolas oferecendo padrões de condutas a serem cumpridos com base no modelo de competências. A implantação desse modelo é sempre justificada com base nas mudanças no mundo do trabalho que exigem um novo indivíduo trabalhador.

Concordamos com Lopes (2001) quando enfatiza que, se por um lado, a rapidez com que as mudanças tecnológicas se processam e alteram nossa vida cotidiana impondo um padrão mais elevado para a escolaridade básica, e o projeto pedagógico da escola deve objetivar o desenvolvimento de competências com as quais os alunos possam assimilar as informações e utilizá-las em contextos adequados, interpretando códigos e linguagens e servindo-se dos conhecimentos adquiridos para tomada de decisões autônomas e socialmente relevantes.

Por outro lado, na medida em que o modelo de ensino por competências tem por base um “saber fazer” associado ao mundo produtivo e regulamenta um conhecimento especializado, ele tende a desconsiderar os indivíduos que têm competências adquiridas nas redes sociais cotidianas. Isto é, as habilidades e comportamentos vinculados a relações sociais e práticas culturais cotidianas são substituídas por competências técnicas derivadas dos saberes especializados.

Em concordância com Kuenzer (2003), argumentamos que a importância do trabalho teórico para o desenvolvimento de competências torna-se mais evidente quanto mais mediados por ciência e tecnologia sejam os processos sociais e produtivos, tomando o saber tácito um novo significado que precisa ser melhor pesquisado em função das mudanças ocorridas no mundo do trabalho. Mesmo assim, sua posse não é suficiente para produzir transformações na realidade.

Dessa ampliação, defendemos que a pedagogia das competências oscilará entre o reducionismo e a generalidade, porém com maior intensidade do que nas antigas tentativas, pois a escola é o lugar de aprender a interpretar o mundo para poder transformá-lo, a partir do domínio das categorias de método e de conteúdo que inspiram e que se transformam em práticas de emancipação humana em uma sociedade cada vez mais mediada pelo conhecimento.

Para Kuenzer (2003) o lugar de desenvolver competências, que por sua vez mobilizam conhecimentos, mas que com eles não se confundem, é a prática social e produtiva.

Nesse sentido, juntamente com Kuenzer (2003) defendemos que cabe às escolas desempenharem com qualidade seu papel na criação de situações de aprendizagem que permitam ao aluno desenvolver as capacidades cognitivas, afetivas e psicomotoras relativas ao trabalho intelectual, articulado, mas não reduzido ao mundo do trabalho e das relações sociais, contribuindo, assim, para o desenvolvimento de competências na prática social e produtiva.

Tomando Lopes (2001), reforçamos que nos PCNEM, a discussão sobre as relações entre conhecimento escolar, conhecimento cotidiano e saberes populares, dominante na perspectiva crítica do currículo, é substituída pela idéia de contextualização, de maneira que os contextos referem-se aos espaços de aplicação das competências. Dentre esses espaços, o da vida produtiva acaba por adquirir centralidade.

Se por um lado o currículo por competências tenta superar limitações do currículo por objetivos, introduzindo princípios mais humanistas, visando à

formação de comportamentos e operações de pensamento mais complexas, que atualmente se mostram mais adequados ao mundo do trabalho pós-fordista, por outro lado permanece no contexto do eficientismo social.

Essa discussão ocorre por discordarmos dos PCNEMs que tem por base o princípio de que educação deve-se adequar aos interesses do mundo produtivo e não contestar o modelo de sociedade na qual está inserida.

Consideramos ainda que o ensino de química ao se embasar no currículo de competências, com base em teorias comportamentalistas, e nas concepções de interdisciplinaridade e de contextualização trabalhadas acima, não proporcionou o abandono de uma tradição centrada na transmissão de conhecimentos científicos prontos e verdadeiros, conteudista, dogmático, abstrato e alheio à história, como coloca Lopes (2005).

### **2.2.1 – Interdisciplinaridade: como deveria ser ...**

De acordo com Santos Filho (1999), embora a interdisciplinaridade venha ganhando destaque no campo científico e educacional da atualidade, o interesse sobre ela não é novo. Para o autor, a interdisciplinaridade tem sido uma preocupação permanente na história do Ocidente, apresentando suas raízes na Grécia Antiga nas idéias de Platão e Aristóteles.

Ao longo da história, Santos Filho (1999) defende que, ora predomina a busca por um saber unitário, de visão global de universo, por intermédio de uma ciência unificadora, ora a tendência é a especialização do saber e a fragmentação e compartimentalização das disciplinas do conhecimento.

O autor afirma que, a partir da segunda metade do século XX o que se percebe é uma ampliação das discussões teóricas e um estímulo às práticas pedagógicas interdisciplinares.

Consultando textos publicados, observamos que existe uma diversidade de enfoques para tal categoria. Para Ivani Fazenda “a interdisciplinaridade caracteriza-se pela possibilidade de enriquecer e ultrapassar a integração dos

elementos do conhecimento, em um movimento ininterrupto, criando ou recriando pontos para discussão entre as diferentes disciplinas que perpassam todos os elementos do conhecimento, pressupondo integração entre eles”. (Costa, 2004, p.30).

Para Fazenda (Costa, 2004), o pensar e o agir se apóiam no princípio de que nenhuma fonte de conhecimento é, em si, completa e de que, pelo diálogo com outras formas de conhecimento, de maneira a se interpenetrarem, surgem novos desdobramentos na compreensão da realidade e sua representação.

Afirma Domingues (Costa 2004) que a abordagem interdisciplinar tem como característica a partilha de um mesmo objeto de estudo entre diferentes disciplinas, acompanhada de um esforço de unificação. Porém tal esforço de aproximação resguarda as fronteiras que permanecem intocadas ao fim da aproximação.

Freitas (Costa, 2004, p.31) afirma que “a interdisciplinaridade é entendida como a interpenetração de método e conteúdo entre disciplinas que se dispõem a trabalhar conjuntamente um determinado objeto de estudo, que diferente da multidisciplinaridade, onde os profissionais são justapostos, cada um fazendo o que sabe sem interação em nível de método nem conteúdo.”

O autor finaliza que a interdisciplinaridade diz respeito ao uso das categorias e leis do materialismo dialético, no campo da ciência, não podendo ser separada do conjunto da teoria do conhecimento marxista.

Assim, procurando entender porque a interdisciplinaridade se faz necessária no contexto atual, verificamos o a literatura aborda. Para Gallo (2000), no início do século XX dividir o mundo em fragmentos cada vez menores seria facilitar o desenvolvimento de tecnologias que possibilitem seu domínio:

Com o desenvolvimento da ciência moderna, torna-se cada vez mais difícil (e virtualmente impossível) que alguém possa dedicar-se a todos os campos do saber, visando uma compreensão total do real, dada a quantidade e complexidade de saberes que vão sendo produzidos. Emerge então a especialização. A ciência moderna se autonomiza e se especializa em torno de seu objeto. Ele é foco central do qual depende sua identidade.(Gallo, 2000, p.166).

Segundo Santos Filho (1999), entre 1870 e 1914 passou a ser dominante a visão de que as disciplinas acadêmicas especializadas forneciam a base apropriada para o conhecimento científico e para a educação dos indivíduos.

Apesar da especialização em todas as áreas do conhecimento ser reconhecida como progresso, a disciplinarização passou a receber fortes críticas. A crescente separação das disciplinas científicas e a proliferação do conhecimento especializado/ particularizado levaram à despreocupação com questões gerais vinculadas à significação global das pesquisas.

A limitação aos problemas específicos de cada disciplina tornava cada vez mais difícil a compreensão do todo. Para Gallo isso significa que "... cada vez mais o cientista volta-se para seu próprio objeto, tornando-o autônomo, sem se preocupar com o que está a sua volta." (Gallo 2000, p.166)

Em resposta aos efeitos da especialização do saber ou análise unidimensional, que reduzem a vida humana a saberes estanques e incomunicáveis, são incentivadas as abordagens interdisciplinares tanto no campo científico como no pedagógico. Assim, a defesa de um projeto interdisciplinar de trabalho tem sido o resultado das diversas críticas à divisão/compartimentalização do saber.

Consideramos que os PCNEMs ao proporem os temas transversais como opção metodológica pretendem trazer um caráter inovador na medida em que consideram estes componentes para a interdisciplinaridade. Porém, concordamos com Gallo (2000, p.173), quando ele afirma que "esses temas nada mais são do que uma forma de tentar viabilizar a interdisciplinaridade, introduzindo assuntos que devem ser tratados pelas diversas disciplinas" e que para isso o currículo passa a ser organizado em áreas disciplinares e temas transversais.

Ainda nesse sentido, consideramos importante lembrar que embora haja essa preocupação, os PCNEMs continuam a considerar as disciplinas de forma naturalizada.

E por entendermos que o questionamento dos processos de organização dos conhecimentos escolares deve levar em consideração aspectos que vão além da disciplinarização, defendemos que os conhecimentos escolares não têm por

base apenas conhecimentos científicos e sua lógica, mas estão engendrados por interesses constituídos socialmente.

Sem desconsiderar as críticas que os documentos oficiais têm recebido, é preciso reconhecer que as necessidades de desenvolvimento social e econômico são muito concretas e que a formação dos jovens para enfrentar a nova realidade impõe-se como um desafio muito objetivo, sempre guardada a compreensão de que tal formação deve ser muito mais ampla e profunda do que aquela demandada pela produção.

Outra questão que apontamos, tomando Kuenzer (2000), é que os PCNEMs, ao considerar que todos os conteúdos são formação para o trabalho, entende-se que acaba justificando um currículo academicista e livresco, genérico sem ser geral, de baixo custo e longe de atender às exigências do mundo contemporâneo.

Defendemos que o fato da escola não poder desconhecer as exigências da produção, não significa que se deva submeter passivamente à racionalidade econômica vigente. Ao contrário, a par da inevitável instrumentação dos jovens, a fim de sobreviverem no mundo real, torna-se fundamental que a escola ensine a “leitura de mundo”, aqui entendida como a compreensão histórica das relações estruturantes do mundo econômico e social, de forma que a sociedade seja percebida como passível de ser transformada.

No entanto, como aponta Kuenzer (2000), deve-se considerar que a ninguém ocorreria afirmar que o conhecimento relativo à química, à biologia, à língua portuguesa, ou mesmo estrangeira, não seja educação para o trabalho. Isso porque, para o estágio de desenvolvimento da sociedade capitalista, o conhecimento prático e o bom senso apenas, embora importantes, não dão conta de enfrentar os desafios postos por um modelo de desenvolvimento que, cada vez mais, usa a ciência como força produtiva, e que ao mesmo tempo melhora e compromete a qualidade de vida, individual e coletiva.

Dessa maneira, concluímos que nos parâmetros a educação contextualizada deve ser vinculada ao mundo produtivo e formar para a inserção social eficiente nesse mundo, sem questionamento do projeto de construção desse mesmo mundo.

### **2.2.2 – Contextualização: como deveria ser ...**

Em consonância com Lopes (2002), assinalamos que as DCNEMs afirmam de forma explícita que a categoria contextualização se fundamenta em David Stein e sua idéia de aprendizagem contextualizada, com base na vivência de situações do dia-a-dia, segundo os interesses dos alunos, e no desenvolvimento de atividades desvinculadas da pura transmissão de conceitos.

Analisamos que, a partir dessa concepção, situar uma aprendizagem significa colocar o pensamento e a ação em um lugar específico de significado, implica em envolver os aprendizes, o ambiente e as atividades para produzir significado. Ou seja, todo o conhecimento é construído de forma situada, em determinado contexto, de maneira a ser transferido para situações similares.

De outra maneira, afirmam-se também nos PCNEMs que essa categoria é originária de programas de preparação profissional e que, para Lopes(2002), fundamenta projetos de ensino e de aprendizagem contextual (Contextual Teaching and Learning – CTL), desenvolvida nos EUA desde os anos 90.

Argumentamos, a partir de Lopes (2002), que nesses documentos se recupera a idéia de progressivismo de Dewey e Bruner e que não se afasta da formação das habilidades na tradição dos efficientistas, associando a aprendizagem contextual ao atendimento às demandas da nova economia.

Nessa perspectiva, discordamos desses autores quando, assim como nos parâmetros, enfatizam a resolução de problemas e o currículo integrado, na modalidade interdisciplinar, e vêem o construtivismo como forma de superar o modelo comportamentalista influente em uma formação profissional que não mais se adapta aos novos modelos de trabalho.

Defendemos que há um discurso nos PCNEMs pretendendo trabalhar a contextualização voltada em retirar o aluno da condição de espectador passivo, em produzir uma aprendizagem significativa e em desenvolver o conhecimento espontâneo em direção ao conhecimento abstrato.

Para isso, são constantes as referências a Vigotsky e a Piaget, no sentido de associar a contextualização a valorização dos saberes prévios dos alunos e, nesse caso, contextualizar é, sobretudo, não entender o aluno como uma tabula rasa.

Percebemos que, numa perspectiva de avanço, a idéia de contextualização também aparece associada à valorização do cotidiano, porém de forma mais branda, isto é, os saberes escolares devem ter uma relação intrínseca com questões concretas da vida dos alunos. E o que se observa é a de um sentido mais político ao conceito de cotidiano.

Porém, nesse caso, o entendimento dessa categoria não é restrito como em algumas perspectivas construtivista que analisam os saberes prévios dissociados de uma interpretação mais ampla do conhecimento escolar. Lopes (2002) destaca que, dessa forma há uma aproximação da perspectiva crítica de currículo, pois focaliza que a contextualização deve estar associada ao processo produtivo do conhecimento escolar, por meio da transposição didática e a percepção de que esse conhecimento não deve ter por referência apenas o conhecimento científico.

Defendemos que essa manifestação fundamenta-se na concepção de que a disciplina escolar é uma produção intrínseca da escola. Mas que por outro lado, tais concepções de ensino contextualizado, relacionadas com a valorização dos saberes prévios dos alunos e dos saberes cotidianos, relacionadas com o caráter produtivo do conhecimento escolar contribuem para legitimar os PCNEMs junto à comunidade escolar.

Com isso afirmamos que tais concepções estão imbricadas com os princípios do eficientismo social, pois os saberes prévios e cotidianos são incluídos em uma noção de contexto mais limitada em relação ao âmbito da cultura mais ampla. Isto porque contexto restringe-se ao espaço de resolução de problemas por intermédio da mobilização das competências.

Lopes (2002) declara que a tal concepção aproxima-se de Gagné e sua afirmação de que não basta aquisição do conhecimento, sendo mais importante o uso e a generalização do conhecimento em situações novas, isto é, a transferência de conhecimento.

Também essa concepção, reforça a autora, incorpora princípios de Mager, quando defende a resolução de problemas como um tipo de desempenho a ser formado.

Assim, consideramos que a aprendizagem contextualizada nos PCNEMs visa que o aluno aprenda a mobilizar competências para solucionar problemas em contextos apropriados, de modo a ser capaz de transferir essa capacidade de resolução de problemas para contextos do mundo social e, especialmente, do mundo produtivo.

Nessa medida, concluímos que a educação passa a ser entendida como uma atividade capaz de produzir mudança no desempenho, e com tal deve se desenvolver em um contexto situado. Mais explicitamente, a contextualização situa-se na perspectiva de formação de desempenho que serão avaliadas nos exames centralizados e nos processos de trabalho.

Com isso, nos parece que cabe identificar a que serve a proposição de formar o aluno capacitado a resolver problemas em determinados contextos específicos de uma sociedade tecnológica. Nos parâmetros, “educar para a vida” é uma afirmativa consagrada no campo educacional relacionada em seu contexto de produção a uma variedade de concepções progressivistas refocalizada a partir da categoria contextualização que nos PCNEMs se associa aos princípios eficientistas.

Nessa perspectiva, portanto, defendemos que a vida assume uma dimensão especialmente produtiva do ponto de vista econômico, em detrimento de sua dimensão cultural mais ampla. Podemos citar como exemplo o fato de tal concepção não tomar o trabalho tal como ele se manifesta histórica e concretamente no capitalismo, ou seja, diretamente produtivo, gerador de renda e, portanto, absolutamente necessário para assegurar condições dignas de vida e de cidadania.

Trabalho que, compreendido nessa dimensão, cada vez mais se apresenta como espaços para poucos, em função do modo de produção( taylorismo/fordismo para o toyotismo) que passa a exigir do trabalhador com formação (e desempenho) de níveis mais elevados e portanto um modelo de desenvolvimento estruturalmente excludente.

Após uma maior elucidação dessas categorias, avaliamos ser possível fazer a associação entre os conteúdos escolares de química e os conteúdos do movimento CTS, pois tais explicações apontam na direção de uma proposta mais crítica e reflexiva, e, portanto, é uma alternativa para se educar para a vida que se pretende transformadora.

A partir disso, podemos tentar responder como se ensina, ou ainda, que conteúdos de química podem ser considerados relevantes para a compreensão da realidade na qual os alunos estão inseridos.

Entendemos que fazer educação por intermédio da química significa, portanto, um continuado esforço em colocar a química a serviço do mundo da vida, na interdisciplinaridade, na contextualização, pois os conteúdos escolares de química só assumem significado e se tornam relevantes à medida que se estruturam e se inserem na realidade da escola.

Consideramos que quando se pensa em o que e como ensinar é preciso selecionar e definir saberes que serão construídos e transmitidos oportunizando à emancipação. Por isso afirmamos que discursos que defendam a manutenção de conteúdos descritivos, negando a necessidade de um maior envolvimento com uma cultura mais ampla, continuam fragmentando o conhecimento de ciências em geral, nela incluída a química.

Tais concepções garantem um ensino a-político, abstrato, dogmático de maneira que os alunos não conseguem perceber que a ciência que eles consomem e que responde as suas necessidades e lhes dá satisfações é a mesma que pretendemos ensinar.

Em meio às novas demandas da organização social do trabalho e aos impactos das novas tecnologias na sociedade, vivemos momentos de aligeiramento, das tecnologias, das necessidades, das relações sociais e, conseqüentemente, a escola acaba por acatar essa determinação, que se estende, evidentemente, até a apropriação dos conteúdos escolares.

Tal condição impõe uma situação contraditória: quanto mais podemos considerar a ciência dividida em aplicada e aquela que ainda não foi aplicada, com intervalos cada vez menores entre esta que se transforma em algo que

rapidamente pode se tornar obsoleto há um menor interesse pelo aprendizado, e pelo ensino, de ciências.

Concluimos que um currículo destinado á formação integral, que busca formar um cidadão pleno capaz de compreender as rápidas transformações do mundo moderno, deve oportunizar que compreender não significa aceitá-las como tal. Ao contrário, exige-se a formação de pensamento crítico, o que está em desacordo com o princípio de consumir sem refletir.

### **2.3 - O papel Social da Química**

Partindo do pressuposto de que a formação oferecida pelos conteúdos escolares de química pode contribuir na formação de um indivíduo crítico, defendemos que isso só seja possível se oferecermos a ele aprofundamento das informações e correlações desse campo do conhecimento que foi e é historicamente construído, buscando ampliar a visão do mundo dos que vivem do trabalho. Ou seja, a formação desta criticidade está na possibilidade da experiência vivida, no movimento dos indivíduos na sociedade.

Apropriar-se dessas informações e correlações apenas, não faz sentido para esses indivíduos. Temos claro que é necessário apresentar uma relação entre sua realidade e como esse conhecimento está na sociedade e foi elaborado, descrevendo todas as nuances que estão presentes na construção desse conhecimento.

Ponderamos que a racionalidade presente no pensar científico é uma postura ao se olhar para o mundo e, ao limitar a visão de mundo apenas por meio da ótica da racionalidade, perdem-se outras dimensões que constituem o universo humano e que definem sua cultura, sua construção e reconstrução do mundo.

Portanto, consideramos que a busca de um ensino de Química que contribua para a realização e emancipação do homem por meio do trabalho e da cidadania, a partir do Ensino Médio envolve dois objetivos. O primeiro

envolve o fornecimento de informações básicas para o indivíduo compreender e assim participar ativamente dos problemas relacionados à comunidade em que está inserido.

O segundo diz respeito ao desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão para que possa participar da sociedade, na medida em que busca transformar a realidade, a partir dos conhecimentos adquiridos de modo sistematizado e de informações fornecidas, dentro de um comprometimento social.

Nessa perspectiva, acreditamos que a percepção das categorias acima descritas associadas ao enfoque CTS possam contribuir de maneira significativa para uma educação que permita ao aluno se perceber na sociedade em que está inserido e transformá-la.

Nessa perspectiva, Chassot (1995a) reitera que não concebe um conhecimento químico neutro e que tal conhecimento deve ter base na realidade, o que não significa o reducionismo apresentado pela visão utilitarista da química quando ela é associada ao cotidiano, que por sinal virou moda nos livros didáticos da década de 90.

Concordamos com o autor, quando ele destaca que o papel social da química deve ocorrer por meio de uma contextualização social, política, filosófica, histórica econômica e religiosa, e, portanto:

(...) Postula-se um currículo destinado à formação integral da cidadã ou cidadão, e isto ficou caracterizado, pelo menos legalmente, quando os cursos científico e clássico foram transformados em um curso colegial (Lei 5.692/71), onde não teríamos mais técnicos sem a formação humanística, nem letrados sem qualquer embasamento científico, e sim o cidadão pleno capaz de compreender as rápidas transformações do mundo moderno (...). Parece que o discurso usado pelos professores de química, se comparado com os da maioria dos professores de outras disciplinas, mostra-se muito mais adequado para verificação de sua ação reguladora do processo de reprodução (...). Diz que a química junto com a música e a matemática são três linguagens universais (...). Mas essa

universalidade tem caráter hermético, que usa códigos que mesmo decodificados continuam herméticos para os não iniciados. (Chassot,1995a,p.139-140),

Consideramos ainda que o processo de transmissão do conhecimento químico atual favoreça a dominação e contribua para a manutenção social dos sujeitos, não contribui para a formação integral, impossibilita formar o cidadão capaz de compreender as rápidas transformações do mundo moderno, com pensamento crítico, mas favorece a formação do indivíduo que consome sem refletir, situação cada vez mais presente na sociedade contemporânea.

Sem querer sermos reducionistas ou vazios daquilo que é essência do conhecimento químico, a partir de Chassot (1995b, p.156), apresentamos um roteiro de conteúdos, que pode ser desenvolvido ao longo do Ensino Médio, com o intuito de privilegiar a postura discutida acima e que são apresentadas no **Quadro F**.

**Quadro F:** Conteúdos para o ensino médio sugeridos por Chassot (1995)

Conteúdos	Detalhamento
1 – Atmosfera	Evidenciar nossa dependência da atmosfera; os gases e a atmosfera; propriedades dos gases; a atmosfera como fornecedora de produtos; os gases raros; a poluição do ar; os odores; os perfumes.
2 – Água	Evidenciar nossa dependência da água; fontes de água; a água potável e a água de irrigação; água industrial; água de piscinas; propriedades da água; forças intermoleculares; solubilidade; soluções; surfactantes; sabões e detergentes; a química da água; equilíbrio químico; o pH; ácidos e bases.
3 – Energia	Discutir as diferentes formas de energia; combustíveis fósseis; a combustão; o flogisto; as idéias lavoiserianas de respiração; química dos motores de automóveis; química nuclear: fissão e fusão atômica; combustíveis

	alternativos; alimentos como combustíveis; calor de reação; velocidade de reação; a energia na indústria; os balanços energéticos.
4 – Metais	Explicitar a importância dos metais no desenvolvimento da humanidade, crosta terrestre; propriedades dos metais; reações dos metais mais comuns; eletroquímica; pilhas e eletrólise; reatividade; corrosão; fontes de metais; estrutura elementar; compostos iônicos e covalentes; sistema periódico.
5 – Compostos carbônicos	Elucidar a química do átomo de carbono; os hidrocarbonetos; petróleo e carvão; as indústrias petroquímicas e carboquímica; grupos funcionais; macromoléculas.
6 – Materiais de construção e proteção	Discutir as sínteses; produtos naturais e as necessidades de produtos sintéticos; couros e borrachas; plásticos e tecidos; tintas e corantes; óleos e graxas; cosméticos.
7 – Química bromatológica	Discutir alimentos e conservantes; a salga; putrefação; açúcar e edulcorantes; fermentações; bebidas alcoólicas; vinagre; vitaminas e hormônios; drogas
8 – Tópicos de química aplicada	Trabalhar fertilizantes; explosivos; corantes; fotografia; química forense; vidro; cristais líquidos; fósforo; condutores e isolantes.

Fonte: Chassot, A.I., Para que(m) é útil o ensino de Química? Alternativas para um ensino (de química) mais crítico. Canoas: Ed. Da Ulbra, 1995b,p.156.

O autor sugere, ainda, que tais conteúdos podem ser pensados partindo-se da realidade dos alunos, escolhendo temas que são do interesse da comunidade na qual a escola está inserida.

Nesse aspecto, sugere que o tópico 1, possa ser desenvolvido a partir de seminários sobre a camada de ozônio; no tópico 2, pela discussão da chuva ácida; no tópico 3, desenvolver durante as aulas a investigação sobre o

funcionamento de um motor de automóvel; no tópico 4, discutir a necessidade da presença do lítio no organismo humanos, ou ainda buscar entender o processo da corrosão, por meio de ensaios de laboratório.

Os tópicos 5, 6 e 7 buscam apresentar uma visão mais diferenciada e ampliada do que usualmente se ensina em Química Orgânica e que cabem também em disciplina de Química Geral. O autor descreve a importância desses conteúdos serem trabalhados na forma de seminários, no sentido de ultrapassar o excesso de formulismo inútil, usualmente ensinado em Química orgânica.

Defendemos que tal proposta se identifica em alguns aspectos com os pressupostos que estruturam o movimento CTS, na medida em que evidencia a relevância do conhecimento químico como instrumento de participação, de forma crítica e ativa, nas tomadas de decisões, permitindo o exercício de uma cidadania plena.

Santos e Schnetzler (1997) apontam como principais elementos curriculares para a proposta CTS a formação da cidadania, o conteúdo e os procedimentos de ensino. Para os autores esse movimento assinala que preparar para a cidadania é preparar o indivíduo para que ele compreenda e faça uso das informações químicas básicas para a sua participação efetiva na sociedade tecnológica em que vive.

Para tal, defendemos que o conteúdo programático deve se desenvolver a partir das proposições gerais segundo o **Quadro G**.

**Quadro G** : Considerações Gerais para o Conteúdo Programático de química para ensino médio.

Proposições
Inclusão de temas sociais
Ensino da linguagem simplificada
Ensino de cálculos químicos sem tratamento algébrico excessivo
Ênfase à concepção de ciência como processo sócio-histórico como processo em construção

Estabelecimento de um núcleo conceitual mínimo de tópicos químicos fundamentais
Abordagem de aspectos microscópicos do conteúdo químico, por meio de modelos simples.
Abordagem de aspectos macroscópicos ao conteúdo químico
Ênfase à concepção do que seja a química e seu papel social.
Não-padronização de conteúdos programáticos
Realização de experimentos químicos simples.

Fonte: Santos e Schnetzler, Educação em química: compromisso com a cidadania, 1997, p.102.

Consideramos que o conteúdo deve ser estruturado a partir de dois componentes essenciais: a informação química e aspectos sociais que, pela adoção de temas sociais, são abordados de maneira integrada, contribuindo para uma leitura das relações sociais vigentes.

Observamos que tais conteúdos visam financiar as inter-relações e interdependências entre ciência e sociedade, tecnologia e sociedade e ciência e tecnologia, para que o aluno compreenda os efeitos da tecnologia na sociedade, a influência da sociedade no desenvolvimento científico, o impacto da ciência no desenvolvimento tecnológico e o impacto da tecnologia em novas descobertas científicas.

Enfatizamos que ao se trabalhar a influência da sociedade no desenvolvimento científico, além do foco na evolução científica em determinado momento histórico, deve ser elucidado as relações sociais pertinentes. Também deve haver a preocupação em conceituar técnica e tecnologia, explicitar, no campo das relações sociais, os efeitos da tecnologia na sociedade.

A informação dos conceitos químicos deve, minimamente, conferir a compreensão dos produtos e processos tecnológicos usados pela sociedade contemporânea e dessa forma, afirmam os autores, o cidadão pode mudar a realidade em que está inserido.

Em consonância com Santos e Schnetzler (1997) acreditamos que os conteúdos químicos fundamentais (**Quadro H**) para formar o cidadão giram em torno do estudo das substâncias, de suas propriedades, da sua constituição e transformações químicas, demonstrando que o essencial para o cidadão é “adquirir uma visão básica sobre o que vem a ser a química e compreender os principais aspectos relativos ao seu objeto básico de estudo – os materiais e suas transformações”.(Santos e Schnetzler, 1997, p.110).

**Quadro H:** Conteúdos mínimos de química para ensino médio

Conteúdos
Propriedades das substâncias e dos materiais.
Constituição da matéria.
Transformações químicas.
Aspectos cinéticos das transformações químicas.
Aspectos energéticos das transformações químicas.
Química do carbono.
Aspectos quantitativos das transformações químicas.
Aspecto dinâmico das transformações químicas.
Soluções.
Ligações químicas.
Funções químicas inorgânicas.
Energia nuclear e radioatividade.
Classificação periódica dos elementos.
Estudo dos gases.

Fonte: Santos e Schnetzler, Educação em química: compromisso com a cidadania, 1997, p.110.

Defendemos que os temas sociais contextualizam o conteúdo e permitem o desenvolvimento de habilidades básicas do cidadão (**Quadro I**). Dessa maneira, “(...) o aluno aprenderia a ler e interpretar instruções de embalagens sobre utilização e conservação de produtos químicos; compreender cálculos

relacionados à concentração dos ingredientes ativos, (...) o aluno estudaria todas as possíveis conseqüências dos processos tecnológicos que estão presentes em sua vida.” (Santos e Schnetzler,1997, p.99).

**Quadro I:** Alguns temas químicos sociais mais enfocados.

Proposições
Química ambiental
Metais, metalurgia e galvanoplastia
Química dos materiais sintéticos
Recursos energéticos
Energia nuclear
Medicamentos
Química na agricultura
Água
Processos industriais
Petróleo e petroquímica

Fonte:Santos e Schnetzler, Educação em química: compromisso com a cidadania, 1997, p.104).

Dessa forma, consideramos que o ensino de conteúdos escolares de química, portanto, pautado no movimento CTS, propõe que a química para o cidadão engloba não só conceitos químicos, pois não é um fim em si mesmo, mas os “conceitos são explorados para permitir que o nosso aluno seja participativo e desenvolva a capacidade de tomada de decisão.”(Santos e Schnetzler,1997, p.113).

Nosso esforço, portanto, é destinado a contribuir para reformas na sociedade por meio de reformas educacionais esclarecidas não reconciliadas com o ponto de vista do capital, procurando romper com essa lógica que se impõe com imperativos estruturais do seu sistema como um todo viabilizando ser o regulador historicamente dominante do modo de reprodução social metabólico bem estabelecido e universal.

Portanto, propostas reconciliadoras nos parecem permitir que os parâmetros estruturais fundamentais do capital permaneçam incontestáveis, mesmo diante de situações contraditórias ou não, inviabilizando uma transformação social qualitativa e uma alternativa educacional significativamente diferente.

Apenas uma concepção de ensino dos conteúdos de química mais ampla poderá insistir no objetivo de uma mudança verdadeiramente radical, no sentido de ir à raiz, proporcionando alavancas que rompam com a lógica mistificadora do capital. Essa maneira de abordar tal assunto é tanto a esperança como garantia de êxito possível.

Uma espécie de aproximação entre as tendências nos parece elitista mesmo quando se pretende democrática, porque limita o ensino dos conteúdos escolares de química como uma atividade intelectual da maneira mais estrita possível, como a única forma certa e adequada de preservar os padrões civilizados daqueles destinados a educar e governar.

Simultaneamente exclui a esmagadora maioria da humanidade do âmbito da ação dos sujeitos, e condena-os para sempre a serem apenas influenciados como objetos, em nome da presumida superioridade da elite tecnocrática, empresarial ou o que quer que seja.

Em função do que foi discutido acima, defendemos que os documentos oficiais não ampliam as discussões sobre o ambiente em que é gerado o conhecimento científico e tecnológico, isto é, não deixa claro é o contexto engendrado pelas relações sociais, econômicas e políticas que determinam o desenvolvimento desses campos, se aproximando do determinismo científico.

Nessa linha, a crítica também se confirma porque percebemos que os textos oficiais são deslocados das questões que levaram à sua produção, e que, em função dessas, estão focados em novas finalidades educacionais, utilizando para isso, processos simbólicos desterritorializados, de modo que as relações de poder não podem ser analisadas.

Portanto, defendemos que compreender os documentos oficiais implica em conceber ambivalências como obrigatórias, identificar categorias participantes e suas trajetórias e, ainda, investigar novas finalidades educacionais.

Sem querer ser reducionista como os documento oficiais, mas de maneira objetiva, podemos concluir que o currículo de competências se foca na formação do trabalhador flexível em função das demandas da acumulação flexível que utiliza novos procedimentos de gerenciamento. As palavras de ordem são qualidade e competitividade e que para atingir tais objetivos, esse novo trabalhador precisa aprender, a saber, saber fazer, saber ser, saber conviver e saber agir.

Em nossa análise, esse currículo reforça, então, a tese da polarização das competências, em que níveis mais elevados na hierarquia do trabalho demandam maior apropriação de conhecimentos científicos e tecnológicos e que nas unidades produtivas predomine a organização taylorista/fordista com conhecimentos específicos e operacionais.

Quanto à interdisciplinaridade, observamos que nos documentos oficiais aparece como um meio de trabalhar com temas articulando saberes. Porém, cada disciplina determina os conteúdos e metodologias, ou seja, os documentos defendem a manutenção da disciplinarização e, além disso, ela é percebida como uma estratégia para o trabalho entre diferentes disciplinas.

No entanto, defendemos que a interdisciplinaridade deva contribuir para a superação da mera justaposição de disciplinas, evitando, claro, a diluição das mesmas em generalidades, e que para isso deva existir um eixo realmente integrador.

Portanto, a interdisciplinaridade deve ser trabalhada com base na explicitação e compreensão de um fenômeno em suas múltiplas determinações para que seja possível uma intervenção, isto é, deve ser percebida por meio de processos que permitem ir além da descrição da realidade, possibilitando inferências e previsões.

Para os documentos oficiais, a contextualização implica em aprender continuamente, desenvolver adaptabilidade e flexibilidade para a inserção no mundo do trabalho.

A crítica que se faz diz respeito ao sentido de conhecimento, isto é, que este envolve a relação entre sujeito e objeto e não pode ser reproduzido nas situações nas quais ocorre sua produção, ou seja, necessita de transposição didática, na perspectiva da dialética.

A contextualização envolve aproximar a realidade mediata e imediata dos alunos, permitindo a compreensão dos fundamentos científicos tecnológicos e dos componentes sócio-históricos dos processos produtivos. Portanto possibilita relacionar o contexto macro e micro da sociedade na qual o aluno se insere.

Ressaltamos que as críticas às categorias da forma como são trabalhadas nos documentos oficiais têm como base o enfoque CTS e que, a partir delas, se pode pensar em conteúdos menos dominadores e que acabam por negar a neutralidade desses conteúdos.

Nesse caminho, também cai por terra a redução da cotidianidade e utilitarismo dos conteúdos escolares de química, pois tais conteúdos passam a ser tratados a partir das múltiplas determinações que estruturam esse conhecimento.

## **Conclusão do Capítulo 2**

Buscamos evidenciar que o ensino de química, ao longo da história, vem mantendo a linha da dominação, trazendo, ao mesmo tempo, avanços para o alargamento do conhecimento químico no âmbito das diferentes estruturas sociais.

Entendemos que perceber tal desdobramento implica procurar alternativas curriculares que se propõem a superar o tratamento dos conteúdos dados numa perspectiva dogmática, a-histórica e fragmentada.

Pretendemos elucidar as categorias contextualização e interdisciplinaridade mediante análise de autores que fazem a discussão analisando as múltiplas determinações que constituem os documentos oficiais. O aprofundamento dessas análises contribuiu de maneira efetiva para a percepção da real necessidade de alternativas para o ensino dos conteúdos de química e, ai sim, torná-los inovadores.

O que investigamos, acima de tudo é uma inovação que torne tais conteúdos mais significativos em todos os âmbitos da sociedade, ou seja, que os alunos se tornem sujeitos de suas ações e, de maneira inequívoca, contribuam para qualificar o ensino dos conteúdos escolares de química e, dessa maneira, contribuir para a formação de um indivíduo capaz de refletir sobre a sociedade em que vive, e tentando superar o ideário de que os conteúdos escolares de química são para os químicos.

Consideramos que o entendimento das categorias acima por meio das análises traçadas tende a estreitar os laços com o enfoque CTS na medida em observamos a relevância em aproximar o aluno da interação com a ciência, a tecnologia e a sociedade, considerando suas relações recíprocas e oportunizando ao educando uma concepção mais ampla e humanista do contexto científico-tecnológico.

Pretendemos também inserir o aluno no mundo do trabalho, porém, perceber como a nova organização social do trabalho se descreve atualmente é fundamental para aqueles que vivem do trabalho, assim como para aqueles pretendem ampliar e aprofundar a discussão de uma real inovação sob o ponto de vista do ensino dos conteúdos escolares de química.

Ao descrever o papel social da química, buscou-se, por intermédio das categorias interdisciplinaridade e contextualização, aproximar as concepções das categorias com o enfoque CTS dentro da abordagem química para os conteúdos, apontando possíveis direções de desenvolvimento para o trabalho em sala de aula.

### 3 - Conclusão

A ciência e a tecnologia têm transformado numerosos espaços da sociedade contemporânea. São inegáveis os benefícios que tal transformação tem proporcionado; porém, também são numerosos os riscos que têm surgido diante de tamanho desenvolvimento.

Tal contradição faz com que a ciência e a tecnologia sejam vistas com uma atitude mais crítica, já que nem sempre são os mesmos impactos nos mesmos países.

Defendemos, portanto, que é preciso desenvolver condições de avaliar se os impactos que uma nova tecnologia trará serão benéficos ou maléficos para a sociedade. Ou seja, não podemos diagnosticar apenas benefícios à ciência e a tecnologia, por meio de seus produtos, deixando de lado as questões sociais, éticas, políticas e econômicas.

Acreditamos que nem tudo que se pode fazer (tecnicamente), se deve fazer (moralmente). Isso impõe uma reflexão crítica sobre a ciência e a tecnologia sob o ponto de vista da finalidade e o interesse social, político, militar e econômico.

Tais olhares não são objetos da ciência, não corresponde a nenhuma ciência em especial, mas a todos os conhecimentos cabe uma reflexão ético-filosófica acerca do próprio conhecimento.

A avaliação da ciência e da tecnologia surge como necessidade diante dos impactos que ela vem provocando, cujos riscos têm sido valorizados à luz dos interesses da sociedade e de seus membros. Na maior parte dos casos, a evolução desses impactos refere-se a riscos ecológicos, já que as análises que vêm sendo realizadas assumem a consideração do desenvolvimento tecnológico como susceptível de produzir também conseqüências negativas além das positivas.

Porém, esse trabalho investiga, sem pretender esgotar a discussão, os impactos que a ciência e a tecnologia vêm promovendo na educação básica

dos conteúdos escolares de química e, conseqüentemente, na função social desse grau de ensino.

Na expectativa de tentar superar o ensino conteudista de Química no Ensino Médio e também não priorizar a preparação para o ensino superior e profissionalizante, a partir da proposta educacional vigente, que afinada com a sociedade contemporânea e com a nova organização social do trabalho, exige um cidadão que saiba mais do que ler, escrever e contar defendemos que o enfoque CTS propõe para o aluno acompanhar o desenvolvimento da sociedade em seus vários setores.

Isso porque nos parece que tal perspectiva permite o desenvolvimento de saberes relacionados à estética da sensibilidade, a criatividade e o trabalho autônomo, a política da igualdade, que busca a solidariedade e respeita a diversidade como base para a cidadania, a ética da identidade que provoca autonomia no educando.

Para nós esses são componentes que contribuem para a autoformação do aluno e que também o estimulam a assumir sua condição humana.

Assumimos que tais saberes são também necessários para que o educando possa viver numa sociedade moderna e tecnológica como a nossa e, como se referem os PCNEMs de 2005, na parte III, possam formar um trabalhador de novo tipo, para todos os setores da economia, com capacidades intelectuais que lhe permita adaptar-se à produção flexível, merecendo como destaque: a capacidade de comunicar-se de maneira adequada, por meio do domínio dos códigos e linguagens congregando, além da língua portuguesa, a língua estrangeira e novas configurações trazidas pela semiótica.

Avaliamos que a necessidade de aprofundar a discussão sobre interdisciplinaridade e contexto advêm do fato de que, tais componentes necessitam ser percebidas como finalidades de ensino, e vistas por esse ângulo, permitir ao educando por em prática conhecimentos frente a uma determinada situação.

Acreditamos que tais componentes devem descaracterizar o uso mecânico de regras, e enfatizar a capacidade do indivíduo buscar os mais variados

recursos, de forma criativa e inovadora, no momento em que se defronta com uma situação-problema. Ou seja, o sujeito necessita agir de forma crítica e reflexiva para resolver o problema.

Os conteúdos escolares de Química devem, portanto, preparar o aluno para efetivar sua participação enquanto componente de uma comunidade, buscando informações diretamente vinculadas aos problemas sociais que afetam o cidadão e seu meio, exigindo posicionamento quanto ao encaminhamento de soluções e, dessa maneira, contribuindo para a formação de um indivíduo capaz de refletir sobre a sociedade em que vive.

Diante das questões anteriormente analisadas defendemos que as categorias interdisciplinaridade e contextualização podem ser meio para o ensino através da química no Ensino Médio, possibilitando uma compreensão dentro de uma perspectiva mais integradora da a ciência e da tecnologia com todas as dimensões da sociedade.

#### 4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo, J.A. Cambiando la práctica docente em la enseñanza de lãs ciências a través de CTS. Revista Borrador, n.13, p.26-30,1996a. Disponível:<<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo2.htm> > Acessado em 24 de junho de 2007.

Acevedo, J.A. Ciência, tecnologia y Sociedad (CTS). Un enfoque innovador para la enseñanza de lãs ciências. Revista de Educacion de la Universidad de Granada, n.10, p.269-275, 1997a.

Acevedo, J.A. Como puede contribuir la Historia de la Técnica y la Tecnologia a la educación CTS. , 1996b. Disponível em:< <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo7.htm> > Acessado em 15 de junho de 2007.

Acevedo, J.A. La tecnologia em lãs relaciones CTS. Uma aproximación al tema. Enseñanza de las Ciências, v 14,n.1, p.35-44,1997b.

Acevedo, J.A. Modelos de ralaciones entre ciência y tecnologia: um análisis social e histórico.Revista Eureka sobre Enseñaza y Divulgación de la Ciências, v.3,n.2, p.450-454,2001Disponível em:< <http://www.apac-eureka.org/revista/Larevista.htm>.> Acesso em 12 de junho de 2007.

Acevedo, J.A.D, Alonso, A.V. Manassero,M.A. El movimiento Ciência-Tecnologia-Sociedad y la Enseñanza de las Ciências., 2002. Disponível: <<http://www.oei.es/salactsi/acevedo13.htm>> Acesso: 7 de junho de 2007.

Aikenhead, G.S. STS Education: A rose by any other name. En R. Cross (Ed.): Crusader for Science Education: Celebrating and Critiquing the Vision of Peter J. Fensham. New York: Routledge Press,2002. Disponível em: <<http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/stsed.htm>>. Acessado em 12 de junho de 2007.

Aikenhead, G.S. What is STS science teaching? In Solomon, J. e Aikenhead,G. (Eds.), STS education: International perspectives on reform, pp. 47-59. New York: Teachers College Press, 1994. Disponível em: <<http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/sts05.htm>>. Acessado em 12 de junho de 2007

Amorim, A.C. O ensino de Biologia e as relações entre Ciência/Tecnologia/Sociedade: o que dizem os professores e o currículo do ensino médio? Dissertação de Mestrado. Campinas: Faculdade de Educação/UNICAMP. (1995)

Angiotti, J.A.P., Delizoicov, D. Física, São Paulo:Cortez,1992.

Angiotti,J.A.P.,Auth,M.A. Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. Ciência e Educação, v.7,n.1,p.15-27,2001.

Auler, D. Delizoicov, D. Alfabetização científico-tenológica para quê? Pesquisa em Educação em Ensino de Ciências, Belo Horizonte, v.3,n.1,p.1-12,2001.

Auler, D. Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências. Doutorado em educação: Ensino de ciências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

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

Bazzo, W.A. Ciência, tecnologia e sociedade e o contexto da educação tecnológica. Florianópolis: Ed. UFSC, 1998.

Beltran, N.O., Ciscato, C.A.M. Química – Coleção magistério- 2º grau – Série formação Geral. São Paulo: Cortez, 1991.

Bosco, A.A. Camussi, J.M. *et al.* Efluentes derivados dos processos de Galvanoplastia. Centro Superior de educação Tecnológica (CESET) –UNICAMP. Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental. III Fórum de Estudos Contábeis, 2003. Disponível no site < <http://www.ceset.unicamp.br/lte/Artigos/3fec2409.pdf>> Acessado em 28 de outubro de 2008.

Brasil. Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio . Resolução CEB nº 3 de 26 de junho de 1998, artigo nº 3.

Brasil. Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Parecer da Câmara de Educação Básica de nº 15 de junho de 1998.

Brasil. Lei nº 9394 – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – 1996. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/CCIVIL\\_03/LEIS/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/LEIS/L9394.htm) . Acessado em 9 de julho de 2007.

Brasil. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio de Química - GT de Química/SEB/MEC – PCNEM versão 2005.

Brasil. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio de Química - GT de Química/SEB/MEC – PCNEM versão 2005, (Parte III, Ciências da Natureza, matemática e suas Tecnologias, p.06).

Brasil. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio de Química - GT de Química/SEB/MEC – PCNEM versão 2005, (Parte III, Ciências da Natureza, matemática e suas Tecnologias, p.3).

Caamaño, A. La educación Ciência-Tecnologia-Sociedad: uma necessidade em el diseño del nuevo curriculum de Ciências. Barcelona: Alambique, n.3, p.4-6, 1995.

Cardozo, M.J.P.B. A reforma do Ensino Médio: competências para o “novo” mundo do trabalho? Trabalho Necessário, ano 4, n. 4, 2006.

Cerezo, J.A.L. Ciência, tecnologia e Sociedade: o estado da arte na Europa e nos Estados Unidos. In: Santos, LW *et al.* Ciência, tecnologia e sociedade: o desafio da interação. Londrina: IAPAR, 2002.

Chassot, A. Alfabetização científica: questões e desafios para a educação. 3ªed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.

Chassot, A. Catalisando transformações na educação. 3ª ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 1995a

Chassot, A.I., Para que(m) é útil o ensino de Química? Alternativas para um ensino (de química) mais crítico. Canoas: Ed. Da Ulbra, 1995b.

Chauí, M.S. O que é ideologia. São Paulo: Brasiliense, 1997, p.58

Costa, M. T. A. Projeto Transdisciplinar: Contribuição para o Trabalho Pedagógico. Curitiba, 2004. 96 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Setor de Educação, Universidade Federal do Paraná.

Cutcliffe, S. H. Ciencia, tecnologia y sociedad: um campo interdisciplinar, In: Medina,M; Sanmartin,J.(Eds), Ciência,Tecnologia y Sociedad. Estudos Interdisciplinares em la Universidad, la Educacion em Gestión Pública, Barcelona: Anthropos,1990.

Cutcliffe,S. H. e Mictham,C. Uma descricao de los programas y la educacion CTS Universitária em los Estados Unidos. In: Sanmartín, J. e Hronzsky(eds). Superando fronteras: estudos europeos de Ciência-Tecnologia-Sociedad y educación de tecnologias.Espanha: Editorial Verbo Divino, 1994.

Dagnino,R., Enfoques sobre a relação ciência, tecnologia e sociedade: neutralidade e determinismo. Trabalho apresentado na Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura, Sala de Lectura CTS+I de 1ª OEI, disponível no site <<http://www.campus-oei.org/salactsi/index.html>.,2002 ,acesso em: 2 de dezembro de 2006.

Departamento de Políticas de Ensino Médio. Orientações Curriculares do Ensino Médio. Brasília, MEC/SEB,2004,p.28.

Fernandes, I. Gil,D, Carrascosa,J. Cachapuz,A. Praia.J.Visiones deformadas de la ciência transmitidas por la enseñaza. Enseñaza de las ciencias,v.20,n.3,p.477-488,2002.

Ferreti, C. Formação profissional e a reforma do ensino técnico no Brasil: anos 90. Educação e Sociedade, n.21, v.70, p.80-99, abril, 2000.

Ferreti, C. Novas tecnologias, trabalho e educação: um debate multidisciplinar. R.J: ed. Vozes, 2005, p.125.

Gallo, S. Disciplinaridade e Transversalidade. In: Linguagens, espaços e tempos no ensinar e no aprender. Rio de Janeiro, DP&A editora,2000.

Garcia, G.M.I. Cerezo, J.A.L., Luján, J.L.L., Ciência, Tecnologia y Sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia e la tecnología. Madrid: Tecnos, 1996.

Gentili, P. A. A. & Silva, T.T. da (Orgs), Neoliberalismo, Qualidade Total e educação: visões críticas. Petrópolis: Vozes, 1995, p.19.

Harvey, D. A condição pós-moderna. São Paulo: Loyola, 2000, p.140.

Hodson, D. Science for all. Londres: Casell(1989). Traducción de M.J. Martín-Díaz y L.A. García-Lucía Ciencia para todos en Secundaria. Madrid: Narcea. (1993).

Krasilchik, M. O caso do ensino de ciências, São Paulo em Perspectiva, 14(1) 2000.

Krasilchik, M. O professor e o currículo das ciências, E.P. U/EDUSP, 1987.

Kuenzer, A.Z, Deluiz,N. Pedagogia do Trabalho na acumulação flexível:os processos de “exclusão includente” e “inclusão excludente” como uma nova forma de dualidade estrutural. Boletim Técnico do Senac, v.31,n.1,2005 Disponível em:<<http://www.senac.com.br/INFORMATIVO/BTS/311/boltec311c.htm>> Acesso em 16 de julho de 2007.

Kuenzer, A.Z. Competência como Práxis: Os dilemas da relação entre teoria e prática na educação dos trabalhadores. Boletim Técnico do Senac, Rio de Janeiro, v.29, n.1, p.17-27,2003.

Kuenzer, A.Z. Educação Cidadã, trabalho e desemprego: o possível como caminho para a utopia. In: Azevedo, J.C. *et al.* Utopia e democracia na educação cidadã. Porto Alegre: Ed. Universidade/ UFRGS/ Secretaria Municipal de Educação, p.358-363, 2000b. VII Seminário Internacional de Reestruturação Curricular.

Kuenzer, A.Z. Educação, linguagens e tecnologias: as mudanças no mundo do trabalho e as relações com o conhecimento e método. In: Cultura, linguagem e subjetividade no ensinar e aprender. Rio de Janeiro, DP&A editora,2000.

Kuenzer, A.Z. Ensino médio agora é para a vida: entre o pretendido, o dito e o feito. Educação e Sociedade, n.21, v.70, p.15-39, abril, 2000a.

Kuenzer, A.Z. Ensino Médio e Profissional: as políticas do Estado neoliberal, São Paulo, Cortez, 1997.

Kuenzer, A.Z. Ensino Médio: construindo uma proposta para os que vivem do trabalho. São Paulo: Cortez, 2000c.

Kuenzer, A.Z. O ensino médio agora é para a vida: entre o pretendido, o dito e o feito. Educação e Sociedade, v.21, n. 70, Campinas, abril de 2000.

Layton, D. Revaluig the T in STS. International Journal of Science Education, v.10, n.4, p. 367-378, (1988).

Lopes, A.R. C. Competências na organização curricular da reforma do ensino médio.Boletim Técnico do Senac, Rio de Janeiro., v.27,n. 3, p.1-20, 2001

Lopes, A.R.C. Conhecimento Escolar em Química. Processo de mediação didática da ciência, Química Nova, v.20, nº5,jan. 1997.

Lopes, A.R.C. Discursos curriculares na disciplina escolar de química, Ciência & Educação, v.11, n. 2, p.263-278,2005.

Lopes, A.R.C. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e a submissão ao mundo produtivo: o caso do conceito de contextualização. Educação e Sociedade, São Paulo, v.23, n.80, p.389-404,2002a.

Lopes, A.R.C. Parâmetros curriculares para o Ensino Médio: quando a integração perde seu potencial crítico. In: Lopes, A.C.;Macedo, E.(Org.),Disciplinas e integração curricular: história e política. Rio de Janeiro, DP&A,2002b , p.145-176.

Lorenzetti, L. Delizoicov,D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. Ensaio-Pesq. Educ. Ciênc. Belo Horizonte, v.3(1), junho de 2001. Disponível : <http://www.coltec.ufmg.br/~ensaio/portugues/indice/v03n1/htmp03n1-03.htm> . Acesso em: 8 de junho de 2007.

Loureiro, S.M.Concepções de Tecnologia: Uma contribuição para a Formação de professores das Escolas técnicas.Dissertação de mestrado. Florianópolis: CED/UFSC,1996.

Lufti, Mansur, Os ferrados e cromados: produção social e apropriação privada do conhecimento químico, Ijuí: Ed.Unijuí,1992, p.35.

Martins,I.P., Coord. O movimento CTS na Península Ibérica. Seminário Ibérico sobre Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino-aprendizagem das ciências experimentais, Portugal: Universidade de Aveiro,2000.

Merton, R. K. The sociology of science: Theoretical and empirical investigations. Chicago: University of Chicago Press, 1973.

Millar, R, Osborne, J. e Nott, M. Science education of future. Scholl Science Review, 80 (291) 19-24, 1998.

Mól,G.S.,Santos,W.L.P. et al.Química na sociedade: projeto de ensino de química em um contexto social, Brasília:Ed.Universidade de Brasília,1998.

Moraes, C. S, V. A reforma do ensino médio e a educação profissional, Trabalho e Educação, Belo Horizonte, n. 3, p.107-117, jan/jul, 1998

Moreira, A.F.B. Os Parâmetros Curriculares Nacionais em questão. Educação e Realidade. Porto Alegre, v.21, n.1, p. 9-22, 1996a.

Moreira, A.F.B. Os Parâmetros Curriculares Nacionais: críticas e alternativas. In: SILVA, T. T. & GENTILI, P. Escola S. A: quem ganha e quem perde no mercado educacional do neoliberalismo. Brasília: CNTE, 1996b.

NSTA, National Science Teachers Association, Science-Technology-Society. Science education for 1980's (NSTA Position Statement). Washington, D.C., 1982.

Palácios *et al.* In: Bazzo, von Lisingen, Pereira, Introdução aos estudos de CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), 2003, <<http://www.campus-oei.org/salactsi/budapeste.htm>>, acesso em 16 de maio de 2007.

Pinheiro, N.A.M, Educação crítico-reflexiva para um ensino médio científicotecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino aprendizagem do conhecimento matemático, Programa de Pós-Graduação em Educação científica e Tecnológica da Universidade federal de santa Catarina, UFSC, 2005.

Rosa, D.C. Textos de divulgação científica nas séries iniciais: Um caminho para a alfabetização cinetífica-tecnológica das crianças. Dissertação de mestrado da Pós-Graduação em Educação da Universidade federal de Santa Maria(UFSM), RS, 2002.

Sanmartín, J. La ciência descubre. La industria aplica. El hombre se conforma. Imperativo tecnológico y diseño social. In: Medina, M. y Sanmartín, J.: Ciência, Tecnologia y Sociedad, p. 168, Barcelona: Anthropos, 1990.

Santos Filho, J.C. dos. A Interdisciplinaridade na Universidade: Perspectiva Histórica. Revista Educação Brasileira, Rio de Janeiro, v.21, n. 43, 1999.

Santos, W.L.P., Mortimer, E.F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS no contexto da educação brasileira. Revista Ensaio, UFMG, v.2, n. 2, p. 132-162, 2000.

Santos, W.P. Schnetzler, R.P. Educação em Química: compromisso com a cidadania. Ijuí: Ed. Unijuí, 1997.

Snow, C.P. As duas culturas e uma segunda leitura: Uma visão ampliada das duas culturas e a revolução científica, São Paulo: Edusp, 1995.

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

Solomon, J., Aikenhead, G. STS education: international perspectives on reform. New York: Teachers College Press, 1994.

von Lisingen, I. CTS na Educação Tecnológica: Tensões e Desafios. Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT/UFSC); Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação Tecnológica (NEPET); Departamento de Engenharia Mecânica (EMC) – Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em < [www.nepet.ufsc.br/Artigos/Texto/CTS%20e%20EducTec](http://www.nepet.ufsc.br/Artigos/Texto/CTS%20e%20EducTec) >,. Acesso em 4 de maio de 2007.

Winner, L. A baleia e o reator: uma busca por limites em uma época de tecnologia avançada, Chicago: Chicago Press, 1986.

Yager, R.E. Make a difference with STS. *The Science Teacher*, v.60,n.2, p.45-48,1993.

Yarger, R.E. The Status of STS: Reform Efforts around The world. Petersfield: Icase Year Book, 1992.