

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS  
CENTRO DE EDUCAÇÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E  
TECNOLÓGICA**

Otávio Bocheço

**PARÂMETROS PARA A ABORDAGEM DE  
EVENTO NO ENFOQUE CTS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Educação Científica e Tecnológica.

Orientadora: Prof. Dra. Sonia Maria S. C. de Souza Cruz.

Florianópolis  
2011

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária  
da  
Universidade Federal de Santa Catarina

B664p Bochecho, Otávio

Parâmetros para a abordagem de evento no Enfoque CTS  
[dissertação] / Otávio Bochecho ; orientadora, Sônia Maria  
Silva Corrêa de Souza Cruz. - Florianópolis, SC, 2011.  
169 p.: il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Centro de Ciências da Educação. Programa de Pós-  
Graduação em Educação Científica e Tecnológica.

Inclui referências

1. Educação científica e tecnológica. 2. Tecnologia  
educacional. I. Cruz, Sônia Maria Silva Corrêa de Souza.  
II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-  
Graduação em Educação Científica e Tecnológica. III. Título.

CDU 37



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E  
TECNOLÓGICA

“PARÂMETROS PARA A ABORDAGEM DE EVENTO NO ENFOQUE  
CTS”

Dissertação submetida ao Colegiado  
do Curso de Mestrado em Educação  
Científica e Tecnológica em  
cumprimento parcial para a obtenção  
do título de Mestre em Educação  
Científica e Tecnológica

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA em 01/07/2011

Dr.ª Sonia Maria S. C. de Souza Cruz (CFM/UFSC-Orientadora)

Dr.ª Maria Regina Dubeux Kawamura (IF/USP-Examinadora)

Dr. José de Pinho Alves Filho (CFM/UFSC-Examinador)

Dr. José André Peres Angotti (CED/UFSC-Suplente)

  
Dr. José de Pinho Alves Filho  
Coordenador do PPGECT

  
Otávio Bocheço

Florianópolis, Santa Catarina, julho de 2011.

Dedico a Eles, que se  
dedicaram durante trinta anos ao  
ensino público, construíram duas  
casas, educaram dois filhos,  
transformaram dois seres em  
cidadãos herdeiros do respeito,  
honestidade, esforço e sabedoria.



## AGRADECIMENTOS

Esta dissertação consiste num empreendimento possibilitado pela colaboração e contribuição de pessoas e instituições, algumas das quais gostaria de agradecer a seguir:

Ao **Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT)**. Primeiro por não ter me aceito como aluno regular no processo seletivo referente ao ano de 2003. Essa “*derrota*” oportunizou a minha pessoa encarar o desafio de ensinar Física para estudantes do ensino médio. Experiência dolorida, gostosa, ingrata e satisfatória capaz de mostrar como funciona o trabalho docente no “*chão de fábrica*”, a sala de aula. Segundo por aceitar o meu retorno a academia no ano de 2009, mudando os rumos da minha vida profissional e até amorosa.

À **Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>a</sup> Sonia Maria S. C. de Souza Cruz**, pela orientação, paciência, disponibilidade, amizade, confiança e conhecimento ao me guiar diante das dificuldades e desafios impostos por esta pesquisa. Sinceramente, me impressiona o fato de que sempre esteve disponível às orientações mesmo diante das diversas funções que exerce como professora, coordenadora, pesquisadora, orientadora, esposa e Mãe.

Ao **Prof<sup>º</sup>. Dr. José de Pinho Alves Filho**, pelas orientações acadêmicas e da Vida. É um conforto ter livre acesso a um diálogo com o “tio” Pinho. Alguns dizem que ele dá “*bronca*”. Prefiro encará-las como um incentivo ao ato de pensar.

À **Ms. Marinês Domingues Cordeiro**, pelas contribuições acadêmicas com trabalhos de tradução, correções gramaticais e ortográficas, leituras e sugestões.

À **Marinês**, pelo apoio, por “*enxugar*” minhas lágrimas nos momentos mais difíceis, pelo companheirismo, incentivo, dedicação, momentos de alegria e, simplesmente, por me fazer feliz. *Sem ela, ficaria mais difícil!!*

Aos professores **Dr. Frederico Firmo de Souza Cruz, Dr. Walter Bazzo, Dr<sup>a</sup>. Vivian Leyser, Dr. Arden Zylbersztajn, Dr. Luis O. Q. Peduzzi, Dr. José André Peres Angotti**. Todos participaram de minha formação acadêmica, seja na graduação ou na pós-graduação.

A **Escola da Ilha** e o **Colégio Alpha** por sempre apoiarem minha volta à academia e por compreenderem as dificuldades em administrar a vida acadêmica concomitante ao exercício da sala de aula.

Aos **colegas de profissão**, em especial a Maria Amália Buchele (*Mali*), Alex Lourenço (*Piruca*), Ricardo Silveira (*Ricardinho*) e Sérgio Florentino (*Flor*).

Aos **colegas de mestrado**, turma 2009 do PPGECT.

Ao **meus alunos**, por compreenderem os improvisos e atrasos em correções de provas.

À **Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Ieda Margarete Santos** pelas contribuições acadêmicas com sugestões e discussões.

À minha tia Ieda pelo seu exemplo de superação, apoio e incentivo.

À **amiga Letícia P. V. Westphal** pelo suporte e carinho.

Aos **meus Pais, meu irmão e familiares** por sempre acreditarem e torcerem por mim.

À **sociedade brasileira** que com o pagamento de impostos privilegiou-me com uma formação acadêmica numa Universidade pública e de qualidade.

## RESUMO

A literatura permite concluir que o Enfoque CTS tem como objetivo educacional a promoção de uma Alfabetização Científica e Tecnológica. Porém, muitas de suas propostas, na sala de aula ou na confecção de materiais didáticos, têm concentrado a abordagem de eventos ou temas de forma a privilegiar apenas o desenvolvimento de conceitos científicos ou o estabelecimento de debates político-filosóficos ligados a Ciência e a Sociedade. Um grande número de trabalhos considera a Tecnologia como objeto de ensino de forma a potencializar sua redução ao *status* de ciência aplicada, além de comprometer parte dos objetivos e intencionalidades educacionais da sigla como, por exemplo, a integração de saberes do campo da Ciência e da Tecnologia e suas influências no campo Social. Mediante esses problemas, a presente pesquisa pretende apontar parâmetros que devam ser abordados em eventos ou temas utilizados no Enfoque CTS de forma a garantir a integração de conhecimentos científicos e tecnológicos e suas implicações sociais, bem como considerar uma concepção de Tecnologia longe de caracterizá-la como simples aplicação do conhecimento científico. Para eleger estes parâmetros são articulados os pressupostos teóricos da sigla com categorias de Alfabetização Científica e de Alfabetização Tecnológica. Na última parte da pesquisa, além de apresentar os parâmetros que devem ser identificados no evento ou tema de forma a satisfazer a abordagem em CTS, são realizados dois ensaios teóricos que buscam a validação dos parâmetros e, ao mesmo tempo, servir como exemplar na explicitação dos conhecimentos científicos e tecnológicos nos eventos ou temas em questão.

**Palavras chaves:** CTS. Alfabetização Científica. Alfabetização Tecnológica.





## ABSTRACT

According to the specialized literature, STS education aims the promotion of a Scientific and Technological Literacy. However, many of its propositions have been focusing on events or themes, in order to privilege, more than anything, the development of scientific concepts or the establishment of philosophical and political debates concerning science and society. Most of the work developed so far shows a major concern with science related topics, relegating technology to the status of applied science, thus partly endangering the intentions and aims of STS education, such as the integration of scientific and technological knowledge in social issues. Having stated those problems, the preset research intends to bring out parameters, which should be partially or fully addressed in STS events or themes, hence guaranteeing such integrations, as well as taking a position over technology that goes further from simply applied scientific knowledge. In order to choose those parameters, the theoretical premises of STS education and the categories of scientific and technological literacy were articulated. The last part of this research presents those parameters and how they can be identified in an event or theme, satisfying an STS approach, and finally put to practice on an event and a theme, previously worked at by fellow researchers.

**Keywords:** STS, Scientific Literacy, Technological Literacy



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Contrastes entre o domínio dos estudantes de conceitos científicos emergentes de aulas tradicionais e via o enfoque CTS.....	36
Tabela 2: Contraste das habilidades de processos científicos dos estudantes emergentes de aulas tradicionais e via o enfoque CTS.....	36
Tabela 3: Contraste entre atitudes dos estudantes emergentes de aulas tradicionais e via o enfoque CTS .....	37
Tabela 4: Contraste entre as habilidades de criatividade dos estudantes emergentes de aulas tradicionais e via o enfoque CTS.....	37
Tabela 5: Contraste da aplicação de conceitos científicos emergentes de aulas tradicionais e via o enfoque CTS .....	38
Tabela 6: Nove aspectos do enfoque CTS.....	42
Tabela 7: Categorias de cursos com base no enfoque CTS.....	48
Tabela 8: Unidades, temas CTS e conteúdos programáticos do livro <i>Química e Sociedade</i> . .....	58
Tabela 9: Temas CTS das unidades programáticas e temas sócio-científicos da seção “tema em foco” do livro <i>Química e Sociedade</i> . .....	59
Tabela 10: Diferenças entre natural e coisas ou prc artificiais.....	
Tabela 11: Diferenças e Similaridades entre ciência e tecnologia. ....	111
Tabela 12: Parâmetros relacionados à integração do C e do S e como abordá-los em um evento ou tema CTS.....	131

Tabela 13: Parâmetros relacionados à integração do T e do S e como abordá-los em um evento ou tema CTS. .... 134

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade e o Estudante. ....	40
Figura 2: Modelo curricular de abordagem de tema CTS no livro <i>Química e Sociedade</i> . ....	61
Figura 3: Alguns grupos sociais interessados em alfabetização científica com base em Laugksch (2000) .....	76
Figura 4: Fluxograma do processo tecnológico. ....	106
Figura 5: Diagrama das definições de tecnologia e “ <i>prática tecnológica</i> ” .....	108
Figura 6: Organograma de parâmetros para a abordagem de um evento ou tema CTS .....	129
Figura 7: Símbolo Internacional da presença de radiação ionizante ...	141



## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	21
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	27
<b>ENFOQUE CTS E O ENSINO DE CIÊNCIAS</b> .....	27
1.1 ORIGENS DO ENFOQUE CTS.....	27
1.2 INSERÇÕES DO ENFOQUE CTS .....	32
1.3 INTENCIONALIDADES DO ENFOQUE CTS .....	34
1.4 CURSOS OU CONFIGURAÇÕES CURRICULARES COM ÊNFASE NO ENFOQUE CTS.....	44
<b>1.4.1 Cenário Nacional</b> .....	52
1.5 OBJETIVOS EDUCACIONAIS DO ENFOQUE CTS.....	63
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	69
<b>ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA</b> .....	69
2.1 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: ORIGENS E JUSTIFICATIVAS.....	69
2.2 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E SEUS OBJETIVOS .....	73
2.3 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E OS CONHECIMENTOS ....	80
2.4 CATEGORIAS DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA .....	87
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	95
<b>ALFABETIZAÇÃO TECNOLÓGICA</b> .....	95
3.1 JUSTIFICATIVAS PARA UMA ALFABETIZAÇÃO TECNOLÓGICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA .....	95
3.2 BUSCANDO UMA CONCEPÇÃO DE TECNOLOGIA .....	98
<b>3.2.1 A perspectiva analítica de Mario Bunge</b> .....	100
<b>3.2.2 A Prática Tecnológica de Pacey</b> .....	107
<b>3.2.3 Concepções de professores a respeito de Tecnologia</b> .....	110
3.3 ALFABETIZAÇÃO TECNOLÓGICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA.....	114
<b>3.3.1 Categorias de Alfabetização Tecnológica</b> .....	119
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	127
<b>CONSTRUINDO A PROPOSTA</b> .....	127
4.1 PARÂMETROS A SEREM ABORDADOS NA UTILIZAÇÃO DE UM EVENTO OU TEMA COM PAUTA NO ENFOQUE CTS .....	127
4.2 ENSAIO TEÓRICO DOS PARÂMETROS.....	136



<b>4.2.1 Primeiro Ensaio Teórico .....</b>	<b>137</b>
<b>4.2.1 Segundo Ensaio Teórico .....</b>	<b>144</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>149</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>153</b>

## INTRODUÇÃO

Se considerarmos o tempo histórico do enfoque CTS desde a década de setenta, quando ganha “vida” nas reformas curriculares de países emblemáticos como EUA e Inglaterra, já podem ser contabilizados quarenta anos de discussões acadêmicas que se expandem de forma a atingir diversos países. No Brasil essas discussões envolvendo o enfoque CTS têm início no final da década de 1980 e início da década de 1990, no entanto, de forma heterogênea e talvez pouco objetiva em relação à sala de aula. Essa situação que parece não ser diferente em outros países, pois Cachapuz et al (2008) observam o predomínio de pesquisas orientadas para a teoria e para as políticas. Tanto assim, que neste último campo chega a ser alarmante a postura de alguns pesquisadores que se comportam mais como “militantes” do enfoque CTS do que estudiosos e/ou construtores de propostas educacionais que ajudem a consolidar sua implementação no espaço escolar. Não se está querendo dizer que toda pesquisa ligada ao enfoque CTS necessariamente deva ser empírica, direta na sala de aula, ou que o trabalho teórico de fundamentação seja irrelevante, apenas chama-se a atenção de que o bojo teórico do enfoque CTS produzido ao longo de trinta anos já permite priorizar, mesmo em trabalhos teóricos, problemas ligados a sua implementação na sala de aula.

A notória lacuna existente entre a ciência escolar e a realidade de uma sociedade orientada científica e tecnologicamente forçam um repensar a respeito do que é básico na educação científica e tecnológica. A resposta seria este novo formato curricular associado a uma nova concepção para o ensino de Ciências e Tecnologia, onde considera-se o contexto sócio-cultural dos conhecimentos científicos e tecnológicos a serem integrados ao longo do processo de ensino-aprendizagem de forma a caracterizar uma formação básica compromissada com o exercício da cidadania.

O exercício da cidadania pode ser conectado à conquista de uma participação (SANTOS; SCHNETZLER, 2003; DEMO, 1996). Porém, aos olhos da sociologia, tal conquista revela-se flutuante ao longo das diversas transformações políticas, econômicas e sociais ocorridas na história das sociedades (REZENDE FILHO; CÂMARA NETO, 2001). Conquistar a participação ou exercer a cidadania no mundo contemporâneo exige o manuseio de um entorno tecno-científico. Para poder participar democraticamente como cidadãos responsáveis na sociedade da informação, somente conhecimentos rudimentares, como a

leitura e a escrita, não são mais suficientes para a autonomia e comunicação do sujeito imerso neste meio totalmente influenciado pelas tecno-ciências (FOUREZ, 2003, 1997).

Assim, fica evidente a necessidade de se projetar para o cidadão uma formação específica quanto a aspectos ligados a ciência e a tecnologia. Fato que remete às disciplinas científicas novos objetivos, que extrapolam um ensino de conhecimentos científicos e tecnológicos focado somente na compreensão de conceitos, sem vínculos com os problemas e decisões que permeiam uma sociedade tecno-científica.

Em determinados momentos, uma tomada de decisão individual, isenta de conhecimentos científicos e tecnológicos, pode ocasionar riscos à população. Um cidadão que decide pela automedicação toma uma decisão arriscada por desconhecer a relação do corpo humano com substâncias químicas. Um pescador que negligencia o caráter probabilístico da previsão do tempo e se lança ao mar poderá correr riscos por desconhecer as limitações que cercam os equipamentos tecnológicos. Um cidadão que opta por um tratamento medicinal “quântico” será ludibriado por desconhecer conceitos básicos da mecânica quântica, – estes últimos vem sendo apropriados e re-significados por diferentes grupos sociais (SOUZA CRUZ E SOUZA CRUZ, 2009). Estes são alguns exemplos que permitem demonstrar a necessidade de proporcionar ao cidadão a apropriação dos conhecimentos científicos e tecnológicos para que o mesmo possa conquistar sua participação ao analisar de forma crítica seu dia-dia em uma sociedade tecno-científica.

Ainda a respeito desses problemas cotidianos que exigirão a tomada de decisão individual, deseja-se que esta última leve em consideração princípios éticos, que por sua vez, poderão elevar as decisões do patamar individual ao patamar coletivo. Assim, decidir de forma responsável e adequada ambientalmente no momento de usar ou descartar algum tipo de substância química, considerar variáveis que impliquem no uso racional da energia, optar pelo desenvolvimento sustentável ao explorar os recursos naturais, fazer uso racional da água são exemplos que sinalizam para uma educação científica e tecnológica preocupada não apenas com conhecimentos, mas também com o desenvolvimento de valores e atitudes. Ressalta-se que não se trata de um ensino que incorpore elementos contemporâneos da ciência e da tecnologia simplesmente por conta de sua importância instrumental utilitária. Caso contrário isto esvaziaria os conteúdos escolares, não importando o que se aprende, desde que seja útil (RICARDO, 2005).

A apropriação de conhecimentos científicos e tecnológicos, incorporada de atitudes e valores, se enquadra com o enfoque CTS, que declara, praticamente de forma unânime no plano nacional e internacional, que o seu objetivo educacional é a promoção de uma alfabetização científica e tecnológica capaz de potencializar a tomada de decisão frente a questões pessoais e/ou públicas (SANTOS; SCHNETZLER, 2003; TEIXEIRA, 2003; SANTOS; MORTIMER, 2000; 2001; AIKENHEAD, 1994; SOLOMON, 1993; WAKS, 1990; FLEMING, 1989).

Metodologicamente, Watts, Zylbersztajn e Silva (1997) mostram que a *Aprendizagem Centrada em Eventos* (ACE) pode ser uma possibilidade para implementar o enfoque CTS na sala de aula. A ACE basicamente consiste em concentrar a prática docente em um evento ou tema retirado do meio sócio-cultural dos estudantes e usá-lo como pano de fundo na elaboração de módulos para o ensino de conhecimentos científicos e tecnológicos.

Nota-se que o evento ou tema em questão, por ser retirado do meio sócio-cultural dos estudantes, consistirá na ocorrência ou em um conjunto de circunstâncias extraídas de sua vida real, devendo ser saliente, evocativo, motivador, rico em “interesse humano” e com a capacidade de estimular a discussão e o debate de assuntos ligados à ciência e à tecnologia em sala de aula. Sua fonte pode ser a televisão, jornais, revistas, livros e/ou assuntos populares (WATTS; ZYLBERSZTAJN; SILVA, 1997).

O uso de eventos ou temas a fim de organizar uma ação didático-pedagógica que potencialize os objetivos educacionais do enfoque CTS, ganharam diferentes contornos e certa evidência. Com isso, pode ser encontrado um número razoável de trabalhos com avaliações de propostas de inserções do enfoque CTS em sala de aula nessa perspectiva.

Todavia, uma análise dessas propostas deixa evidente um certo desequilíbrio em relação aos componentes da sigla. A organização didático-pedagógica concentra-se sobre o puro desenvolvimento de conceitos científicos ou debates de controvérsias sócio-científicas, que por consequência acaba omitindo ou “emudecendo” o T de Tecnologia. Esta omissão pode proporcionar três problemas educacionais: 1) comprometer a alfabetização tecnológica, um dos objetivos educacionais do enfoque CTS; 2) causar a impressão de que a ciência e a tecnologia possuem os mesmos questionamentos; e 3) reduzir a tecnologia ao status de ciência aplicada (LAYTON, 1988).

Uma análise mais detalhada permite perceber que o desequilíbrio pode ser reflexo da falta de parâmetros a serem abordados no momento de se utilizar o evento ou tema com pauta nos pressupostos teóricos do enfoque CTS.

Assim, considerando-se esta linha de observações e seus possíveis efeitos na organização didático-pedagógica de um evento ou tema, seja em propostas de implementação do enfoque CTS em sala de aula ou na confecção de materiais didáticos com pauta na sigla, esta pesquisa procura responder a seguinte pergunta:

*Quais parâmetros professores devem abordar na utilização de eventos ou temas de forma a satisfazer ao máximo possível os objetivos educacionais do enfoque CTS na educação básica? Que conhecimentos devem estar implícitos de tal forma a satisfazer esses parâmetros?*

Os três problemas educacionais mencionados acima nos permitem visualizar um caminho para buscar uma solução à questão colocada. Ou seja, para definir parâmetros deve-se ter clareza sobre os pressupostos teóricos do enfoque CTS, os objetivos delimitados aos processos de Alfabetização Científica e Tecnológica e sobre a natureza da Tecnologia.

Assim, no primeiro capítulo, a pesquisa bibliográfica permitirá discorrer sobre as origens e intencionalidades do enfoque CTS dentro da educação básica. Mais do que responder o que é CTS, procura-se demonstrar as raízes sociológicas e filosóficas que estão por trás da sigla e a idéia de que ela exige uma nova concepção ao ensinar ciências ou estruturar um currículo. Questões sociológicas e filosóficas que cercam a Ciência e a Tecnologia deverão ser levadas em consideração quando há a pretensão de dirigir o ensino de ciências pelos trilhos dessa nova perspectiva.

No capítulo dois será feita uma busca na literatura por categorias que possam nos fornecer subsídios quanto aos objetivos, conhecimentos e justificativas para o processo de Alfabetização Científica. Já no capítulo três a busca literária será por categorias que possam nos fornecer indicativos quanto aos objetivos, conhecimentos e justificativas para a Alfabetização Tecnológica. Além de se posicionar quanto a uma concepção de tecnologia.

No quarto capítulo, partindo das informações dos capítulos um, dois e três estabelece-se uma proposta de parâmetros a serem abordados na utilização de um evento ou tema com pauta no enfoque CTS, além de

apontar os conhecimentos que professores devem identificar neles de forma que os parâmetros sejam abordados. Ainda nesse capítulo, aplica-se um ensaio teórico de como pode se proceder a abordagem de tais parâmetros em um evento e em um tema, já utilizados em outras pesquisas ligadas ao enfoque CTS. A pretensão dos dois ensaios teóricos é validar os parâmetros eleitos pela presente pesquisa.



## CAPÍTULO 1

### ENFOQUE CTS E O ENSINO DE CIÊNCIAS

Como nosso problema de pesquisa está inserido na abordagem de um evento ou tema no enfoque CTS dentro da educação básica, é necessário discutir a respeito das origens desta sigla, os seus significados, suas intencionalidades e, principalmente, seus objetivos educacionais na circunscrição da educação básica. Enfatiza-se que os parâmetros a serem propostos nesta pesquisa possuem a finalidade de balizar a abordagem de um evento ou tema no enfoque CTS com o intuito de elevar ao máximo estes objetivos educacionais, seja no planejamento de uma ação didática em sala de aula ou na confecção de materiais didáticos destinados ao uso dos professores. Deve-se considerar ainda que o presente trabalho constitui-se num ensaio com fins, principalmente, ligados a formação destes últimos, por isso, ao longo deste capítulo, é de suma importância debater acerca de discussões que conectem o enfoque CTS a sala de aula.

#### 1.1 ORIGENS DO ENFOQUE CTS

Na atual conjuntura do enfoque CTS no cenário nacional, diversas publicações retratam, com diferentes ênfases, a gênese da sigla CTS (AULER, 2002; SOUZA CRUZ, 2001; SOUZA CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2001; SANTOS; MORTIMER, 2000). No entanto, vale destacar que a origem da sigla CTS no cenário educacional, mais precisamente no cerne do ensino de ciências, possui vínculos com propostas de reformas curriculares imersas em novas concepções sociológicas e epistemológicas.



Nas décadas de sessenta e setenta um conjunto de movimentos sociais<sup>1</sup>, acadêmicos e administrativos, cultivados pelo sentimento ecológico, pacifista e contra-cultural, lançaram críticas e denúncias devido às conseqüências e aos antecedentes ligados ao desenvolvimento científico e tecnológico estabelecidos no interior da sociedade (AULER, 2002; GARCIA; CERREZO; LÓPEZ, 1996).

Ainda no período mencionado, ocorre uma reação acadêmica à concepção positivista da ciência. Obras como *A estrutura das revoluções científicas*, de Thomas Kuhn, cuja primeira versão foi lançada em 1962, e *Contra o método* de Paul Feyerabend, publicado em 1975 (CHALMERS, 1993), serviram para abalar algumas concepções em relação à ciência e à comunidade científica, principalmente a confiança na sua neutralidade e objetividade (SOUZA CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2001; SANTOS; MORTIMER, 2000;).

Estes questionamentos sociológicos e epistemológicos da ciência e da tecnologia e o seu papel frente à sociedade foram difundidos através de publicações ou organizações (GARCIA; CERREZO; LÓPEZ, 1996) e ocasionaram fortes influências nos campos da pesquisa, das políticas públicas e da educação (CERREZO, 1998), que, responderam estes questionamentos originando uma nova concepção para interpretar e compreender a inserção do desenvolvimento científico e tecnológico na vida individual e coletiva. Essa nova concepção é denominada de enfoque CTS<sup>2</sup>.

No campo da educação, a propulsão destes questionamentos foi efetivada, aproximadamente, na mesma época em que os tradicionais currículos de ensino de ciências de países industrializados como os EUA e a Inglaterra se encontravam em evidência devido à precária formação científica e tecnológica que estavam proporcionando frente ao agravamento de problemas ambientais, questões éticas, qualidade de vida da sociedade industrializada e anseio de uma maior participação popular nas decisões públicas. Este fato culmina na proposição de

---

<sup>1</sup> Segundo a literatura o conceito de Movimento Social apresenta significados distintos, conforme a concepção e o contexto a partir do qual se desenvolve. Não há consenso ainda hoje entre os pesquisadores sobre seu significado. No presente trabalho utilizaremos a conceituação de Movimento Social dado por GOHN (1995, p.44), para quem, “*movimentos sociais são ações coletivas de caráter sociopolítico, construídas por atores sociais pertencentes a diferentes classes e camadas sociais. Eles politizam suas demandas e criam um campo político de força social na sociedade civil*”.

<sup>2</sup> Boheco e Bazzo (2010) levantam a hipótese de uma suposta diferença entre o que significa Movimento CTS, dado como um movimento social pelos autores, e Enfoque CTS, interpretado como um movimento educacional circunscrito nas raízes sociológicas do Movimento CTS.

reformas curriculares imersas nesta nova concepção, que de acordo com Santos e Schnetzler (2003) possui fortes vínculos com uma formação científica e tecnológica para a cidadania, pois o enfoque CTS compreende o desenvolvimento desses dois elementos da sigla como um projeto humano, projetados e produzidos pela sociedade.

Souza Cruz e Zylbersztajn (2001) denunciam que nos EUA, os mega projetos de ensino de ciências na era pós-sputnik, PSSC (*Física*), CBA (*Química*), BSCS (*Biologia*) e SMSG (*Matemática*) para o nível colegial (*high school*) e SCIS (*Science Curriculum Improvement*) e SAPA (*Science Curriculum Improvement Study*) para níveis mais elementares, propostos na década de 50, receberam diversas críticas pois promoviam uma formação estudantil com ênfase total na preparação acadêmica de carreiras científicas e tecnológicas. Segundo estes autores, o elevado grau de insatisfação com relação ao ensino de ciências propedêutico, proposto por esses projetos, e o interesse do meio acadêmico por reformas curriculares nessa área, ganham maior efervescência na década de oitenta após a emissão do relatório “*Project Synthesis*”, formado por uma revisão e análise de estudos encomendados pela NSF (*National Science Foundation*), em 1977 e 1978, e por um estudo realizado pela NAEP (*National Assessment of Education Progress*), em 1978.

Tal relatório, cujo foco era avaliar o ensino de ciências em escolas por todo país, utilizando dados de entrevistas com professores, educadores e administradores de escolas, foi organizado em torno de quatro grupos de metas que justificariam a inclusão de ciências em escolas para crianças na faixa de dez a treze anos de idade:

- 1) Ciência para necessidade pessoal: A educação científica deveria formar indivíduos capazes de usar a ciência para melhorar sua própria vida e para acompanhar o crescimento da tecnologia no mundo;
- 2) Ciência para resolver questões sociais: A educação científica deveria produzir cidadãos informados e preparados para tratar responsavelmente problemas relacionando ciências e questões sociais;
- 3) Ciência para ajudar na escolha de carreira: A educação científica deveria dar a todos os estudantes consciência da natureza e da variedade de carreiras relacionadas com

- ciência e tecnologia. Tais carreiras podem atender diferentes aptidões e interesses;
- 4) Ciência para formar cientistas; a educação científica poderia preparar os estudantes para a carreira acadêmica (SOUZA CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2001, p. 178).

Como conclusão, o relatório apresenta que a ciência ensinada na década de setenta em escolas norte-americanas não acolhe os três primeiros grupos de metas e aponta para o enfoque CTS como a melhor solução para esta lacuna.

Diante destas conclusões do “*Project Synthesis*” e de outros estudos realizados por pesquisadores, que também davam destaque para o enfoque CTS, a NSTA (*National Science Teachers Association*), em 1980, declara oficialmente o enfoque CTS como meta central para a educação em ciência na década. Assim, o enfoque CTS aparece de maneira destacada no livro da NSTA e no livro da AETS (*Association for the Education of teachers of Science*) levando a NSF a conceder recursos para a sua implementação e avaliação em escolas e universidades americanas.

Um dos maiores incentivos financeiros foi dirigido à Universidade da Pensilvânia para o estabelecimento de um dos primeiros programas do enfoque CTS em nível universitário e para o desenvolvimento do projeto chamado “*Ciência através de CTS*”, que proporcionou um levantamento de iniciativas educacionais via o enfoque CTS desde o jardim de infância até faculdades nos EUA e em outros países. Isto resultou em coleta de materiais, edição de revistas, desenvolvimento de novos materiais instrucionais e até mesmo a formação e uma nova organização nacional, a NASTS (*National Association for Science, Technology and Society*) (SOUZA CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2001). Com estas iniciativas, o enfoque CTS intensificou-se na educação norte-americana, principalmente no ensino médio e fundamental, e segundo Yager (1996b) pode ser considerado um novo movimento de reforma curricular e uma nova concepção de ensino de ciências.

Na Inglaterra, nos anos setenta, algumas transformações nos campos institucional e intelectual passaram a se interessar por processos organizacionais e interações sociais desenvolvidos no contexto escolar. Elas instituíram movimentos reflexivos a respeito dos conteúdos de ensino, da estrutura de um currículo imerso num contexto de mudanças

sócio-culturais e a respeito de inovações pedagógicas. Estas reflexões estabeleceram uma nova sociologia da educação, onde uma nova geração de sociólogos influenciados por diferentes orientações teóricas (interacionismo americano, a sociologia do conhecimento, a antropologia cultural e o referencial marxista) propõem uma concepção de sociedade e educação completamente diferente, direcionando as pesquisas para uma abordagem sociológica dos currículos, promovendo uma análise crítica aos tradicionais currículos ingleses (SOUZA CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2001).

Face a este debate educacional e aos movimentos sociais de reflexão sobre as conseqüências negativas do uso da ciência e da tecnologia, que abarcam desde a poluição do meio ambiente às técnicas monstruosas de guerra, surgem ao longo da década de setenta projetos educacionais ligados aos aspectos sociais e culturais da ciência e da tecnologia em escolas, universidades e centros politécnicos. Solomon (1993) destaca os seguintes projetos:

- ❖ Science in Society, cujo objetivo central era resolver problemas em um contexto do assim chamado Terceiro Mundo e que se tornou uma atividade popular em aulas de ciências, realizadas nas escolas privadas de elite;
- ❖ SISCON (*Science in Social Context*), cuja intenção era levar a ciência para o domínio público, tornando este último apto a fazer parte de discussões políticas;
- ❖ SISCON-in-School, que surge devido ao fracasso do projeto SISCON e cujo foco principal é o ser humano, a natureza, a falibilidade da ciência, a qualidade de vida e os efeitos sociais das novas tecnologias, incluindo armamentos.

O destaque destes cursos e projetos educacionais leva o professor de Física John Ziman, ao final da década de setenta, a aprofundar os estudos a respeito das potencialidades desse enfoque em relação à educação. Desses estudos resulta o livro *Teaching and learning about science and society*, tendo sua primeira versão publicada em 1980.

Ziman (1980) identifica diversos traços semelhantes em tais cursos e projetos educacionais e, por serem designados por diferentes nomes – *Estudo social da ciência*, *Ciência e sociedade*, *Responsabilidade social na ciência*, *Ciências em um contexto social* e

*Relações sociais da ciência e tecnologia* –, cunha a sigla CTS<sup>3</sup> para intitular esse novo enfoque, ou concepção, na estruturação curricular e no ensino de ciências.

O autor argumenta que a educação científica estabelecida pelos tradicionais currículos ingleses, naquela época, passava para a comunidade de pesquisa, tecnólogos, técnicos e para o público geral, uma imagem falsa do potencial e da função social da ciência e da tecnologia. Como alternativa para tornar esta imagem mais condizente com suas verdadeiras naturezas fez uma análise da dependência que as profissões citadas acima possuem do conhecimento científico e tecnológico e do cidadão comum. No encerramento do livro, ele expôs diversas abordagens para o enfoque CTS e debateu sobre a inserção destas na prática docente de diferentes níveis escolares.

## 1.2 INSERÇÕES DO ENFOQUE CTS

Outros países estrangeiros podem ser destacados quanto às influências do enfoque CTS no currículo de nível secundário.

No Canadá, onde a educação é altamente descentralizada, o enfoque CTS surgiu por volta de 1971 (SOLOMON, 1993). Glen Aikenhead, professor e pesquisador da área de currículos, em *Science – A way of Knowing* (AIKENHEAD, 1975 APUD SOLOMON, 1993) produziu uma série de materiais escolares, direcionados ao público do ensino médio, nos quais são levados em consideração os aspectos filosóficos e sociais da ciência.

Ainda referente ao contexto canadense, Waks (1990) destaca, sem mencionar datas, que o enfoque CTS foi proposto em reformas curriculares do ensino de ciências de diversas províncias deste país. Segundo este autor, a província de Colúmbia Britânica, com a intenção de aumentar os requisitos no ensino de ciências do ensino médio, estabeleceu um curso com ênfase no enfoque CTS onde foram produzidos materiais impressos, vídeos e programas de formação de professores.

Na Holanda, o projeto pioneiro de reforma curricular ligado ao enfoque CTS foi o PLON<sup>4</sup> (sigla holandesa para *Physics Curriculum*

---

<sup>3</sup> Em inglês STS – Science, Technology, and Society. Yager (1996a) aponta este fato como a possível origem da sigla CTS no campo educacional.

*Development Project*), criado pela Universidade de Utrecht. Foi instituído em 1972 e encerrado oficialmente em 1986. Tal projeto abarcava um currículo para o ensino de Física no ensino médio onde o ponto de partida era o cotidiano dos estudantes, com ênfase aos artefatos tecnológicos, fenômenos naturais, aspectos sócio-científicos e a natureza do conhecimento científico. A seguir, eram introduzidos os conceitos físicos, cujo estudo era articulado com os itens de partida, permitindo um ciclo entre o conhecimento científico e o meio social. O projeto era composto por livros didáticos, manuais para professores, manuais técnicos e até mesmo avaliações (KORTLAND, 2005; EIJKELHOF; KORTLAND; LIJNSE, 1996).

Em relação ao histórico do enfoque CTS no ensino de ciências em países como o Japão e a Austrália podem ser consultados, respectivamente, Nagasu e Kumano (1996) e Giddings (1996).

Quanto ao Brasil, estudos do currículo de ciências apontam para a implementação de uma visão de ciência como um construto vinculado a aspectos econômicos, políticos e sociais, em reformas realizadas na década de setenta. Na década seguinte, esta renovação passa a focar as implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico (KRASILCHIK, 1980,1987; AMARAL, 2001).

Segundo Santos e Mortimer (2000) vários materiais didáticos e projetos curriculares nacionais que foram elaborados nas décadas de oitenta e noventa incorporam elementos do enfoque CTS.

Santos (2008) ressalta a apresentação de diversos trabalhos a respeito do enfoque CTS e o ensino de ciências na “*Conferência Internacional sobre Ensino de Ciências para o Século XXI: ACT – Alfabetização em ciência e tecnologia*”, organizada, em 1990, pelo Ministério da Educação em Brasília. Tais trabalhos tiveram como base uma literatura internacional. Segundo este autor, nos anos seguintes, surgiram diversas pesquisas em programas de pós-graduação envolvendo o enfoque CTS. Sem querer esgotar a lista, destaca-se Santos (1992), Trivelato (1993), Amorim (1995), Souza Cruz (2001), Auler (2002), Koepsel (2003), Teixeira (2003), Sepka (2004), Silva (2005), Souza (2005). O autor ainda chama a atenção para a publicação de livros (SANTOS; SCHNETZLER, 1997; Bazzo, 1998) e o início da apresentação de trabalhos em congressos e a publicação de artigos em periódicos da área de ensino de ciências a partir da década de noventa.

Quanto a realização de eventos destaque para o ano de 2011 quando foi realizado em Brasília o II Seminário Ibero-Americano

---

<sup>4</sup> Em holandês: Projekt Leerpakketontwikkeling Natuurkunde

Ciência–Tecnologia–Sociedade no Ensino das Ciências (II SIACTS-EC), cujo o tema foi “*Educação para uma nova ordem socioambiental no contexto da crise global*”.

Em relação a documentos oficiais, em 1998 o governo brasileiro publica os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Nesses documentos há a recomendação explícita de elementos convergentes ao enfoque CTS, ensejando um ensino de ciências e suas tecnologias que desenvolva competências e habilidades úteis ao exercício e intervenção de julgamentos práticos no contexto social. Isto envolve o entendimento de equipamentos e procedimentos técnicos, a obtenção e análise de informações, a avaliação de riscos e benefícios em processos tecnológicos e a tomada de decisão, com um significado amplo para a cidadania e também para a vida profissional.

Com o aumento da produtividade acadêmica ligada ao enfoque CTS, a partir do ano 2000 começam a ser publicados estudos do “estado da arte”, a fim de mapear e discutir o teor de publicações ligadas à sigla em eventos científicos das ciências naturais e periódicos da área (FAGUNDES ET AL, 2009; ABREU; FERNANDES; MARTINS, 2009; SUTIL ET AL, 2008; MEZALIRA 2008; MIRANDA, 2001).

### 1.3 INTENCIONALIDADES DO ENFOQUE CTS

Para Yager (1996a)<sup>5</sup>, os esforços realizados para implementar o enfoque CTS na educação norte-americana, no período de 1984-1994, resultaram em pesquisas que podem ser usadas para influenciar práticas e assegurar ao enfoque CTS a posição de um novo movimento de reforma curricular e ensino de ciências. Não significa uma nova metodologia ou forma especial de educação, como a educação ambiental e a educação para a saúde, ou ainda uma forma especial para selecionar e ordenar conteúdos num currículo, mas sim, uma reforma educacional mais abrangente onde os conhecimentos científicos e tecnológicos são construídos tendo como base a necessidade de serem conhecidos. O

---

<sup>5</sup> Segundo Garcia, Cerezo e López (1996) e Souza Cruz e Zylbersztajn (2001), Robert Yager, presidente da NSTA (*National Science Teachers Association*), catedrático de Didática das Ciências no *Science Education Center* da Universidade de Iowa e autor de diversas publicações, pode ser considerado o principal defensor e articulador do enfoque CTS no movimento de renovação do ensino de ciências ocorrido, a partir da década de oitenta, nos EUA.

autor extrapola a idéia e apresenta o enfoque CTS como um viés para promover uma prática docente diferente do ensino tradicional, ou mais precisamente, como um meio para atingir novos objetivos educacionais.

Para o autor, o enfoque CTS significa proporcionar uma intenção de ensino que parta de uma situação – uma questão, um problema ou um tópico – onde a criatividade do professor possa ajudar os estudantes a desenvolver habilidades, a criatividade e a perceber o potencial e a utilidade dos conceitos básicos abordados nesta situação.

Nas palavras do autor:

**[o enfoque]** CTS significa partir do estudante e de suas questões, utilizando todos os recursos disponíveis para trabalhar pela resolução do problema e sempre que possível avançar ao estágio de tomada de atitudes individualmente ou em grupos para resolver questões verdadeiras.

**[o enfoque]** CTS significa lidar com os estudantes nos seus próprios ambientes e com suas próprias situações de referência. Significa chegar ao mundo das aplicações, ao mundo da tecnologia, o mundo onde o estudante faz sua própria conexão com sua vida e com as disciplinas tradicionais.

**[o enfoque]** CTS significa que os conceitos e processos são úteis porque eles são encontrados quando o estudante precisa deles para lidar com problemas por ele identificados. Isto ocorre por causa da alta motivação e interesse e porque o estudante formulou questões, ofereceu explicações e está interessado na validade destas explicações (YAGER, 1996a, p. 10, tradução e grifos nossos).

Para aprofundar ainda mais o significado do enfoque CTS na educação básica, Yager dá indicativos de possíveis discrepâncias no desenvolvimento do domínio de conceitos, atitudes, processos, habilidades criativas e aplicações científicas entre aulas tradicionais e via o enfoque CTS. Tal comparação é apresentada nas tabelas 1 a 5.



Tabela 1: Contrastes entre o domínio dos estudantes de conceitos científicos emergentes de aulas tradicionais e via o enfoque CTS.

<b>Tradicional</b>	<b>Enfoque CTS</b>
1. Os conceitos científicos são informações dominadas para um teste do professor;	1. Os estudantes veem os conceitos como algo útil pessoalmente;
2. Os conceitos são vistos como resultados deles mesmos;	2. Os conceitos são vistos como objetos necessários para lidar com os problemas;
3. O principal objetivo de aprender é passar nos testes;	3. A aprendizagem ocorre por causa da atividade; ela é um acontecimento importante, mas não um foco em si mesma;
4. A aprendizagem tem vida curta;	4. Estudantes que aprendem por experiência retêm a informação e podem usualmente relacioná-la a novas situações;

Fonte: Yager (1996a, p. 11, tradução nossa)

Tabela 2: Contraste das habilidades de processos científicos dos estudantes emergentes de aulas tradicionais e via o enfoque CTS

<b>Tradicional</b>	<b>Enfoque CTS</b>
1. Estudantes veem os processos científicos como habilidades próprias dos cientistas;	1. Estudantes veem os processos científicos como habilidades que eles podem utilizar;
2. Estudantes veem os processos como algo a praticar como um requerimento do curso;	2. Estudantes veem os processos como habilidades que eles precisam refinar e desenvolver mais plenamente para si;
3. A preocupação dos professores com os processos não é compreendida pelos estudantes especialmente porque os processos raramente afetam as notas no curso;	3. Estudantes facilmente veem as relações ente os processos científicos e as suas próprias ações;
4. Estudantes veem o processo	4. Estudantes veem o processo

científico como habilidades abstratas, glorificadas, inatingíveis, sem relação com suas vidas.	científico como parte vital do que eles fazem em aulas de ciências;
--	---

Fonte: Yager (1996a, p. 11, tradução nossa).

Tabela 3: Contraste entre atitudes dos estudantes emergentes de aulas tradicionais e via o enfoque CTS

<b>Tradicional</b>	<b>Enfoque CTS</b>
1. O interesse do estudante decai num nível de ensino particular e continua nos próximos níveis;	1. O interesse do estudante aumenta em cursos específicos e de nível para nível;
2. A ciência parece diminuir a curiosidade em relação ao mundo natural;	2. Os estudantes tornam-se mais curiosos em relação ao mundo natural;
3. Estudantes veem o professor como um fornecedor de informações;	3. Estudantes veem o professor como um facilitador/guia;
4. Os estudantes veem a ciência como informações a aprender;	4. Estudantes veem a ciência como um caminho para lidar com seus problemas;

Fonte: Yager (1996a, p. 12, tradução nossa)

Tabela 4: Contraste entre as habilidades de criatividade dos estudantes emergentes de aulas tradicionais e via o enfoque CTS.

<b>Tradicional</b>	<b>Enfoque CTS</b>
1. Estudantes diminuem suas habilidades de questionamento; as suas questões levantadas frequentemente são ignoradas porque não se encaixam no curso;	1. Estudantes perguntam mais questões; as questões são úteis para planejar ações e uso dos materiais;
2. Estudantes raramente fazem questões específicas;	2. Estudantes frequentemente fazem questões específicas que aumentam seus próprios interesses, de outros estudantes e do professor;
3. Estudantes não são eficientes em identificar as possíveis causas e os possíveis efeitos de situações específicas;	3. Estudantes têm habilidades necessárias para sugerir possíveis causas e efeitos de certas observações e ações;
4. Estudantes têm poucas idéias originais;	4. Estudantes parecem efervescer com as idéias;

FONTE: Yager (1996a, p.12, tradução nossa)

Tabela 5: Contraste da aplicação de conceitos científicos emergentes de aulas tradicionais e via o enfoque CTS

<b>Tradicional</b>	<b>Enfoque CTS</b>
1. Estudantes não conseguem atribuir valor ou uso do estudo de ciências em suas vidas;	1. Estudantes podem relacionar estudo de ciências com seu cotidiano;
2. Estudantes não veem valor no seu estudo de ciências para resolver atuais problemas sociais;	2. Estudantes envolvem-se com a resolução de problemas sociais; eles veem a relação dos seus estudos de ciências para a prática de responsabilidades como cidadãos;
3. Estudantes podem recitar informações ou conceitos estudados;	3. Estudantes procuram por outras informações para lidarem com suas questões;
4. Estudantes não conseguem relacionar a ciência que eles estudam com nenhuma tecnologia cotidiana;	4. Estudantes ficam absortos por desenvolvimentos tecnológicos e os utilizam para ver a importância e a relevância de conceitos científicos;

Fonte: (YAGER, 1996a, p.12, tradução nossa)

As tabelas de Yager (1996a) sugerem um significado para o enfoque CTS que anseia por uma nova concepção de ensino por parte dos professores de ciências. São eles que decidem que conhecimentos são relevantes no ensino de ciências e que metodologias devem ser praticadas para alcançá-los. Em resumo, o autor parece indicar que o significado do enfoque CTS é delimitar novos objetivos mediante o estabelecimento de uma nova relação entre o conhecimento científico e tecnológico e a sociedade. Isto pressupõe um possível rompimento com o ensino tradicional, cuja caracterização, de acordo com Pinho Alves e Pinheiro (2010), não deve ser dada, de forma ingênua, como sinônimo de aula expositiva e, sim, como uma prática docente refletora de um conjunto de valores devido a 1) um ensino dogmático (tudo que é ensinado tem um sentido de verdade que deve ser assimilado para permitir a continuidade do “progresso” social prescrito pela sociedade); 2) um ensino conservador, que preestabelece a manutenção dos valores e princípios sociais já consolidados (manutenção do *status quo*); 3) um

ensino que valoriza o saber pelo saber, onde a ligação deste último com a vivência diária do aprendiz não se faz necessária; 4) um ensino que valoriza, no caso específico das ciências, a visão positivista da neutralidade da ciência; 5) um ensino onde cabe ao professor o simples papel de transmissor e 6) um ensino que reserva ao aprendiz, considerado um sujeito sem história, a função de receptor do conhecimento.

Sendo assim, se dentro deste quadro tradicional o conhecimento científico e tecnológico é tratado como neutro, objetivo e fatural transformando a ciência e a tecnologia em algo abstrato e impessoal, o enfoque CTS presume uma educação científica e tecnológica fundamentada na ação e construção social e que seja culturalmente e socialmente contextualizada. Para isso trata a ciência, a tecnologia e o seu ensino de forma a influenciar a vida cotidiana de estudantes e professores.

Ainda em relação ao significado do enfoque CTS, a ampla e diversificada disseminação deste em terras norte-americanas, a partir da década de oitenta, levou a NSTA (*National Science Teachers Association*), em 1988, a convocar uma força tarefa. Assim, onze características dos programas educacionais baseados no enfoque CTS foram identificadas e listadas na edição de 1990-1991 do “*Handbook da NSTA*” (SOUZA CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2001). Segundo Yager (1996b) o relatório desta comissão finalizava com as seguintes palavras:

[**enfoque**] CTS em última análise é o envolvimento dos aprendizes em experiências e assuntos que estão diretamente relacionados com suas vidas. [**enfoque**] CTS desenvolve nos estudantes habilidades que lhes permitem se tornar cidadãos ativos e responsáveis ao responder a assuntos que têm impactos em suas vidas. A experiência da educação científica através de estratégias [**do enfoque**] CTS irá criar uma cidadania alfabetizada cientificamente para o século XXI (NSTA, 1990-1991, p.48, apud YAGER, 1996b, tradução e grifos nossos).

Na mesma linha de raciocínio, Hofstein, Aikenhead e Riquarts (1988) explicam o significado do enfoque CTS com base nos contextos aos quais o ensino de ciências e os estudantes devem estar inseridos. Segundo os autores, as discussões promovidas a respeito do enfoque CTS no 4º Simpósio Internacional sobre *Tendências Mundiais em*

*Educação Científica e Tecnológica*, organizado pela *International Organization for Science and Technology Education (IOSTE)*, conduzem ao entendimento geral de que o enfoque CTS significa

[...] o ensino do conteúdo de ciência no contexto autêntico do seu meio tecnológico e social. Os estudantes tendem a integrar a sua compreensão pessoal do mundo natural (**conteúdo da ciência**) com o mundo construído pelo homem (**tecnologia**) e o seu mundo social do dia-dia (**sociedade**) (HOFSTEIN; AIKENHEAD; RIQUARTS, 1988, p. 358, tradução nossa - grifos dos autores).

Os autores ilustram estas relações entre ciência, tecnologia e sociedade na figura 1 abaixo, onde as setas contínuas representam o aluno fazendo uso lógico do conteúdo da ciência. As setas pontilhadas representam as conexões feitas pelos materiais de ensino CTS que fornecem os conteúdos científicos e tecnológicos neste contexto integrativo.

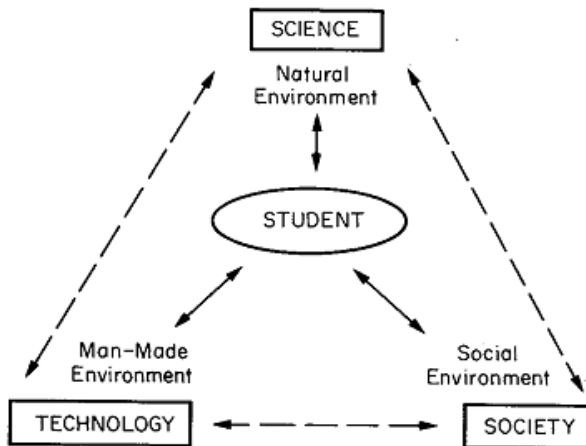


Figura 1: Relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade e o Estudante.

Fonte: Hofstein; Aikenhead; Riquarts (1988, p. 358).

Essas considerações evidenciam que o enfoque CTS significa uma re-estruturação curricular ajustada a partir do meio sócio-cultural dos estudantes, onde a prática docente tem por finalidade um ensino **através** dos conceitos científicos e tecnológicos. Concepção que de acordo com Santos e Schnetzler (2003, p. 64) refere-se a um ensino que se efetua “*a partir do conhecimento mais amplo*” dos conceitos científicos e tecnológicos “*e de suas implicações para com a vida do indivíduo.*” Para eles, isso torna o enfoque CTS o mais propício à preparação para o exercício da cidadania, diferente de um ensino **para** os conceitos científicos e tecnológicos, que se refere à formação de especialistas.

Até aqui o enfoque CTS parece significar ou pressupor uma nova concepção de ensino e re-estruturação dos conhecimentos científicos e tecnológicos a serem trabalhados no ensino de ciências. Entretanto, há ainda uma outra intencionalidade do enfoque CTS: dar ênfase a natureza e imbricamentos que ocorrem entre os elementos da sigla. Mckavanagh & Maher (1982, apud SANTOS; SCHNETZLER, 2003) destacam nove aspectos do estudo da natureza da ciência, da tecnologia, da sociedade e os seus imbricamentos, que são apresentados na tabela 6.

Tabela 6: Nove aspectos do enfoque CTS

<b>Aspectos do Enfoque CTS</b>	<b>Esclarecimentos</b>
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 conhecimentos para resolver problemas práticos. A humanidade sempre teve tecnologia.
3. Natureza da Sociedade	3. A sociedade é uma instituição humana na qual ocorrem mudanças científicas e tecnológicas.
4. Efeito da Ciência sobre a Tecnologia	4. A produção de novos conhecimentos tem estimulado mudanças tecnológicas 5.
5. Efeitos da Tecnologia sobre a Sociedade	6. A Tecnologia disponível a um grupo humano influencia grandemente o estilo de vida do grupo.
6. Efeito da Sociedade sobre a Ciência	7. Através de investimentos e outras pressões, a sociedade influencia a direção da pesquisa.
7. Efeito da Ciência sobre a Sociedade	8. Os desenvolvimentos de teorias científicas podem influenciar o pensamento das pessoas e as soluções de problemas.
8. Efeito da Sociedade sobre a Tecnologia	9. 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	10. A disponibilidade de recursos tecnológicos limitará ou ampliará os progressos científicos.

Fonte: (Mckavanagh & Maher (1982 *apud* SANTOS; SCHNETZLER, 2003, p. 65).

Sem questionar as concepções de ciência, tecnologia e sociedade dos autores, a tabela sugerida por eles parece evidenciar outra

intencionalidade do enfoque CTS na educação básica: proporcionar ao estudante uma compreensão da natureza individual de cada elemento que compõe a sigla e a interdependência que se processa entre os mesmos. Solomon (1988) deixa clara esta intencionalidade do enfoque CTS na educação básica ao mencionar a visão que se deve passar aos estudantes quanto a aceção individual de cada elemento que compõe a sigla.

Em relação à ciência, a autora discorre que um ensino de ciências no enfoque CTS deve considerar o caráter provisório e incerto das teorias científicas, permitindo aos estudantes julgar as aplicações da ciência, bem como considerar a possibilidade de múltiplas alternativas em processos decisórios. Quanto à tecnologia, deve-se caracterizá-la como fruto de uma produção social, geradora de pressões e dependência para suas inovações. E em relação à sociedade, a autora ressalta a importância de mostrar aos estudantes o poder de influência que estes possuem como cidadãos. Isto estimularia junto ao público estudantil um aumento na participação democrática, na compreensão de como os cidadãos podem atuar no poder legislativo e na reflexão a respeito de problemas éticos ligados à sociedade.

Com certeza os movimentos sociais difundidos nas décadas de sessenta e setenta, ligados a aspectos ecológicos, pacifistas e contraculturais, cuja preocupação e questionamentos eram fundados nos antecedentes e/ou conseqüências do desenvolvimento científico e tecnológico, os trabalhos de epistemólogos, educadores, sociólogos e outros profissionais concentraram esforços no anseio por uma nova ordem social. Todo projeto de sociedade, ao considerar as diferentes facetas de como se estruturará esta última e quais os objetivos e meios utilizará para atingi-los, será composto no seu bojo por um projeto educacional (PINHO ALVES e PINHEIRO, 2010).

A literatura exposta acima mostra que o enfoque CTS significa parte deste projeto educacional, uma nova concepção de ensino e reestruturação curricular de ciências procriadora de uma formação cidadã e que em sala de aula mexe com a concepção e o relacionamento existente entre os três principais elementos do sistema de ensino-aprendizagem, o conhecimento, o professor e o aluno.

Ao aproximar os conteúdos científicos e tecnológicos do contexto sócio-cultural dos estudantes, bem como ao desenvolver o caráter provisório e incerto dos mesmos, podem ser desestabilizados o dogmatismo, o conservadorismo, a neutralidade da ciência e da tecnologia e a valorização do saber pelo saber. O professor, ao invés de meramente transmitir conhecimentos, tem um novo papel: o de



desenvolver habilidades, valores e atitudes através da integração de conteúdos científicos e tecnológicos implícitos no contexto sócio-cultural dos estudantes. Assim, colaborando para com a preparação de cidadãos, deslocando o estudante da posição de mero receptor para a posição de um indivíduo que interage com o conhecimento.

#### 1.4 CURSOS OU CONFIGURAÇÕES CURRICULARES COM ÊNFASE NO ENFOQUE CTS

Ao que tudo indica, cursos ou configurações curriculares com ênfase no enfoque CTS desenvolvem-se a partir da abordagem de problemas, eventos ou temas relativos à existência cotidiana, ou seja, pertencentes ao meio sócio-cultural dos estudantes.

De acordo com Fourez (1995, 1997) a abordagem do mundo concreto por meio de uma disciplina particular é parcial e em geral estreita demais para estudar um problema, evento ou tema em toda a sua complexidade. Por isso, segundo o autor, estudar uma questão do cotidiano requer uma multiplicidade de enfoques, o que remete, educacionalmente, a uma abordagem interdisciplinar. Assim, é nítido que cursos ou configurações curriculares pautados no enfoque CTS são estruturados numa abordagem interdisciplinar e contextualizada, que, ao integrar os conhecimentos científicos e tecnológicos imersos no meio sócio-cultural dos estudantes, leve em consideração a natureza e imbricamentos dos elementos que compõem a sigla.

No entanto, como destaca Ricardo (2005), deve-se evitar a armadilha de entender a interdisciplinaridade simplesmente como uma prática coletiva ou mera justaposição de diferentes enfoques de mais de uma disciplina para o mesmo objeto. E, também, a armadilha de atribuir à contextualização uma compreensão rasteira que a reduz ao cotidiano circunscrito nas proximidades físicas dos estudantes. Para o autor, é inviável entender a interdisciplinaridade e a contextualização separadamente, sendo que ambas devem ser tratadas no campo epistemológico.

De forma interdisciplinar ou disciplinar, um curso ou configuração curricular pautada no enfoque CTS também deve evitar as armadilhas de concentrar o seu planejamento didático-pedagógico apenas no desenvolvimento das inter-relações político-sociais existentes entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, bem como planejar uma abordagem puramente conceitual e apenas citar, tipo apêndice, estes

aspectos sócio-científicos e sócio-tecnológicos. A primeira armadilha enfraqueceria o ensino de ciências quanto ao desenvolvimento de conceitos científicos e tecnológicos, enquanto a segunda seria oferecer uma máscara ao ensino de ciências tradicional, ou ainda, como preconizam Santos e Mortimer (2000, p.8), seria uma forma de “*dourar a pílula*” introduzindo algum fator de motivação com o objetivo de disfarçar a abstração excessiva de um ensino puramente conceitual, dogmático e com propósitos propedêuticos.

Este desequilíbrio ou diversificação que pode ocorrer na elaboração de um curso ou na confecção de um currículo com os pressupostos do enfoque CTS reforça a tese de que os eventos ou temas a serem explorados nesta perspectiva de ensino devam ser abordados sob o ângulo de determinados parâmetros, os quais a presente pesquisa pretende sugerir-los. Strieder (2008) também menciona esta preocupação ao relatar que:

[...] considera-se que para uma efetiva implementação de abordagens CTS no contexto educacional, é necessário fornecer parâmetros e orientações com elementos mais bem delineados além de estratégias para sua inserção (STRIEDER, 2008, p.13).

[...] entende-se ser necessária uma maior sistematização da abordagem CTS no contexto educacional (STRIEDER, 2008, p.29).

[...] não há um consenso nem quanto à seleção desses temas [**ou eventos**] nem quanto à forma de abordá-los (STRIEDER, 2008, p.35 – grifo nosso).

Para Santos (2001), esta diversificação ou associação de diferentes tendências na modalidade curricular pautada no enfoque CTS possui direta relação com o tratamento dado aos elementos da sigla. Essa conclusão a induz à escolha de três categorias diferentes de abordagem CTS:

- 1) CTS, que privilegia os aspectos da ciência (natureza, história e conceitos) com vínculos sociais e humanísticos, mas que

implementa a tecnologia como aplicação do conhecimento científico e a reduz ao status de ciência aplicada;

- 2) CTS, que desloca o privilégio para a tecnologia, fazendo uso do conhecimento prático para conectar a ciência à tecnologia, de forma a extrair o conhecimento científico de contextos relacionados ao cotidiano dos estudantes. Segundo a autora, esta proposta, se levada ao extremo, pode conduzir a dependência sistemática da ciência em relação à tecnologia além de regredir a lógica industrial ou empresarial da escola;
- 3) CTS, que foca e prioriza a sociedade, através de propostas didático-pedagógicas onde os estudantes aprendem ciência enquanto analisam e estudam questões sociais, culturais e de valores. Segundo a autora, em propostas radicais desta abordagem os conceitos científicos e tecnológicos parecem ter perdido importância.

Percebe-se que aspectos relacionados à ciência e a sociedade são abordados nas três categorias eleitas por Santos (2001). Contudo os aspectos relacionados à tecnologia são praticamente negligenciados em todas as categorias. Na primeira, a ciência possui vínculos sociais e humanísticos, enquanto a tecnologia, além de ser banida, é reduzida ao status de ciência aplicada. Na segunda, os conhecimentos científicos são explorados a partir do contexto social dos estudantes, usando como pano de fundo a tecnologia, porém, sem explorar seus aspectos (sua natureza, a linguagem tecnológica, os conceitos tecnológicos, aspectos sócio-tecnológicos) e, na terceira, a tecnologia sequer é citada, quando muito podendo ser vista como algo maléfico ao se discutir questões sociais relacionadas ao desenvolvimento tecnológico.

Um dos motivos para tal negligência pode estar concentrada no fato de que pouco se discute na formação estudantil, em nível secundário ou superior, a respeito de uma concepção de tecnologia. Parecendo ser a tecnologia, apenas, um produto da ciência e que ambas possuem os mesmos questionamentos quanto a conceitos, natureza e implicações sociais.

Um dos propósitos do enfoque CTS é abordar um ensino de conceitos científicos e tecnológicos dando ênfase às naturezas da ciência e da tecnologia, juntamente com suas implicações mútuas e tangentes ao

meio social. Pretensiosa ou não, esta proposta fica evidente quando se discute a respeito dos objetivos educacionais delimitados pelo enfoque CTS. No item a seguir, será explorado que se delega ao enfoque CTS o objetivo educacional de uma alfabetização científica e uma alfabetização tecnológica que dêem suporte para decisões circunscritas na vida individual e coletiva e que estejam relacionadas à ciência e à tecnologia.

Portanto, ao se explorar um tema ou evento fica claro o equilíbrio que se deve ter em relação a parâmetros oriundos de aspectos de uma alfabetização científica e de uma alfabetização tecnológica. Caso isso não ocorra, pode-se inferir equivocadamente que as mencionadas alfabetizações dizem respeito aos mesmos questionamentos. E assim, as intencionalidades e objetivos educacionais do enfoque CTS poderão sucumbir.

Uma categorização referente à discussão acima é estabelecida por Aikenhead (1994). O autor analisa cursos ou configurações curriculares cuja construção e aplicação são pautadas no enfoque CTS. Seu objetivo é verificar a proporção existente entre conteúdos científicos tradicionais e conteúdos CTS.

É importante frisar que estes conteúdos CTS são entendidos pelo autor como as relações existentes entre os elementos da sigla, bem como questões sociais, históricas, políticas e filosóficas relacionadas tanto à ciência e à tecnologia quanto às comunidades científica e tecnológica.

Nesta categorização o autor declara que não são contabilizados em sua análise os métodos de ensino (instrução, resolução de problemas, tomadas de decisão), os contextos de ensino (questões locais, políticas públicas ou problemas globais) e as teorias de aprendizagem dos estudantes.

Estas categorias são traduzidas e apresentadas por Santos e Mortimer (2000) como mostra a tabela 7 a seguir.

Tabela 7: Categorias de cursos com base no enfoque CTS

<b>Categorias</b>	<b>Descrição</b>	<b>Exemplos</b>
1. Conteúdo de CTS como elemento de motivação.	Ensino tradicional de ciências acrescido da menção ao conteúdo de CTS com a função de tornar as aulas mais interessantes.	O que muitos professores fazem para “dourar a pílula” de cursos puramente conceituais.
2. Incorporação eventual do conteúdo de CTS ao conteúdo programático.	Ensino tradicional de ciências acrescido de pequenos estudos de conteúdo de CTS incorporados como apêndices aos tópicos de ciências. O conteúdo de CTS não é resultado do uso de temas unificadores.	Science and Technology in Society (SATIS, UK), Consumer Science (EUA), Values in School Science (EUA).
3. Incorporação sistemática do conteúdo de CTS ao conteúdo programático.	Ensino tradicional de ciências acrescido de uma série de pequenos estudos de conteúdo de CTS integrados aos tópicos de ciências, com a função de explorar sistematicamente o conteúdo de CTS. Esses conteúdos formam temas unificadores.	Harvard Project Physics (EUA), Science and Social Issues (EUA), Nelson Chemistry (Canadá), Interactive Teaching Units for Chemistry (UK), Science, Technology and Society, Block J. (EUA). Three SATIS 16-19 modules (What is Science? What is Technology? How Does Society decide? – UK).
4. Disciplina Científica (Química, Física e Biologia) por meio do conteúdo de CTS.	Os temas de CTS são utilizados para organizar o conteúdo de ciências e a sua sequência, mas a seleção do conteúdo científico ainda é a feita partir de uma disciplina. A lista dos tópicos científicos puros é muito semelhante àquela da categoria 3, embora a sequência possa ser bem diferente.	ChemCon (EUA), os módulos holandeses de física como Light Sources and Ionizing Radiation (Holanda: PLON), Science and Society Teaching units (Canadá), Chemical Education for Public Understanding (EUA), Science Teachers’ Association of Victoria Physics Series (Austrália).

## Continuação

5. Ciências por meio do conteúdo de CTS.	CTS organiza o conteúdo e sua sequência. O conteúdo de ciências é multidisciplinar, sendo ditado pelo conteúdo de CTS. A lista de tópicos científicos puros assemelha-se à listagem de tópicos importantes a partir de uma variedade de cursos de ensino tradicional de ciências.	Logical Reasoning in Science and Technology (Canadá), Modular STS (EUA), Global Science (EUA), Dutch Environmental Project (Holanda), Salters' Science Project (UK)
6. Ciências com conteúdo de CTS	O conteúdo de CTS é o foco de ensino. O conteúdo relevante de ciências enriquece a aprendizagem.	Exploring the Nature of Science (Ing.) Society Environment and Energy Development Studies (SEEDS) modules (EUA), Science and Technology 11 (Canadá)
7. Incorporação das Ciências ao conteúdo de CTS	O conteúdo de CTS é o foco do currículo. O conteúdo relevante de ciências é mencionado, mas não é ensinado sistematicamente. Pode ser dada ênfase aos princípios gerais da ciência.	Studies in a Social Context (SISCON) in Schools (UK), Modular Courses in Technology (UK), Science A Way of Knowing (Canadá), Science Technology and Society (Austrália), Creative Role Playing Exercises in Science and Technology (EUA), Issues for Today (Canadá), Interactions in Science and Society – vídeos (EUA), Perspectives in Science (Canadá)
8. Conteúdo de CTS	Estudo de uma questão tecnológica ou social importante. O conteúdo de ciências é mencionado somente para indicar uma vinculação com as ciências.	Science and Society (UK.), Innovations: The Social Consequences of Science and Technology program (EUA), Preparing for Tomorrow's World (EUA), Values and Biology (EUA).

Fonte: Aikenhead (1994 *apud* SANTOS; MORTIMER, 2000, p. 15-16 – tradução dos autores).

Aikenhead (1994) comenta que, à medida que se avança da categoria 1 para a categoria 8, a proporção de conteúdo CTS aumenta progressivamente em relação ao conteúdo tradicional de ciências. Embora nenhuma das categorias possa ser considerado, na sua visão, um “verdadeiro” curso CTS, as categorias de 3 a 6 são as que mais se identificam com os cursos CTS divulgados na literatura.

Basicamente com o mesmo teor das categorias apresentadas por Aikenhead (1994), no entanto de forma mais sucinta, López e Cerezo (1996) citam três tipos de programas CTS na educação básica:

- 1) *Enxerto CTS* – Consiste em mencionar os estudos CTS para tornar os conceitos puramente científicos mais interessantes ou complementá-los a partir de estudos CTS específicos. Como exemplos os autores citam o projeto *SATIS*, desenvolvido no Reino Unido, e o projeto *Harvard Projects Physics*, desenvolvido nos Estados Unidos;
- 2) *Ciência e Tecnologia através de CTS* – Consiste em ensinar conceitos científicos numa perspectiva disciplinar ou pluridisciplinar orientada pelos estudos CTS. Toma-se um problema alinhado com possíveis papéis que os estudantes deverão assumir no futuro (como consumidor, cidadão, profissional) e a partir daí são selecionados os conteúdos científicos e tecnológicos necessários para que o estudante esteja preparado para a tomada de decisão relacionada ao entendimento de um artefato tecnológico ou algum ponto de vista sobre um problema social relacionado a ciência e a tecnologia. Como exemplo os autores citam o já citado programa holandês PLON;
- 3) *CTS puro* – Significa desenvolver estudos CTS deixando em segundo plano os conteúdos científicos e tecnológicos que são referenciados sem aprofundamento. Como exemplo os autores citam o projeto *SISCON* desenvolvido em território inglês.

Ressalta-se que o termo “estudos *CTS*”, mencionados por López e Cerezo (1996), tem o mesmo significado que o termo “conteúdos CTS” de Aikenhead (1994), detalhado anteriormente.

Desta forma, na categoria 1, de ambas as classificações, os “*estudos CTS*” ou “*conteúdos CTS*” são mencionadas apenas como fator

de motivação e, de acordo com Santos e Mortimer (2000), não poderiam ser considerados cursos com ênfase no enfoque CTS.

Por sua vez, um curso CTS na categoria 8 de Aikenhead (1994) e na terceira categoria de López e Cerezo (1996) possuem como foco a exploração de uma questão social ou tecnológica. Suas preocupações educacionais concentram-se na discussão e compreensão de aspectos políticos, filosóficos e/ou sociais que relacionam a ciência, a tecnologia e a sociedade. Este tipo de abordagem, que se identifica com a categoria CTS de Santos (2001), minimiza a importância dos conhecimentos científicos e tecnológicos, já que estes, muitas vezes, são apenas citados no interior das discussões.

Deve-se destacar que isto fornece munição à crítica mais severa delineada ao enfoque CTS, a de que este, dentro do ensino de ciências, está preocupado apenas com opiniões pessoais, argumentações políticas, filosóficas e econômicas que envolvam a ciência, a tecnologia e a sociedade. Esta concepção, argumentam os críticos, enfraqueceria ou esvaziaria o ensino de ciências no que diz respeito aos conhecimentos científicos e tecnológicos universais (SOLOMON, 1993). Além disso, este tipo de abordagem contraria as raízes do enfoque CTS, cuja pretensão é uma educação em ciências que dê ao cidadão comum os conceitos científicos e tecnológicos mínimos para a sua inserção dentro de uma civilização cada vez mais influenciada pela ciência e pela tecnologia (YAGER 1996a, 1996b; HOFSTEIN; AIKENHEAD; RIQUARTS, 1988; SOLOMON, 1993; WAKS, 1990).

No entanto, estas raízes estão longe de defender uma educação científica e tecnológica neutra e objetiva, ou então, seria promovido um retorno<sup>6</sup> à pedagogia conteudista que delega à escola apenas o papel de transmitir conteúdos. Dentro dos quais se crê estarem embutidos conceitos, idéias, fatos, princípios, leis, habilidades, modos de atividade, métodos, hábitos, valores e atitudes (MOREIRA, 2002).

Novamente haverá a necessidade de se observar um equilíbrio, pois concentrar a abordagem do enfoque CTS somente no desenvolvimento de conceitos científicos e tecnológicos será tão prejudicial ao ensino de ciências quanto concentrar a sua abordagem através, unicamente, da promoção de discussões sócio-científicas e sócio-tecnológicas. A primeira formaria estudantes engessados, com bagagem cultural para a manutenção do “*status quo*” e a segunda forneceria um discurso político, mas sem um aprofundamento em

---

<sup>6</sup> Em tese haveria um retorno, mas de acordo com a maior parte do atual trabalho docente praticado nas escolas brasileiras, condiz com a normalidade.



conhecimentos científicos e tecnológicos necessários ao dia-a-dia de uma sociedade tecno-científica.

### **1.4.1 Cenário Nacional**

No Brasil, foram elaboradas e desenvolvidas diversas intervenções declaradas com pauta nos pressupostos teóricos do enfoque CTS. Essas implementações se efetuaram dentro das escolas tanto no nível fundamental quanto no nível médio de ensino (CARLETTTO; PINHEIRO, 2005; NUNES, 2005; SAMAGAIA; PEDUZZI, 2004; SEPKA, 2004; ANDRADE; CARVALHO, 2002; SOUZA CRUZ, 2001)

Como era de se esperar a maioria das intervenções ocorreram a partir da abordagem de temas. No entanto, sem qualquer tipo de surpresa, estas abordagens, mesmo tendo em vista os pressupostos do enfoque CTS, ocorreram de maneira diversificada (STRIEDER, 2008).

Além destas intervenções foram feitas algumas pesquisas com discussões tangentes ao campo curricular. Muenchen e Auler (2007a, 2007b) refletem a respeito de configurações curriculares mediante o enfoque CTS através da implementação de temas/problemas de relevância social no contexto escolar. Suas pesquisas concentram-se na modalidade de educação de jovens e adultos (EJA), onde, segundo os autores, a flexibilidade curricular é maior e os engessamentos curriculares, reais ou imaginários, são menores.

O encaminhamento curricular analisado nestas investigações é demarcado por uma articulação, iniciada por Auler (2002), entre premissas do educador brasileiro Paulo Freire e referenciais ligados ao movimento CTS. Segundo o autor, a convergência entre Freire e CTS reside na similaridade existente entre seus objetivos. Enquanto o movimento CTS busca a participação e a democratização das decisões em temas sociais que envolvem ciência e tecnologia, Freire defende que alfabetização almeja uma leitura também crítica da realidade. O projeto político-pedagógico de Paulo Freire enseja a reinvenção da sociedade. É este sentido de leitura crítica da sociedade que conduz Auler (2002) a valorizar a importância de se desenvolver uma compreensão crítica sobre as interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade, por considerar

que a dinâmica social contemporânea está fortemente marcada pela presença da ciência e da tecnologia.

Outro pressuposto teórico utilizado por Muenchen e Auler (2007a, 2007b) é o fato de Freire propor uma nova relação entre o currículo (mundo da escola) e a realidade da escola (mundo da vida). Nesta nova relação, a realidade local da escola adentra nas configurações curriculares mediante o que o educador denomina de temas geradores, os quais envolvem situações problemáticas e contraditórias. Inserindo no ambiente escolar a cultura e os desafios enfrentados pela comunidade local. Estes temas geradores transformam-se em objeto de estudo que direcionam a seleção dos conteúdos disciplinares.

As pesquisas de Muenchen e Auler (2007a, 2007b) foram estruturadas num curso de 40 horas, destinado a 24 professores de disciplinas como Física, Química, Biologia e Ciências e que atuam em 14 escolas brasileiras localizadas no município de Santa Maria, estado do Rio Grande do Sul. Numa primeira etapa, os autores fizeram uso, ao longo do curso, de um questionário e registros escritos sob a forma de diários, baseados em Pórlan e Martín (1997). Esses instrumentos possibilitaram catalisar quatro categorias preliminares, as quais, segundo os autores, expressam desafios a serem enfrentados/investigados. Seriam elas, a) a superação do reducionismo metodológico, ou seja da atribuição ao professor do papel de vencer programas; b) o trabalho interdisciplinar; c) a suposta resistência dos alunos à abordagem temática e d) o desenvolvimento de temas polêmicos, que envolvem conflitos/contradições locais.

De posse destas categorias preliminares, foi estruturada a segunda etapa da pesquisa na qual foram realizadas entrevistas semi-estruturadas com nove professores que efetivaram implementações parciais de temáticas em sala de aula. Isto possibilitou, segundo os autores, a consolidação das quatro categorias e o aprofundamento de elementos presentes nas mesmas.

Em relação à categoria “reducionismo” metodológico constatou-se, por parte de alguns professores, a incompreensão e a ausência de fundamentação teórica sobre o currículo. Muitos deles, ao se referirem à dinâmica de trabalho pautada pela abordagem temática, alegaram mudanças apenas de caráter metodológico. Assim, segundo os autores, fica claro que os educadores têm dificuldade de entender que a abordagem temática em sala de aula exige mudanças mais voltadas para o campo curricular do que para o campo de “novas metodologias”.

Na categoria “trabalho interdisciplinar”, os autores puderam inferir que os professores compreenderam a necessidade de superar a abordagem disciplinar e que isto se constitui num desafio. Eles apontaram como os principais obstáculos o envolvimento dos demais colegas de outras disciplinas e também a falta de tempo para o planejamento coletivo.

Quanto à categoria “suposta resistência dos alunos à abordagem temática”, as pesquisas sinalizam esta como um produto imaginário, pressupondo a sua utilização para justificar a manutenção da educação conteudista, tradicional.

E por último, na categoria “desenvolvimento de temas polêmicos”, os autores constataram o surgimento de dificuldades, constrangimentos e, inclusive, pressões sobre os professores quando, em sala de aula, buscam abordar temas que envolvem polêmicas e contradições locais. Foram citados exemplos como o uso de agrotóxicos, desmatamento, desemprego causado pela falência de empresas locais e deficiência no sistema público de saúde.

Os resultados da pesquisa, nesta última categoria, levaram os autores a admitir que a sua complexidade exigia aprofundamentos, que por sua vez ocorreram na dissertação de mestrado de Forgiarini (2007). Nesta, através de um caminho metodológico semelhante às pesquisas de Muenchen e Auler (2007a, 2007b) e também focada na fala de professores, houve a investigação e identificação de possibilidades e desafios quanto à implementação do tema “florestamento” no Rio Grande do Sul no currículo da EJA. Tal pesquisa foi realizada junto a quatro escolas gaúchas situadas em municípios com intensas plantações de monoculturas (eucalipto, pinus e acácia) no âmbito de um mega-projeto silvicultural. A análise dos resultados permitiram a autora identificar a existência de quatro categorias ou obstáculos: 1) formação inicial dos professores excessivamente fragmentada, desvinculada do contexto social; 2) neutralidade do professor; 3) professor formador ou professor informador e 4) ausência de certezas, de respostas exatas em relação a aspectos polêmicos do tema.

Para a autora, sua pesquisa sinaliza principalmente para a necessidade de superar, nos currículos das licenciaturas, a formação unicamente disciplinar e desvinculada dos problemas sociais. Em seu ponto de vista, o foco numa formação inicial de professores que

privilegia a resolução de problemas idealizados, sem contradições e que exigem uma resposta fechada, pouco ou nada contribui para que os egressos estejam habilitados para trabalhar com temas contemporâneos que, na maioria das vezes, são complexos, polêmicos e não abarcáveis pelo viés unicamente disciplinar.

Percebe-se, no campo da formação docente, uma autêntica contribuição empírica e teórica das pesquisas citadas acima. Em relação ao enfoque CTS, apontam para a necessidade de um currículo formador de novos professores que privilegie a abordagem de eventos ou temas e a perspectiva interdisciplinar. Essas pesquisas ainda esclarecem que uma formação unicamente disciplinar e conteudista, bem como a simples leitura de textos ou artigos teóricos, podem não proporcionar ao professor em formação uma concepção clara de como abordar um evento ou tema de modo a explorar as suas múltiplas potencialidades de alfabetização científica e tecnológica.

No entanto, defende-se que, no âmbito do enfoque CTS, existe a importância de parâmetros que auxiliem tal exercício. Tais parâmetros para abordagem de um evento ou tema com pauta no enfoque CTS não são detalhados nas pesquisas de Muenchen e Auler (2007a, 2007b) e tampouco nas pesquisas de Forgiarini (2007). Pode-se imaginar que estes parâmetros, devido à convergência Freire-CTS, estejam implícitos aos *temas geradores* de Freire. No entanto, esta práxis, cuja descrição pode ser encontrada na obra *Pedagogia do Oprimido* (FREIRE, 1987), parece colaborar mais com a escolha do evento ou tema e quais saberes a serem abordados em sala de aula do que permitir parâmetros que satisfaçam os objetivos educacionais do enfoque CTS. Isto continuaria oportunizando espaço para a gênese das categorias CTS, CTS e CTS eleitas por Santos (2001).

A convergência da sigla CTS com os pressupostos freirianos pode ser significativa quanto ao objetivo comum das duas vertentes educacionais em defenderem um aumento na cultura de participação, considerando que ambas determinam como essencial tratar os conhecimentos escolares como instrumentos de objetivos sociais. Porém, no que tange a parâmetros que auxiliem a abordagem de um evento ou tema no enfoque CTS, a convergência não parece obter sucesso.

Além do que, de acordo com as pesquisas de Auler, Dalmolin e Fenalti (2009), que comparam trabalhos pautados no enfoque CTS com trabalhos alinhavados com os pressupostos teóricos de Freire, há dois pontos de discórdia entre estes. O primeiro diz respeito à escolha dos eventos ou temas. Enquanto o enfoque CTS tem sugerido a eleição

destes a partir dos próprios professores, os trabalhos freirianos argumentam que, para uma educação progressista, é necessário que os eventos ou temas sejam extraídos da comunidade onde está contido o ambiente escolar, mostrando que o mundo do educando e da comunidade escolar são objetos de estudo e compreensão. Do contrário, de acordo com estes autores, será inibido o que Freire denomina de curiosidade epistemológica (querer conhecer).

Já o outro ponto de discórdia refere-se à forma interdisciplinar como os eventos ou temas são abordados. A maioria dos trabalhos com pauta no enfoque CTS sinalizam o envolvimento único das disciplinas da área de ciências naturais (Física, Química, Biologia, Matemática), enquanto os temas abordados na pauta freiriana demonstram o envolvimento de disciplinas alocadas na área das ciências da natureza e na área das ciências humanas (Português, Geografia, História). Talvez este último ponto de discórdia seja decorrente do fato de que o enfoque CTS tem suas origens cravadas na área das ciências naturais, enquanto a corrente freiriana tem sua gênese circunscrita na área da alfabetização.

Outro trabalho brasileiro que discute e apresenta uma proposta de configuração curricular pautada no enfoque CTS é o *Projeto de Ensino de Química e Sociedade* (PEQUIS), desenvolvido no *Laboratório de Pesquisas em Ensino de Química* do *Instituto de Química* da Universidade de Brasília. Tal projeto e suas publicações, destinadas para o ensino secundário brasileiro de química, é apresentado por Santos et al (2009).

De acordo com os autores, o projeto teve origem ao final do segundo semestre de 1996 através de um curso de aperfeiçoamento para professores de Química, ministrado pelos coordenadores do grupo. Ao final do curso, os professores foram convidados a estender os encontros e promover um grupo de pesquisa com o objetivo de elaborar materiais didáticos. O trabalho de produção teve início em 1997 e, paralelamente, os autores vêm utilizando e acompanhando o uso do material didático em sala de aula.

A primeira publicação do PEQUIS foi em 1998, uma versão experimental em dois módulos referentes ao conteúdo da primeira série do ensino médio (MÓL et al, 1998). Em seguida, intercalado entre algumas revisões e outras publicações em módulos, foi publicado em 2005 um livro, em volume único, contendo nove módulos (SANTOS et

al, 2005). Tal livro passou a ser reformulado com a projeção de ser publicado em 2010 no formato de três volumes<sup>7</sup>.

Segundo os autores, com um caráter inovador, estes livros do PEQUIS são fecundados dentro de uma proposta de ensino de química que busca, por meio da abordagem de temas CTS, um tratamento conceitual através de atividades inspiradas em princípios construtivistas. Para isso, inclui atividades experimentais e de manipulação de materiais que potencialmente possibilitem ao estudante estabelecer relações entre fatos observados e modelos científicos abordados. Também são introduzidas, ao longo do texto didático, questões que oportunizam explorar as concepções prévias dos estudantes.

O texto didático aborda a contextualização sócio-histórica dos conceitos científicos de forma a proporcionar a identificação de limitações existentes na atividade científica bem como seu papel na sociedade. Isto se enquadra na idéia de desenvolver valores e atitudes comprometidos com uma formação para a cidadania, perspectiva incorporada ao material.

Em sua última versão, o livro *Química e Sociedade* (SANTOS et al, 2005) oferece todo o conteúdo programático de química, correspondente aos três anos do ensino médio brasileiro, dividido em nove unidades programáticas. Para cada uma destas unidades foi selecionado um tema CTS.

A presente pesquisa não pretende discutir a respeito de critérios ou parâmetros que definam um tema CTS. Defende-se apenas que os parâmetros a serem propostos aqui sejam abordados na utilização de um evento ou tema com pauta no enfoque CTS. No entanto, sabe-se que a escolha deste evento ou tema pode gerar muitas discussões teóricas. Com base em Santos et al (2009), pode-se inferir que os autores do livro *Química e Sociedade* consideram um tema CTS aquele que possua um potencial problemático do ponto de vista social.

Os autores proclamam que os temas CTS são desenvolvidos por meio de textos da seção “*tema em foco*”, onde se busca fazer uma abordagem ampla do tema CTS com o intuito de proporcionar ao estudante a compreensão dos processos químicos e seus aspectos ambientais, políticos, éticos, econômicos e culturais, denominados pelos autores de aspectos sócio-científicos. A Tabela 8 abaixo mostra como

---

<sup>7</sup> Em consulta a um dos coordenadores do PEQUIS, via e-mail, foi feita a constatação de que os três volumes de fato foram publicados em 2010 (SANTOS et al, 2010). Tais livros foram aprovados pelo Plano Nacional do Livro Didático – PNLD 2012: Química (BRASIL, 2011) – promovido pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC).

estão organizados neste livro as nove unidades programáticas relacionadas com nove temas CTS e os respectivos conteúdos de química.

Tabela 8: Unidades, temas CTS e conteúdos programáticos do livro *Química e Sociedade*.

Unidade	Título	Tema CTS	Conteúdo Programático de Química
1	A Ciência, os materiais e o Lixo	Lixo	1. Ciência, Química, Tecnologia e Sociedade
			2. Matérias e transformações
			3. Métodos de separação
2	Modelos de Partículas e Poluição Atmosférica	Poluição Atmosférica	4. O químico e suas atividades
			5. Estudo dos gases e modelos científicos
			6. Modelos atômicos
3	Elementos, Ligações e Agricultura	Agricultura	7. Classificação dos elementos químicos
			8. Substâncias Iônicas
			9. Substâncias moleculares
4	Cálculos, Soluções e Estéticas	Estética	10. Unidades do químico
			11. Cálculos químicos
			12. Materiais: classificação, concentração e composição
5	Termoquímica, Cinética e Recursos Energéticos	Recursos Energéticos	13. Hidrocarbonetos
			14. Termoquímica
			15. Cinética química
6	Equilíbrio Químico e Água	Água	16. Propriedades da água, propriedades coligativas
			17. Ácidos e Bases
			18. Equilíbrio químico
7	A Química em nossas vidas	Alimentos, saúde, polímeros e indústria química	19. Alimentos e funções orgânicas
			20. Saúde e nomenclatura orgânica
			21. Polímeros e propriedades das substâncias orgânicas
			22. Indústria química e síntese orgânica

8	Metais, Pilhas e Bactérias	Metais	23. Ligação metálica e oxi-redução
			24. Pilhas
			25. Eletroquímica
9	Átomo, Radioatividade e Energia Nuclear	Radioatividade e Energia Nuclear	26. Estrutura eletrônica do átomo
			27. Estabilidade nuclear, radioatividade e energia nuclear

Fonte: Santos et al.(2009, p. 23).

Ao final destes textos há a proposição de questões para debate que fomentam uma reflexão crítica sobre aspectos sócio-científicos e sócio-tecnológicos. Tais questões, segundo os autores, oportunizam uma contextualização capaz de propiciar um estudo interdisciplinar e o desenvolvimento de valores e atitudes. Tudo isso articulado com a compreensão tanto do tema quanto dos conceitos químicos introduzidos.

Em resumo os temas CTS das unidades são abordados por meio de textos temáticos com ênfase em um tema sócio-científico mais específico. Isto fica claro na Tabela 9 a seguir.

Tabela 9: Temas CTS das unidades programáticas e temas sócio-científicos da seção “tema em foco” do livro *Química e Sociedade*.

Unidade	Tema CTS	Tema Sócio-Científico da seção “tema em foco”
1	Lixo	Lixo: sociedade e ambiente
		Tipos de lixo
		Tratamento do lixo
		Solução ambiental para o lixo
2	Poluição Atmosférica	Poluição e sociedade
		Poluição atmosférica
		Aquecimento global
		Ozônio
3	Agricultura	Radiação UV
		Agricultura: sociedade e química
		Nutrientes, solo, adubos e adubação
		Agrotóxico
		Trangênicos
4	Estética	Agricultura
		Estética e sociedade
		Estética e saúde: obesidade, anabolizantes, cosméticos



			Química e limpeza
			Produtos químicos domésticos
			Ética da beleza
5	Recursos Energéticos		Petróleo a aplicações
			Combustíveis e energia
			Combustão e ambiente
			Fontes de Energia
6	Água		Água no planeta
			Poluição das águas
		Continuação	básico
			o ensino da água
7	A Química em nossas vidas	Alimentos	Alimentos
			Dieta e Saúde
		Continuação	tratamentos
			Tratamentos alternativos
		Polímeros	Plásticos e ambientes
			Uso de plásticos
		Indústria química	Indústria e Sociedade
			Indústria e Ambiente
8	Metais		Metais e sociedade
			Metalurgia e Siderurgia
			Metais e Ambientes
9	Radioatividade e Energia Nuclear		Radioatividade
			Acidente de Goiânia
			Energia Nuclear e aplicações
			Energia Nuclear e ambiente

Fonte: Santos et al, (2009, p. 25).

Basicamente a idéia do livro é oportunizar a discussão de temas CTS concomitantemente com o desenvolvimento de conteúdos específicos de química, não havendo no material didático, segundo os autores, uma separação entre tema e conteúdo científico. Busca-se sempre a melhor articulação possível entre ambos, deixando para os textos da seção “*tema em foco*” a função de abrir e estender a discussão sobre aspectos sócio-científicos.

A distribuição dos textos temáticos se dá ao longo dos capítulos da unidade, buscando-se no texto didático estabelecer em diversos

momentos vínculos entre o tema CTS e o conteúdo programático de química. Desenvolve-se o que os autores denominam de um currículo em espiral, onde a partir do tema se introduz conceitos científicos de química e a partir desses se busca voltar ao tema. Esta sequência é ilustrada pelos autores na figura 2 abaixo.

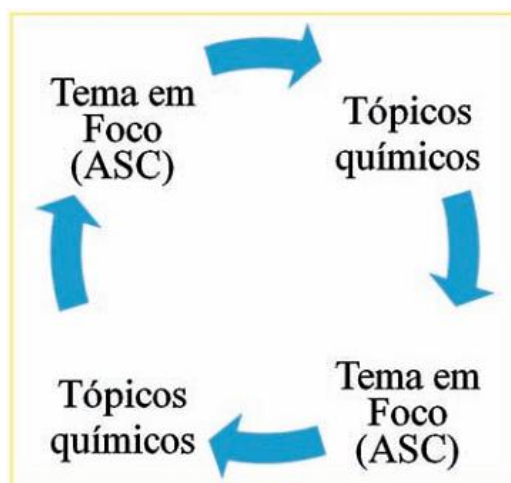


Figura 2: Modelo curricular de abordagem de tema CTS no livro *Química e Sociedade*.

Fonte: Santos et al.(2009, p. 26)

Um questionamento a ser levantado a respeito do modelo curricular apresentado acima diz respeito a abordagem de conhecimentos tecnológicos no tema CTS. Os mesmos parecem não ser mencionados pelos autores, além de não haver menção sobre qualquer concepção de tecnologia por trás da abordagem de tais temas CTS.

Segundo Santos et (2009), o grupo de pesquisadores responsável pelo PEQUIS têm acompanhado em sala de aula professores que fizeram a adoção do livro *Química e Sociedade*. Foram identificadas diferentes estratégias de ensino para abordar os textos temáticos. No

entanto, alguns professores adotam o livro e não exploram estes últimos. Na visão dos autores somente novos modelos curriculares e livros didáticos inovadores não são suficientes caso os professores não incorporem novos propósitos para a educação em Química. Isto vem ao encontro das sinalizações geradas nas pesquisas de Forgiarini (2007) que ressalta a importância de se ultrapassar nos currículos das licenciaturas uma formação unicamente disciplinar, desvinculada de problemas sociais e negligentes quanto à abordagem temática.

Diferente de Muenchen e Auler (2007a, 2007b), os quais defendem a eleição de um tema CTS a partir de problemas locais para então listar os conteúdos a serem introduzidos, os autores do livro *Química e Sociedade* efetuam a eleição de temas CTS a partir da programação clássica dos conteúdos de química que os professores das escolas brasileiras estão habituados a lecionar. Em resumo, no livro, os temas CTS são escolhidos a partir dos conteúdos de Química, havendo uma inversão na lógica preconizada pelos pressupostos teóricos do enfoque CTS, onde, teoricamente, a seleção dos conteúdos científicos e tecnológicos está subordinada ao evento ou tema delimitado em primeira plano.

Em Santos et al (2009) os autores comentam a respeito desta inversão, porém salientam que o material diferencia-se de livros clássicos de ciências em que aplicações de CTS são introduzidas de forma pontual, esporádica e acessória, em uma estrutura curricular centrada exclusivamente na organização clássica dos conteúdos científicos. Ou seja, algo muito próximo da primeira categoria eleita por Aikenhead (1994) – *Conteúdo de CTS como elemento de motivação* – e, também, da categoria denominada *Enxerto CTS* de López e Cerezo (1996).

Talvez os teóricos mais fervorosos do campo CTS não concordem ou disparem críticas devido à maneira como os autores do livro em questão delimitam a escolha daquilo que denominam tema CTS. Porém, estes críticos geralmente esquecem que o ensino de ciências praticado dentro das escolas brasileiras está vinculado a uma programação de conteúdos fortemente estabelecida no tempo e espaço físico. Este ensino focado em uma estruturação clássica de conteúdos tem suas tradições e práticas sociais de referências. E elas, muitas vezes, não facilitam o alcance de mudanças que, frequentemente, na teoria aparentam serem simples e dependentes exclusivamente do professor que está em sala de aula.

A atitude dos autores do livro *Química e Sociedade* pode não ser a ideal perante os pressupostos do enfoque CTS, mas está contida na esfera deste último. E do ponto de vista prático, pode ter funcionalidade e capacidade de potencializar inovações no ensino de Química e, posteriormente, no ensino de ciências. Oportuniza aos professores continuar seus trabalhos nas escolas, ensinando conteúdos de Química sem mexer na grade curricular. No entanto, com uma abordagem diferente, explorando temas e não apenas conteúdos científicos, de forma neutra, já que estes últimos passam a dividir espaço com outros aspectos ligados a uma formação cidadã. Em relação a mudanças no campo educacional, às vezes, a infiltração ou a conquista do espaço escolar é mais eficiente do que o discurso teórico inflamado em papel. Pequenas mudanças podem gerar um novo envolvimento do corpo docente e da comunidade escolar, possibilitando que aquilo que se almeja na teoria seja implementado na prática.

## 1.5 OBJETIVOS EDUCACIONAIS DO ENFOQUE CTS

A produção científica no campo CTS tem se apresentado nas últimas décadas como uma das linhas de pesquisas com maior índice de expansão na área de ensino de ciências, tanto no âmbito nacional (ABREU; FERNANDES; MARTINS, 2009; MEZALIRA, 2008; SANTOS, 2008; DELIZOICOV, 2004) quanto no âmbito internacional (CACHAPUZ et al, 2008; AIKENHEAD, 2005). Abreu, Fernandes e Martins (2009) constatam, num levantamento nacional feito com periódicos da área de pesquisa em ensino de ciências, obedientes a determinados critérios, uma preocupação das pesquisas submergidas no enfoque CTS com situações de ensino em espaços formais e não formais. Em suas pesquisas identificam que a produtividade acadêmica nacional é contida por uma conversa entre idéias de autores nacionais e internacionais. Observam uma preocupação da produção nacional em CTS com a construção de uma abordagem teórica autônoma em relação às linhas estrangeiras.

Ainda em relação a esta pesquisa, um mapeamento dos autores mais citados dentre um total de 23 artigos publicados na área CTS, diagnosticou Décio Auler, Walter Bazzo, Wildson Santos, Eduardo Mortimer e Demétrio Delizoicov como os autores nacionais mais citados e o canadense Glen Aikenhead, o espanhol José Acevedo Diaz e o português Antônio Cachapuz como os autores estrangeiros mais

referenciados nos trabalhos acadêmicos publicados no cenário internacional.

Mezalira (2008), a partir das idéias do epistemólogo Ludwig Fleck<sup>8</sup>, apresenta um levantamento sobre as tendências e compreensões a respeito do enfoque CTS, em especial quanto aos *coletivos* e *estilos de pensamento* construídos em artigos publicados nos anais de eventos científicos das ciências naturais (ENPEC, ENEQ, SNEF, ENEBIO, EPEB) de 2003 a 2006. A análise da sua pesquisa permite concluir que os autores nacionais e internacionais mais citados em artigos científicos publicados em periódicos nacionais, mencionados anteriormente por Abreu, Fernandes e Martins (2009), constituem a mesma listagem dos mais citados nos eventos científicos da área das ciências naturais analisados. A única exceção é o português Antônio Cachapuz.

São enfatizadas nestas pesquisas de levantamento da produtividade acadêmica da área CTS, além da expansão, uma larga diversidade de idéias e posicionamentos relacionados ao enfoque CTS, fornecendo-lhe uma pluralidade em relação às abordagens e perspectivas educacionais, que, no seio da área CTS, tornam-se, por vezes, contraditórias. Esta diversificação não foge ao escopo do trabalho acadêmico, já que este se concentra na discussão crítica, em publicações e debates, dos mais diversos pontos e contrapontos teóricos, oriundos da empiria ou da pesquisa bibliográfica nacional e internacional, que vão surgindo com a elaboração e re-elaboração dos trabalhos acadêmicos.

Como menciona Mezalira (2008, p. 49):

Existe um conjunto importante de autores fazendo história nesses eventos e constituindo estilos de pensamento para abordagem CTS, no ensino de ciências no Brasil, ao mesmo tempo em que utilizam as mesmas referências.

A questão que fica em aberto, após estas constatações, é quanto aos objetivos educacionais que vêm sendo divulgados nesse bojo teórico diversificado e que encontra-se em consolidação com relação ao enfoque CTS no cenário nacional. Assim, para satisfazer tal questionamento a presente pesquisa apresenta um mapeamento dos

---

<sup>8</sup> Para mais detalhes consultar: **FLECK, L.** La génesis y el desarrollo de un hecho científico. Tradução de Luis Meana. Madrid: Alianza Editorial, 1986.

objetivos educacionais do enfoque CTS na educação básica divulgados nestas publicações ligadas ao campo CTS.

Como recorte, recorre-se à produção acadêmica dos três autores nacionais mais citados, em periódicos e eventos científicos. São eles, Décio Auler, Walter Bazzo e Wildson Santos. Entende-se que estes, em um diálogo com trabalhos internacionais, formam a base do possível *pensamento autônomo* que vem se constituindo na teorização do enfoque CTS nacional (ABREU; FERNANDES; MARTINS, 2009).

Para delimitar os objetivos educacionais do Enfoque CTS atribuídos pelo autor Décio Auler foram analisados a sua tese de doutorado (AULER, 2002) e outros trabalhos com publicação individual ou em conjunto com um ou mais autores (AULER 1998, 2003, 2007; AULER; BAZZO, 2001; AULER; DELIZOICOV, 2006; MUENCHEN; AULER, 2007a, 2007b; AULER; DALMOLIN; FENALTI, 2009; FORGIARINI; AULER, 2009).

Em Auler (2002), o autor expõe objetivos educacionais referenciado em uma bibliografia internacional, ressaltando que, para o período no qual se constituiu a construção de seu trabalho, o enfoque CTS configurava-se como algo em emergência no contexto brasileiro e latino-americano. Assim, relata uma síntese dos objetivos educacionais mapeados por Caamaño (1995) que segundo este consistem em: 1) promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com as aplicações tecnológicas e os fenômenos da vida cotidiana; 2) abordar o estudo daqueles fatos e aplicações científicas que tenham uma maior relevância social e 3) abordar as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência e da tecnologia e adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico.

O autor ainda cita: 1) Rubba e Wiensenmayer (1988), que denotam como objetivo educacional do Enfoque CTS a tentativa de formar cidadãos alfabetizados científica e tecnologicamente para o exercício na tomada de decisões e ações sociais responsáveis; 2) Aikenhead (1987), que acrescenta a esses objetivos educacionais o desejo por uma formação de cidadãos com pensamento crítico e independentes intelectualmente; 3) Acevedo Diaz (1996), que destaca o desejo de uma alfabetização científica e tecnológica por parte do Enfoque CTS e 3) Waks (1994), cujo entendimento do papel a ser delimitado ao Enfoque CTS é, também, a alfabetização científica e tecnológica que proporcione aos cidadãos a tomada de decisões responsáveis em relação a questões tecnológicas mais importantes na sociedade contemporânea.

Apesar de mencionar objetivos educacionais do enfoque CTS com referência bibliográfica estrangeira, Auler demonstra cuidado na transposição destes para o contexto brasileiro, ao deixar claro que:

A simples tradução de textos estrangeiros é inadequada na perspectiva do movimento **[enfoque]** CTS, considerando que este postula a utilização de temáticas com significado local. Contudo a análise crítica da caminhada empreendida em outros contextos coloca, para o contexto brasileiro, várias questões que deverão tornar-se objeto de investigação. (AULER, 2002, p. 40, grifo nosso).

Esta sua preocupação também fica evidente em dois artigos publicados, um deles em co-autoria de Walter Bazzo, Auler e Bazzo (2001), e outro de autoria individual, Auler (2007). Em ambos há uma discussão a respeito de *reflexões* e *pressupostos* para a implementação do enfoque CTS no contexto nacional.

Tanto em sua tese como nos outros sete artigos analisados, Auler identifica como um dos objetivos centrais do enfoque CTS o aumento na cultura de participação da população em assuntos relacionados a ciência e tecnologia. Segundo o autor isto colaboraria para a construção de uma perspectiva mais democrática e menos tecnocrática (decisão somente na mão de especialistas) nas escolhas feitas pela sociedade.

Já o autor Walter Bazzo, no cenário nacional, é um dos pioneiros em publicações relacionadas ao campo CTS. É o autor do livro *Ciência, Tecnologia e Sociedade – e o contexto da educação tecnológica*, obtendo com a sua primeira edição reconhecimento de parte da comunidade acadêmica. Possui várias publicações no campo CTS, mas a respeito dos objetivos educacionais ligados a sigla é bastante sucinto ao declarar em Bazzo (1998) que

Para que as transformações do modelo de ensino ocorram é fundamental uma reestruturação das práticas didático-pedagógicas através de uma **nova postura epistemológica** dos professores (BAZZO, 1998, p. 36 – grifos nossos).

Apesar de estar falando numa *nova postura epistemológica* relacionada aos professores, Bazzo estende esta idéia ao objetivo

principal do enfoque CTS, tanto no ensino de engenharia quanto no ensino básico. O autor especifica que a nova *postura epistemológica* almejada está vinculada a percepção de que a ciência e a tecnologia incorporam questões sociais, éticas e políticas. Percepção esta que, segundo Bazzo (1998), encontra-se encoberta devido ao deslumbramento tecnológico da população. Bazzo parece atribuir como principal objetivo educacional do enfoque CTS, em qualquer nível de ensino, o desenvolvimento de valores com preocupações relacionadas às necessidades sociais e humanas.

No livro, o argumento de Bazzo abre possibilidades perante o que pode ser concluído a respeito desta nova *postura epistemológica*. Da maneira como foi e é mencionada pelo autor pode-se inferir que esta nova *postura epistemológica* seja um questionamento à ordem capitalista, na qual há uma supremacia dos valores econômicos em relação aos valores de interesses coletivos. Ou ainda, que esta nova postura esteja ligada a tríade do sistema didático professor-aluno-conhecimento. Considerando que esta, ao estar em sintonia com a filosofia da ciência, permitirá aos aprendizes compreenderem o papel social da ciência e da tecnologia capacitando-os na tomada de decisões responsáveis.

A respeito dos objetivos educacionais propostos ao enfoque CTS por Wildson Santos, foram analisados os seguintes trabalhos: 1) sua dissertação de mestrado, Santos (1992), na qual há a proposição teórica de um ensino de Química com vistas para a formação cidadã via o enfoque CTS; 2) a terceira edição de um livro que resulta desta dissertação, publicado em parceria com a sua orientadora Roseli P. Schnetzler (SANTOS; SCHNETZLER 2003) e 3) cinco artigos publicados com autoria individual (SANTOS, 2008, 2007a, 2007b) e em co-autoria (SANTOS; MORTIMER, 2000, 2001; SANTOS et al, 2009).

Em sua dissertação de mestrado e na terceira edição do livro mencionado anteriormente, Santos elege o enfoque CTS como um curso ou uma forma de configuração curricular cuja preocupação central é a formação para a cidadania. Elenca, baseado na bibliografia internacional, dois objetivos educacionais básicos para o enfoque CTS: 1) o desenvolvimento para a *tomada de decisão* que está relacionada à solução de problemas da vida real com vínculos a aspectos sociais, tecnológicos, econômicos e políticos, ou seja, a preparação dos estudantes para a participação ativa numa sociedade democrática e 2) a compreensão dos estudantes a respeito da natureza da ciência e do seu papel na sociedade, tornando necessário aos estudantes terem conhecimentos básicos sobre filosofia e história da ciência, a fim de



considerarem as potencialidades e limitações do conhecimento científico.

Em seus outros trabalhos, o autor elenca, também com base em uma bibliografia internacional, que o principal objetivo educacional do enfoque CTS dentro da educação básica é o desenvolvimento de uma alfabetização científica e tecnológica que auxilie os estudantes a construir conhecimentos, habilidades e valores com vistas para a tomada de decisão responsável de questões relacionadas com a ciência e a tecnologia na sociedade (SANTOS; MORTIMER, 2000; SANTOS, 2007a, 2007b).

Percebe-se que, com exceção do autor Walter Bazzo, que postula o objetivo educacional do enfoque CTS como uma mudança de postura epistemológica, os outros dois autores nacionais mais citados no campo CTS baseiam-se numa bibliografia internacional para delimitar os objetivos educacionais do enfoque CTS.

Desta forma, como os objetivos educacionais delimitados ao enfoque CTS no cenário nacional tangenciam a literatura internacional, é dispensável uma revisão bibliográfica na busca pelo o que pensam os autores internacionais mais citados em periódicos e eventos de divulgação científica nacionais. Além do que fica evidente que os objetivos educacionais do enfoque CTS, divulgado pela produção acadêmica, são os processos de Alfabetização Científica e Tecnológica, de modo que as intencionalidades da sigla sejam satisfeitas.

Mas o que e quais são os principais parâmetros de uma Alfabetização Científica? E quanto a Alfabetização Tecnológica, há parâmetros para a mesma? No que de fato consiste a Alfabetização Científica e a Alfabetização Tecnológica?

Os próximos dois capítulos tentam pontuar esses dois processos a fim de encontrar parâmetros que auxiliem o professor a operacionalizar o enfoque CTS através da abordagem de um evento ou tema de modo que sejam satisfeitos os objetivos e as intencionalidades educacionais da sigla em sala de aula.

## CAPÍTULO 2

### ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Neste capítulo discute-se a respeito do que consiste a Alfabetização Científica. Faz-se uma passagem pela literatura acadêmica para identificar algumas de suas justificativas mais importantes e os significados, objetivos e conhecimentos atribuídos a esta perspectiva.

#### 2.1 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: ORIGENS E JUSTIFICATIVAS

De forma geral até o final da década de 60 a educação científica estava centrada no ensino de Física, Química e Biologia e o objetivo central era a formação de Engenheiros, Físicos, Químicos e Biólogos. A partir da década de 70, a concepção de uma educação em Ciências para formar engenheiros e cientistas passa a ser questionada e tem início um movimento em defesa de uma educação científica para o desenvolvimento pessoal.

Ao fazer uma revisão histórica da educação científica americana, DeBoer (2000) vincula a gênese do termo *scientific literacy* (alfabetização científica) aos novos objetivos a ele delimitados. Para muitos educadores de ciências os objetivos da educação científica deveriam servir para o desenvolvimento pessoal e para ajudar os indivíduos a se ajustarem à vida na sociedade moderna. Os desenvolvimentos explosivos da tecnologia e as preocupações com a segurança nacional, que surgiram com o fim da Segunda Guerra Mundial, estavam presentes o suficiente para comandar uma nova abordagem da educação científica. Segundo o autor estes novos objetivos do ensino de ciências para propósitos educacionais gerais dentro desse novo ambiente foram chamados de *scientific literacy* (alfabetização científica). Suas pesquisas apontam que este termo aparece pela primeira vez em 1958 e em duas oportunidades. A primeira, no mês de junho, num relatório sobre o estado da educação nos EUA emitido pela *Fundação Rockefeller Brothers*. Tal relatório

focava em como o país deveria reagir frente ao rápido avanço científico e tecnológico que ocorria em áreas como energia nuclear, exploração espacial, biologia celular, psicologia e o desenvolvimento de complexas organizações sociais. Constava no relatório que

Assim como devemos insistir que todo cientista seja amplamente educado, também devemos procurar que toda pessoa educada seja ‘alfabetizada em ciências’ [**literate in science**]. [...] não podemos arcar com o fato de que nossa população mais altamente educada viva em isolamento intelectual de uma outra, sem ao menos uma compreensão elementar das preocupações intelectuais umas da outras (ROCKEFELLER BROTHERS FUND, 1958, p.369 apud DEBOER, 2000, p. 586 – tradução nossa – grifo nosso).

Já a segunda aparição do termo, novamente citado para delimitar novos objetivos à educação científica, ocorre em outubro do mesmo ano, num artigo publicado por Paul DeHart Hurd na *Educational Leadership*. Na ocasião, o autor usa-o em duas passagens.

Centenas de cientistas estão ajudando com sugestões de experiências de grande significância potencial para o desenvolvimento da ‘alfabetização científica’ [**scientific literacy**] pelos jovens da América. [...] preencher as lacunas entre a riqueza da capacidade científica e a pobreza da alfabetização científica [**scientific literacy**] nos EUA. (HURD, 1958, p. 14-15 apud DEBOER, 2000, p. 587 – tradução nossa – grifos nossos).

Segundo DeBoer (2000) tanto Hurd como os autores do relatório emitido pela *Fundação Rockefeller Brothers* não diligenciaram uma definição para a alfabetização científica, apenas deram-lhe a vaga conotação de constituir-se no conhecimento da ciência e do empreendimento científico, não importando se o educando em questão se tornaria ou não um cientista.

Ao trilhar essa revisão histórica da educação científica americana, DeBoer constata que a definição de alfabetização científica aproxima-se

cada vez mais do contexto sócio-cultural dos estudantes, principalmente na década de 1980, quando a NSTA (*National Science Teacher Association*) adota o enfoque CTS como meta para transformar a educação científica norte-americana. Tal observação pressupõe certa aproximação entre o enfoque CTS e a alfabetização científica, mesmo que tais movimentos tenham se originado em contextos diferentes. O primeiro surge marcado pelas relações existentes entre o modelo de desenvolvimento científico e tecnológico e suas amplas e significativas consequências sociais, enquanto o segundo brota devido a pressões sociais advindas de diferentes razões, desde econômicas até práticas (SANTOS, 2007a; KRASILCHIK; MARANDINO, 2004).

Na Inglaterra, no final da década de 1960, a situação não é diferente. Sob o impacto dos movimentos de contestação e do domínio da nova sociologia da educação, também existe um forte movimento pela estrutura do currículo em um contexto sócio-cultural (SOUZA CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2001).

Para Fourez (1997) as discussões sobre o *slogan* da alfabetização científica e tecnológica viraram moda em países anglo-saxões e do norte da Europa. Em sua visão tal *slogan* é defendido devido aos saberes, competências e habilidades necessárias numa sociedade tecno-científica. Para ele é possível comparar a forte promoção da alfabetização científica e tecnológica, necessária para participar democraticamente como cidadão responsável na sociedade contemporânea, com a alfabetização exigida no fim do século passado, quando se tornou essencial a alfabetização da leitura e escrita para a integração das pessoas na sociedade industrializada.

Santos (2007a) data o início do século XX como o período em que começam a ser aprofundadas as discussões a respeito da alfabetização científica. Esses estudos passaram a ser mais contundentes a partir de 1950, período em que o conhecimento científico começou a ter uma supervalorização quando comparado às demais áreas do conhecimento humano. Segundo o autor, daí em diante a temática tornou-se um grande *slogan* que desencadeia um movimento mundial em defesa de uma educação científica mais preocupada com a formação para a cidadania.

Milaré, Richetti e Pinho Alves (2009) apontam que a Alfabetização Científica é atribuída a um novo discurso sobre ensinar ciências, defendido por diversos professores e pesquisadores em diferentes países como um processo necessário para que todos tenham um mínimo de conhecimentos científicos necessários ao exercício da cidadania. Para os autores este novo discurso é decorrente de pesquisas

oriundas na área da Didática das Ciências, cuja sugestão é direcionar a educação científica para parte de uma educação básica geral a todos os estudantes, necessidade não atingida pela forma precária como vem se sucedendo o ensino de ciências: um ensino dogmático, centrado em verdades, baseado na transmissão-recepção de resultados, conceitos e doutrinas pouco contextualizadas e totalmente voltado para a formação de especialistas.

No Brasil as reflexões em direção à Alfabetização Científica ganham força a partir da década de 1980 com o fortalecimento dos grupos de pesquisa em Ensino de Ciências, que segundo estudos de Megid Neto, Fracalanza e Fernandes (2005), contam com uma comunidade acadêmica crescente e altamente produtiva. Em tais reflexões infere-se uma falta de consenso até mesmo quanto à tradução do termo *scientific literacy*. Há um debate entre autores nacionais que o traduzem como “alfabetização científica” e outros como “letramento científico”, tendo ainda a tradução de Portugal “literacia científica”. Esse debate provém do campo da linguagem, que diferencia os termos alfabetização e letramento. O primeiro remete à simples habilidade de ler e escrever, enquanto o segundo refere-se a condição ou estado de quem sabe ler e escrever. Ou seja, a pessoa que aprende tais habilidades (que se torna alfabetizada) e passa a fazer o seu uso, envolve-se em práticas sociais da leitura e da escrita (SOARES, 1998). Com isso, a extrapolação dessa definição de letramento para o âmbito da ciência, leva à conclusão de que ser letrado cientificamente significa não só saber ler e escrever sobre ciência, mas também cultivar e exercer práticas sociais envolvidas com a ciência. Em outras palavras, significa fazer parte da cultura científica (KRASILCHIK; MARANDINO, 2004).

No entanto, apesar das diferenças entre os termos Alfabetização e Letramento serem importantes, a presente pesquisa concorda com Krasilchik e Marandino (2004) de que o primeiro termo já se consolidou nas práticas sociais. Assim o significado de alfabetização científica abarca a ideia de letramento e estende-se à capacidade de ler, compreender e expressar opiniões sobre ciência e tecnologia como também participar da cultura científica e tecnológica da forma que cada cidadão, individual e coletivamente, considerar oportuno.

Como pode ser observado, o argumento democrático talvez seja o mais amplamente utilizado por autores (DeBOER, 2000; LAUGKSCH, 2000; FOUREZ, 1997) e documentos de políticas educativas (OEI, 2001; DECLARAÇÃO DE BUDAPESTE, 1999; UNESCO 1994, 1990;

AAAS, 1990) para defenderem o processo de Alfabetização Científica como elemento básico de uma educação para a cidadania (DIAZ; ALONSO; MAS, 2003). No entanto, para que isso se concretize há a necessidade de que o processo de Alfabetização Científica atinja determinados objetivos.

## 2.2 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E SEUS OBJETIVOS

É marcante a preocupação com a Alfabetização Científica, defendida não só por pessoas ligadas à educação, mas por outros setores da sociedade. Contudo, isso lhe atribui uma grande abrangência de significados e objetivos. É difícil um consenso entre os autores porque as discussões a respeito se estabelecem mundialmente em diferentes contextos. Por tal motivo estes significados e objetivos são amplos: flutuam de acordo com o contexto histórico e com os pressupostos ideológicos e filosóficos (SANTOS, 2007a; DIAZ; ALONSO; MAS, 2003; DeBOER, 2000; LAUGKSCH, 2000).

DeBoer (2000) mostra em suas pesquisas que entre as décadas de 1950 e 1990 uma ampla variedade de objetivos foram associados à educação científica. O autor resume-os em nove tópicos:

1. **Ensinar e Aprender sobre Ciência como uma Força Cultural no Mundo Moderno.** A ciência merece um lugar no currículo com base em sua importância como parte de nossa herança intelectual.
2. **Preparação para o Mundo do Trabalho.** As salas de ciências deveriam dar aos estudantes o conhecimento e as habilidades que são úteis no mundo do trabalho e que melhorarão suas perspectivas de emprego em longo prazo num mundo em que ciência e tecnologia têm papel tão importante.
3. **Ensinar e Aprender sobre uma Ciência que Tem uma Aplicação Direta com o Cotidiano.** O conhecimento de como o mundo natural funciona é útil na vida cotidiana. Os conceitos e princípios científicos podem ser selecionados e ensinados de maneira que os

estudantes vejam as aplicações da ciência em suas vidas diárias.

4. **Ensinar Estudantes a Serem Cidadãos Informados.** A educação científica pode ajudar a desenvolver cidadãos preparados para lidar inteligentemente com questões sócio-científicas, para votar inteligentemente e para influenciar, quando apropriado, em políticas relacionadas ao impacto da ciência na sociedade.
5. **Aprender a Ciência como Uma Maneira Particular de Examinar o Mundo Natural.** A ciência é uma maneira particular de olhar para o mundo. Os estudantes devem ser introduzidos a essa maneira de pensar e aprender como usá-la por si próprios, já que ela é um meio tão importante de geração de conhecimento de nosso mundo.
6. **Compreender Relatórios e Discussões Científicas que Aparecem na Mídia Popular.** A educação científica deveria formar cidadãos capazes de acompanhar criticamente relatórios e discussões sobre ciências que aparecem na mídia e que possam participar de conversas sobre ciência e questões relacionadas à ciência que são parte de sua experiência diária.
7. **Aprender sobre Ciência por seu Apelo Estético.** O mundo natural tem um forte apelo estético e seu conhecimento pode oferecer uma grande satisfação pessoal às pessoas.
8. **Preparar Cidadãos que Tenham Simpatia pela Ciência.** A educação científica deveria extrapolar o campo da própria ciência, preparando cidadãos que tenham uma atitude de simpatia pela ciência e a vontade de utilizar opinião científica.
9. **Compreender a Natureza e a Importância da Tecnologia e a Relação entre Tecnologia e Ciência.** Por causa da importância prática da tecnologia para o mundo e por causa da íntima relação que tecnologia tem com a ciência, a

educação científica deveria incluir uma discussão da natureza da tecnologia e da interdependência da ciência e da tecnologia, e deveria incluir uma prática nas habilidades necessárias para planejar, cumprir e avaliar designs tecnológicos. (DEBOER, 2000, p. 591-593 tradução e grifos nossos).

Em face deste resumo, DeBoer (2000) conclui que esta variedade de objetivos reflete uma ampla variedade de significados para o termo Alfabetização Científica. Em suas palavras:

A única característica específica que se pode concluir é que alfabetização científica implica geralmente numa compreensão vasta e funcional da ciência para propósitos de educação geral e, não, para a preparação de carreiras especificamente científicas e técnicas. Alfabetização científica define o que o público deveria saber sobre ciência para viver mais efetivamente em respeito com o mundo natural. Recentemente, os objetivos da educação científica acumularam-se em diversas definições compreensíveis de alfabetização científica que, por sua vez, se tornou o efeito discursivo da reforma na educação científica. A natureza abrangente dessas definições levou com que alguns concluíssem que o objeto da reforma é vago e impreciso demais (DEBOER, 2000, p. 594 tradução nossa).

Ao contribuir com apontamentos para a definição do termo Alfabetização Científica, DeBoer esclarece a necessidade de se fazer escolhas, já que cada um dos nove objetivos dados à educação científica apresenta uma lógica para conceituar o termo. Na sua visão, almejar todos os objetivos é criar uma ilusão, dado que, devido ao fator tempo, o almejo de um dos objetivos pode enfraquecer o desenvolvimento de outro(s). Por exemplo, envolver os estudantes no aprofundamento de questões conceituais ligadas à ciência e à tecnologia pode limitar o tempo para a discussão e investigação de questões sócio-científicas como o aquecimento global ou os efeitos da chuva ácida na vida das plantas.



Laugksch (2000) também discorre a respeito de uma revisão histórica das origens e significados do termo Afabetização Científica e assim como DeBoer (2000), também observa na linha do tempo que o termo em questão adquire diferentes interpretações. Na visão de Laugksch (2000), estas interpretações podem ser decorrentes dos diferentes grupos de interesses preocupados com a educação científica. Com base em seu trabalho os tais grupos mencionados podem ser ordenados na figura 3.

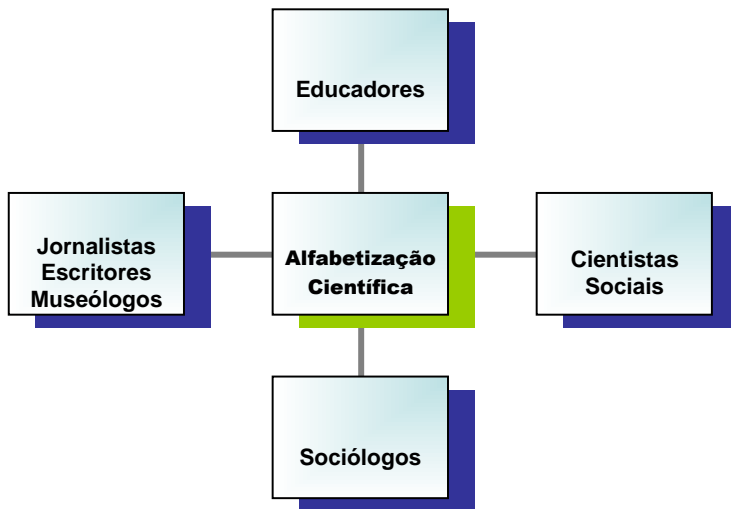


Figura 3: Alguns grupos sociais interessados em alfabetização científica com base em Laugksch (2000).

De acordo com o autor esses grupos de interesse são detentores de enfoques diferentes para os diversos contextos da Alfabetização Científica. Para ele o primeiro grupo de interesse que pode ser identificado é a comunidade de educação científica, que se preocupa com os propósitos, o desempenho e a reforma no sistema educacional corrente. Concentra-se na relação existente entre a educação formal e a Alfabetização Científica. Suas preocupações em relação a esta última são tangentes a objetivos da educação científica, (a) por que ensinar ciências e de que forma inserir seus conteúdos no espaço escolar; (b) a maneira bem sucedida de incorporar as habilidades pessoais, atitudes e

valores ao currículo científico; (c) a qualidade e a natureza dos materiais didáticos; e (d) a forma adequada de avaliar e certificar o êxito dos objetivos traçados para a educação científica.

O segundo grupo de interesse inclui cientistas sociais e pesquisadores de opinião pública preocupados com as questões de políticas científicas e tecnológicas. A preocupação essencial deste grupo é quanto ao apoio e participação pública em atividades de políticas científico-tecnológicas.

O terceiro grupo de interesse inclui sociólogos das ciências e educadores em ciências que empregam uma abordagem sociológica à alfabetização científica. Esses pesquisadores se preocupam com as formas organizacionais de propriedade e controle da ciência.

O quarto grupo de interesse que pode ser identificado é a comunidade de educação científica não-formal e aqueles envolvidos com a divulgação científica geral. Esse grupo então consiste naqueles profissionais que provêem oportunidades educacionais e interpretativas para o público geral para melhor se familiarizar com a ciência. Esses profissionais incluem pessoas envolvidas em museus e centros de ciências, jardins botânicos e zoológicos, assim como membros envolvidos em exposições e demonstrações científicas. Jornalistas científicos, escritores e integrantes de programas científicos de rádios e de televisão completam esse grupo de interesse.

Para Laugksch (2000) esta diversificação grupal colabora com diferentes definições conceituais para a Alfabetização Científica, a sua relativa ou absoluta natureza como um conceito, diferentes propósitos para defendê-la e diferentes estratégias para avaliar o nível de Alfabetização Científica da população.

A literatura permitiria facilmente estender múltiplas páginas citando as pesquisas de diferentes autores ou grupos de interesse que delimitam diversos objetivos e significados à Alfabetização Científica sem uma determinada convergência. Para se ter uma idéia, na primeira metade da década de setenta o autor Showalter (1974 apud LAUGKSCH 2000) já integrava 15 anos de literatura relevante que lhe apontavam sete dimensões para se considerar uma pessoa, de fato, alfabetizada cientificamente:

- 1) entender a natureza do conhecimento científico;
- 2) empregar corretamente os conceitos científicos, princípios, leis e teorias ao interagir com seu universo;
- 3) utilizar processos da ciência para resolver problemas, tomar decisões e aprimorar seu entendimento do universo;

- 4) interagir com os vários aspectos de seu universo de maneiras consistentes com os valores subjacentes à ciência;
- 5) compreender e apreciar os empreendimentos conjuntos de ciência e tecnologia e a inter-relação desses com eles e com outros aspectos da sociedade;
- 6) desenvolver uma visão de universo mais rica, mais satisfatória, mais excitante como um resultado de sua educação científica e continuar a estender sua educação por toda sua vida;
- 7) desenvolver numerosas habilidades manipulativas associadas a ciência e tecnologia.

Já Norris & Philips (2003) identificam onze objetivos a serem alcançados pela alfabetização científica:

- a) conhecimento do conteúdo científico e capacidade de distinguir ciência de não-ciência;
- b) compreender a ciência e suas aplicações;
- c) conhecimento do que conta como ciência;
- d) independência na aprendizagem de ciências;
- e) capacidade de pensar cientificamente;
- f) capacidade de utilizar o conhecimento científico na resolução de problemas;
- g) conhecimento necessário para participação inteligente em questões sociais ligadas a ciência;
- h) compreender a natureza da ciência, incluindo as suas relações com a cultura;
- i) apreciação do conforto da ciência, incluindo apreciação e curiosidade por ela;
- j) conhecimento dos riscos e benefícios da ciência;
- k) capacidade de pensar criticamente sobre a ciência e lidar ou negociar com especialistas. (NORRIS; PHILIPS, 2003, p. 225 – tradução nossa).

Para Chassot (2003, p. 91) ser alfabetizado cientificamente é *“saber ler a linguagem em que está escrita a natureza. É um analfabeto científico aquele incapaz de uma leitura do universo”*. Essa sua concepção vem de sua defesa de ciência como *“uma linguagem, mutável*

e falível, *construída pelos homens e mulheres para explicar o nosso mundo natural*”.

Em relação ao mesmo tema Chassot (2006) destaca;

[...] poderíamos considerar a **alfabetização científica** como um conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem (p. 38 – grifo do autor).

Deve-se deixar claro que para Chassot o referido conjunto de conhecimentos não consiste numa listagem de conteúdos absorvidos de maneira neutra e dogmática. Para o mesmo, esses conhecimentos devem ser apresentados aos estudantes encharcados na realidade, sem significar o que ele chama do modismo ensino do cotidiano. Ensinar tais conhecimentos através de uma “*contextualização social, política, filosófica, histórica, econômica e (também) religiosa*” (Chassot, 2006, p. 51), de forma a propiciar alunos e alunas se tornarem homens e mulheres, cidadãos e cidadãs mais críticos, agentes de transformações do mundo em que vivem.

Na literatura, além dos trabalhos que buscam traçar os objetivos e finalidades da AC, encontramos um que define objetivos comuns para a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), Fourez (1997). Neste também, aparece a defesa do argumento da participação e transformação da sociedade em que vive o cidadão. Segundo essa proposta, os objetivos gerais são:

1. *no campo pessoal e humano*, a busca pela autonomia crítica do indivíduo que lhe de condições de se posicionar no entorno de uma sociedade tecno-científica. Decodificar seu mundo tornando-o menos misterioso. Familiarizar-se com as grandes idéias e invenções provenientes da Ciência e da Tecnologia. Trata-se de poder participar da cultura contemporânea;
2. *nos campos social, cultural e ético*, a busca pela capacidade de se comunicar com outros indivíduos. Além de conhecer o mundo no qual a existência humana se efetua é necessário se interessar pelos outros humanos, com os quais haverá uma convivência. Como viver com o outro, que regras adotar, como nos comportar de modo útil, digno, de maneira justa em nossas relações com os outros. Participar de debates democráticos que exigem conhecimentos e senso crítico, de forma a colaborar com a redução das desigualdades, sendo

que as origens destas podem estar imersas na falta de compreensão das “*tecno-ciências*” (FOUREZ, 2003, p.114);

3. *no campo econômico*, a busca por um manuseio mais adequado dos conhecimentos. Participar do desenvolvimento da indústria tecno-científica com responsabilidade social e ética.

A ACT almeja indivíduos que tenham a capacidade de argumentar, negociar e dialogar com outros sujeitos. Enfrentar situações diversas do dia-dia racionalizando de acordo com a ética. Saber lidar com a relação entre saber-fazer e poder-fazer. Conquistar um espaço na sociedade contemporânea, consolidando ou ampliando a democracia, onde todos tenham condições de participar, caso desejem, de debates e decisões, sendo que para isso é necessário conhecimentos básicos de ciência e tecnologia, além de pessoas qualificadas nas áreas científicas e tecnológicas dotadas de conhecimentos, atitudes e valores (MILARÉ; PINHO ALVES, 2010a, 2010b).

Diferente de outros referenciais, Fourez (1997) não apresenta apenas objetivos gerais para uma alfabetização científica e tecnológica. Também propõe objetivos operacionais de forma clara e concisa que permitem ao professor concretizar seus pressupostos teóricos em sala de aula (MILARÉ; PINHO ALVES, 2010a). Além do que, tais objetivos são compatíveis com a realidade escolar. Não exigem grandes mudanças curriculares para serem implementados e são capazes de proporcionar uma metodologia interdisciplinar e contextualizada a partir da abordagem de eventos ou temas. Alguns autores como Pietrocola et al (2000), Pinheiro e Pinho Alves (2005) e Schmitz (2004) já demonstraram empiricamente o potencial pedagógico e operacional da ACT em sala de aula.

Como pode ser averiguado nesta seção o discurso da alfabetização científica é bastante abrangente quanto aos objetivos que lhe são delimitados. No entanto, quanto aos conhecimentos que abarcam este discurso difícil de ser interpretado já há um determinado consenso que permite concluir algo. É isto que será apresentado na seção seguinte.

### 2.3 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E OS CONHECIMENTOS

Diferente dos objetivos e significados delimitados ao processo de Alfabetização Científica, no que diz respeito aos conteúdos ou conhecimentos científicos que devem ser trabalhados nessa perspectiva parece haver um determinado consenso entre os diferentes grupos e autores. Esquivar-se de um ensino de teorias e conceitos científicos que se encerram em si mesmos, ensinar a Física pela Física ou a Química pela Química, isto é, justificar a presença de elementos no currículo simplesmente pelo motivo de serem científicos não é suficiente para o processo de Alfabetização Científica. É necessário que os conhecimentos científicos abordados propiciem o desenvolvimento do indivíduo em seu cotidiano, promovam a tomada de consciência das complexas relações entre ciência e sociedade, auxiliem na resolução de problemas práticos e necessidades de saúde e sobrevivência básica, considere a ciência como parte da cultura atual, justificando alguns conceitos científicos pelo seu valor cultural e não apenas pelo caráter prático imediato, sem que isto forneça argumentos para justificar elementos nos programas escolares como classificações descontextualizadas e vocábulos obsoletos que acabam transformando-se em ornamentos culturais repetidos pelos educandos (MILARÉ; RICHETTI; PINHO ALVES, 2009; SANTOS, 2007).

Isso converge com as idéias de Millar (2003) que delimita dois objetivos para os conceitos científicos a serem trabalhados na educação básica brasileira. Segundo o autor, o conteúdo científico deve:

- 1) ajudar os estudantes a tornarem-se mais capacitados nas suas interações com o mundo material pela ênfase em um modo de conhecer mais tecnológico, mais útil do ponto de vista prático;
- 2) desenvolver gradualmente a compreensão dos estudantes de um pequeno número de 'modelos mentais' sobre o comportamento do mundo. (MILLAR, 2003, p. 83 – grifo do autor)

Para que isso se processe o ensino de ciências deve ser diferente de um ensino propedêutico, preocupado em preparar os estudantes para etapas posteriores da vida acadêmica. Esse tipo de ensino só colabora com o sucateamento da formação básica e deixa em segundo plano o desenvolvimento de conhecimentos, atitudes e valores necessários ao manuseio do entorno social no qual os estudantes estão imersos.

Necessita-se que esse ensino leve em consideração aspectos sociais e culturais, ou seja, torne-se contextualizado, funcional, motivador e acessível a todos os estudantes, independente da carreira profissional que será seguida (MILARÉ; PINHO ALVES, 2010b; MILARÉ; RICHETTI; PINHO ALVES, 2009).

Reid e Hodson (1993 apud SALVADOR; VASCONCELOS, 2007) propõem alguns aspectos que uma educação dirigida para a cultura científica básica deve abordar. De forma resumida são eles:

- 1) conhecimento científico;
- 2) aplicações do conhecimento científico;
- 3) resolução de problemas;
- 4) interação com a tecnologia;
- 5) questões sociais, econômicas, políticas e ético-morais na Ciência e na Tecnologia;
- 6) história e desenvolvimento da Ciência e Tecnologia;
- 7) estudo da natureza da ciência e a prática científica.

Fica evidente que o desenvolvimento desses elementos visa proporcionar aos estudantes conhecimentos necessários às questões relativas à ciência e à tecnologia e o impacto de ambas no meio social, econômico e político, permitindo a capacidade de refletirem, discutirem, formarem opiniões e atuarem no meio social em que estão imersos.

Para a concretização de todos estes pontos em sala de aula, Milaré, Richetti e Pinho Alves (2009) defendem o uso de temas no ensino de ciências. Suas justificativas são as de que temas podem direcionar os conhecimentos científicos para finalidades práticas, cívicas, culturais e profissionais ou econômicas, mostrando importância aos alunos ao que é estudado e favorecendo um ensino contextualizado e interdisciplinar. Além disso, argumentam os autores, a inclusão de temas no processo de ensino pode anular o despejo de um rol de conteúdos e a necessidade de memorização de conceitos e fórmulas que caracterizam o ensino tradicional, colaborar para a promoção de discussões ligadas a aspectos sociais, políticos e econômicos – elementos não disciplinares que auxiliam na problematização e fazem parte da realidade dos alunos.

Fundamental ao processo de alfabetização científica, que em suas justificativas e objetivos utiliza o argumento democrático, são aspectos ou conhecimentos relacionados ao estudo da natureza dos conteúdos

científicos. Tal ponto implica em obter conhecimentos relacionados a história, filosofia e sociologia da ciência (HFSC).

A introdução de conhecimentos de HFSC dentro do ensino de ciências e imerso numa perspectiva de Alfabetização Científica tem sido defendida em diversas pesquisas (PRAIA; GIL-PEREZ; VILCHES, 2007; PEDUZZI, 2001; GIL-PEREZ et al, 2001). Nestes trabalhos é evidente que tais conhecimentos são essenciais para que os estudantes passem a entender a ciência como uma atividade humana, aberta e criativa, cujas implicações políticas, sociais e econômicas não são neutras e muito menos distantes dos problemas sociais.

Gil-Perez et al (2001) identificam em pesquisas da área do ensino de ciências demasiadas simplificações e deformações que a própria educação científica reforça, ativa ou passivamente, a respeito da natureza do conhecimento científico. Na visão dos autores, estas deformações expressam uma visão ingênua profundamente afastada da construção do conhecimento científico e que se consolida como um estereótipo socialmente aceito. Ao serem evitadas colaborariam substancialmente com o processo de alfabetização científica dos futuros cidadãos e cidadãs.

Tais deformações transmitem ao público estudantil as seguintes concepções com relação à ciência e ao trabalho científico:

- 1) **concepção empírico-indutivista e a-teórica da ciência:** destaca, de forma unilateral, o trabalho científico como produto de observações e experimentações neutras, isentas de hipóteses e teorias disponíveis que orientam todo o processo investigativo. Tal concepção ofusca o papel do sujeito na construção do conhecimento científico;
- 2) **concepção de uma ciência rígida (algorítmica, exata, infalível):** destaca a ciência como resultado de um método científico, no qual um conjunto de etapas a seguir mecanicamente, um tratamento quantitativo e controle rigoroso evitam a ambigüidade e dão fiabilidade à teoria científica. Esta concepção recusa tudo que se refere à criatividade, ao caráter tentativo, à dúvida. Distorce o caráter incerto e reflexivo das teorias científicas (GIL-PEREZ et al, 2001; PRAIA; GIL-PEREZ; VILCHES, 2007). Em relação a esta concepção deformada, Solomon (1988) já destacava que é exatamente a apresentação do caráter provisório e incerto das teorias científicas que possibilita aos estudantes avaliarem as aplicações da ciência considerando os posicionamentos



controvertidos dos especialistas. Do contrário, com uma visão de uma ciência absolutamente verdadeira, os alunos teriam dificuldade em aceitar a possibilidade de duas ou mais alternativas para resolver um determinado problema;

- 3) **concepção de uma ciência a-problemática e a-histórica (dogmática e fechada):** muito ligada com a concepção rígida, negligencia os problemas que deram origem aos conhecimentos científicos já elaborados. Perde-se a sua evolução histórica, as dificuldades encontradas no seu processo de construção. Detalhes que poderiam justamente demonstrar as limitações do conhecimento científico e de que este é a resposta a uma pergunta;
- 4) **concepção de uma ciência analítica:** destaca uma divisão parcelar e simplificada dos estudos científicos. Desvaloriza os processos de unificação como característica básica da evolução e construção dos conhecimentos científicos. A História da Ciência evidencia os esforços de unificação e de construção de corpos coerentes de conhecimentos cada vez mais amplos, ou o tratamento de “problemas-ponte” entre diferentes campos de conhecimento que podem chegar a unificar-se. A desvalorização dos processos de unificação como característica fundamental para a evolução de determinados conhecimentos científicos pode constituir em obstáculos no processo de alfabetização científica. Por exemplo, em particular no caso da Física, professores e materiais didáticos negligenciam a síntese Newtoniana das mecânicas celeste e terrestre, recusada durante mais de um século devido a condenação das obras de Copérnico e de Galileu;
- 5) **concepção de uma ciência acumulativa e com crescimento linear:** complementar à concepção rígida ou algorítmica, porém enquanto esta se refere a forma como se concebe a realização de uma dada investigação científica, a concepção acumulativa e linear caracteriza-se como uma interpretação simplista da evolução dos conhecimentos científicos, que ignora ao longo de seu processo de construção crises, remodelações profundas, confrontos entre teorias rivais, controvérsias científicas e complexos processos de mudanças;

- 6) **concepção individualista e elitista da ciência:** enfatiza o trabalho científico como fruto da obra de gênios isolados, minorias especialmente dotadas, ignorando a necessidade do trabalho coletivo e cooperativo entre os cientistas e grupos de pesquisas. Transmite expectativas negativas aos estudantes, com evidentes exclusões de natureza social e sexual, apresentando a ciência como uma atividade eminentemente masculina;
- 7) **concepção de uma ciência socialmente neutra:** esta deformação do trabalho científico refere-se ao esquecimento das complexas relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. Proporciona uma imagem deformada dos cientistas como seres acima do bem e do mal, isolados em ilhas e isentos da necessidade de fazer escolhas. Essa concepção ignora a necessidade da prudência e da ética na relação que há entre o desenvolvimento científico e o meio ambiente, uma necessidade emergente do ensino de ciências.

Estas são, em síntese, as sete deformações que Gil-Perez et al (2001) encontraram tratadas na literatura. Os autores chamam a atenção de que elas estão longe de se constituir em entidades autônomas e diferentes. Pelo contrário formam um esquema conceitual relativamente integrado. Segundo os autores

Parece razoável, por exemplo, que uma visão individualista e elitista da ciência apóie implicitamente a idéia empirista de ‘descoberta’ e contribua, além do mais, para uma leitura descontextualizada e socialmente neutra da atividade científica (realizada por ‘gênios’ solitários). Do mesmo modo, para citar outro exemplo, uma visão rígida, algorítmica e exata da ciência pode reforçar uma interpretação acumulativa e linear do desenvolvimento científico, ignorando as crises, as controvérsias e as revoluções científicas (GIL-PEREZ et al, 2001, p. 134 – grifos dos autores).

Percebe-se que um modelo de ensino que não leve em consideração uma reflexão epistemológica da ciência estará longe de colaborar com o processo de alfabetização científica. Além de comprometer este objetivo educacional do enfoque CTS, também

poderá camuflar as complexas relações existentes entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, uma das principais intencionalidades da sigla.

É bastante complexo falar em uma concepção única e correta da ciência. No entanto, os sérios e intensos debates promovidos por filósofos da ciência como Popper, Kuhn, Bunge, Lakatos, Feyerabend e outros,<sup>9</sup> apesar de manifestarem notórias discrepâncias e mesmo divergências, apontam alguns aspectos essenciais em que pode ser verificado um amplo consenso no interior das idéias difundidas por essa massa crítica. Isto oportuniza a obtenção de uma imagem da ciência que não cai em demasiadas simplificações e deformações, fato importante e, talvez, suficiente para colaborar com aqueles que são responsáveis pela alfabetização científica dos futuros cidadãos e cidadãs e até mesmo de futuros cientistas (GIL-PEREZ et al, 2001; PRAIA; GIL-PEREZ; VILCHES, 2007).

Mediante as discussões acima, infere-se que os seguintes aspectos relacionados aos conhecimentos são atribuídos ao processo de alfabetização científica: 1) conceitos científicos: sem estes o processo de instrumentalização capaz de potencializar tomadas de decisões individuais e coletivas seria praticamente neutralizado; 2) natureza destes conceitos científicos: como visto fundamental ao entendimento de diversas imagens da ciência, principalmente no que tange a sua não neutralidade quanto a aspectos sociais e humanísticos; 3) linguagem científica: possibilita compreender o discurso científico construído socialmente pelos cientistas através do uso de expressões, diagramas, tabelas, gráficos e ilustrações (SANTOS, 2007) e que buscam organizar a ciência como uma construção social de representações que modelizam fenômenos mais complexos (RICARDO, 2005). Tal compreensão permite a construção do argumento científico, o qual é diferente da argumentação do senso comum. Enfim, um cidadão necessita saber ler e interpretar as informações científicas difundidas no seu dia-dia; e 4) questões sócio-científicas, pois sem estas o processo de instrumentalização do cidadão seria reduzido a um caráter de praticidade. É necessário levar em consideração aspectos relacionados às atitudes e valores atribuídos à ciência, à tecnologia e à sociedade.

Ao concluir sobre os conhecimentos mínimos que são atribuídos à Alfabetização Científica, pode-se inferir que dentro desses e dos

---

<sup>9</sup> Para maiores aprofundamentos pesquisar em Chalmers (1993) ou nas edições do Caderno Brasileiro de Ensino de Física (<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/>), Volume 13, Número 3 editado em 1996 e a edição especial de junho de 2002.

objetivos traçados para este processo há a presença do argumento democrático, utilizado para justificá-la. No entanto, isto se efetua de forma muito abrangente, dificultando a sua compreensão que resulte na escolha de direcionamentos na prática de sala de aula. Uma forma de superar esta dificuldade é observar as principais finalidades da Alfabetização Científica (MILARÉ; RICHETTI; PINHO ALVES 2009) de modo a estabelecer categorias para a mesma. Sendo assim, na seção seguinte são apresentadas algumas categorias de Alfabetização Científica que ao final do capítulo serão tomadas como os primeiros parâmetros que professores deverão abordar no momento em que utilizarem eventos ou temas pautados no enfoque CTS.

## 2.4 CATEGORIAS DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Shen (1975 apud LAUGKSCH, 2000) propõe três categorias de Alfabetização Científica. São elas:

1. Alfabetização científica *prática* – Visa contribuir com o desenvolvimento de conhecimentos científicos que possam ser usados para ajudar as pessoas a resolverem problemas práticos, ou seja, conhecimentos vitais às necessidades humanas básicas relacionadas a comida, saúde e moradia.
2. Alfabetização científica *cívica* – o objetivo dessa categoria de Alfabetização Científica seria permitir que os cidadãos se tornem conscientes o suficiente de questões públicas relacionadas à ciência para que o cidadão comum se envolvesse na tomada de decisões relacionadas a tais questões como, por exemplo, saúde, energia, recursos naturais, alimentos, meio-ambiente e assim por diante.
3. Alfabetização científica *cultural* – é motivada pelo desejo de conhecer algo sobre a ciência como uma grande conquista humana.

Estas categorias de Shen poderiam ser expandidas e acomodar uma variedade de alfabetizações científicas funcionais relacionadas a contextos diferentes (LAUGKSCH, 2000).

Kemp (2002 apud DÍAZ; ALONSO; MAS, 2003) proporcionou uma entrevista com nove especialistas em Didática das Ciências sobre suas concepções de alfabetização científica. A análise deste material

levou o autor a concluir que todos atestam ser a Alfabetização Científica a finalidade mais importante do ensino de ciências e de que esta é bem diferente de uma formação propedêutica (preparação para a formação científica). Além disso, incluem um grande número de elementos ou recursos desejáveis tornando sua natureza relativamente complexa.

Para facilitar sua análise, o autor reuniu três dimensões:

1. Conceitual (compreensão e conhecimentos científicos necessários);
2. Procedimental (competências e habilidades);
3. Afetiva (emocional, valores e atitudes)

A maioria dos entrevistados incluiu os conhecimentos de conceitos científicos como um dos elementos mais importantes no processo de Alfabetização Científica. Porém não há muito acordo a respeito de quais conceitos e com que profundidade deve-se tratá-los. Praticamente todos os especialistas reconheceram que a três dimensões devem estar presentes na Alfabetização Científica. De acordo com tais dimensões Kemp (2002 apud DÍAZ; ALONSO; MAS, 2003) categoriza três tipos de Alfabetização Científica: *pessoal, prática e formal*.

A Alfabetização Científica *pessoal* foca principalmente a dimensão conceitual e em menor escala a dimensão afetiva. Consiste em formar pessoas que compreendam onde incluir a linguagem e os conceitos científicos na vida cotidiana e na cultura. Também abarca o apreço pela história da ciência, compreender a sua popularização e a motivação para continuar sua aprendizagem após o período escolar.

A Alfabetização Científica *prática* foca a dimensão procedimental, ou seja, competências e habilidades. Suas justificativas são práticas. Novamente a dimensão afetiva é posta em segundo plano. Consiste em saber usar a ciência no cotidiano e com propósitos cívicos e sociais; saber selecionar informações a respeito da ciência, suas relações com a sociedade; estar consciente das suas limitações; compreender a divulgação científica nos meios de comunicação.

Já a Alfabetização Científica *formal* abarca as dimensões conceitual, procedimental e afetiva. Possui argumentos justificativos nas escalas individual e prática. Com isso consiste em desenvolver diversos aspectos: conhecer conceitos e princípios científicos, saber sobre a natureza da ciência e sua relação com a sociedade, ter competência para selecionar informações científicas de forma a usá-la para se comunicar com outras pessoas e participar de decisões democráticas relacionadas com a ciência e a tecnologia. Leva em consideração fatores

socioeconômicos, culturais, práticos, cívicos e democráticos. Neste tipo de alfabetização são tantas as metas que seus defensores parecem negligenciar a limitação de tempo e recursos disponíveis ao ensino de ciências (DÍAZ; ALONSO; MAS, 2003).

Diante dos objetivos e categorias de Alfabetização Científica divulgados na literatura Milaré, Richetti e Pinho Alves (2009) elegem as finalidades prática, cívica, cultural e profissional ou econômica como as principais delimitadas a tal processo. Isso permite aos autores delimitar quatro categorias de Alfabetização Científica prática, cívica, cultura e econômica ou profissional. As quais levam em consideração no ato de ensino as dimensões conceitual (conhecimentos científicos), procedimental (competências e habilidades) e afetiva (valores e atitudes). Tais categorias são descritas e re-significadas, abaixo, com base nas idéias dos autores.

- 1) **Alfabetização Científica Prática** – consiste na compreensão, baseada em conhecimentos científicos, de fenômenos naturais (bronzamento, efeito estufa, funcionamento dos pulmões, formação de um arco-íris, a aurora boreal, etc.), processos (produção e transmissão de energia elétrica, tratamento da água, fabricação do papel, reciclagem de material, reflorestamento de uma área, transmissão e recepção de informações, comunicação à distância, bio-diversidade, poluição do meio ambiente, produção e manutenção de movimento, conservação da energia, funcionamento do sistema Solar, recepção e registros de imagens e etc.) e o funcionamento de artefatos tecnológicos presentes no cotidiano (motor a combustão, aparelhos eletrodomésticos, pilhas e baterias, radares e etc.). Quanto a estes últimos, é evidente que, além de conhecimentos científicos, também haverá a necessidade de conhecimentos tecnológicos, já fazendo parte do processo de alfabetização tecnológica. Em determinados momentos, ambas as alfabetizações científica e tecnológica estarão praticamente fundidas, já que estes dois elementos possuem uma intensa interação. Mas ainda assim, como será defendido no próximo capítulo a ciência e a tecnologia possuem naturezas e questionamentos distintos. O desenvolvimento da Alfabetização Científica prática permite que o indivíduo, com o auxílio de conteúdos científicos e da linguagem científica, compreenda fenômenos, processos e artefatos de seu entorno, fazendo com que parte

do ensino de ciências seja a exploração das aplicações dos conhecimentos científicos, evitando um ensino excessivamente abstrato, descontextualizado, sem significado e, por fim, potencialmente desinteressante;

- 2) **Alfabetização Científica Cívica** – Tem o papel de auxiliar os estudantes a tomarem decisões baseadas em argumentos científicos. Para desenvolver essa capacidade exige-se que em sala de aula os estudantes sejam estimulados a lidar com decisões que requerem negociações e deliberações, principalmente referentes aos cuidados que se deve ter em relação à saúde, ao meio ambiente e ao bem-estar social, ou seja, desenvolver responsabilidade social. Qual a forma mais limpa de produzir energia elétrica? Que tipo de combustível é mais ecológico? Qual filtro solar utilizar? Qual relação existe entre os seres vivos e os diferentes tipos de radiação? Como descartar pilhas e baterias? Que atitude tomar em relação às dietas? Como exercer um consumo consciente ambientalmente? Estas e outras questões fazem parte dos problemas enfrentados em uma sociedade tecno-científica. Porém para resolvê-las haverá a necessidade da contribuição de conhecimentos oriundos de mais de uma disciplina científica.

Também fica evidente que será exigido que os estudantes lidem com aspectos sócio-científicos que se referem a questões ambientais, políticas, econômicas, éticas e culturais relativas à ciência e à tecnologia (SANTOS, 2002). Para isso deverão ser considerados os princípios morais e as qualidades de virtude que norteiam a vida dos estudantes, assim como o mundo físico, químico, biológico e social a sua volta (ZEIDLER et al, 2005).

- 3) **Alfabetização Científica Cultural** – Consiste em conceber a ciência como resultado de uma construção histórica e social. Admitir o seu caráter provisório e incerto, a sua não linearidade, os seus conflitos, fracassos e interesses. Estes pontos permitirão ao cidadão em formação conhecer as limitações dos conhecimentos científicos quando comparados com outras formas de saberes. Enfim, consiste em introduzir

na formação dos estudantes conhecimentos a respeito da História, Filosofia e Sociologia da Ciência (HFSC), aproximando os estudantes deste componente da cultura humana, evitando a visão de que a ciência constitui-se como uma verdade única e acabada. Nessa perspectiva de Alfabetização Científica também pode ser incluída a expectativa que os estudantes adquiram uma instrumentalização cultural em relação a determinados conhecimentos científicos. No caso da mecânica quântica e da relatividade, por exemplo, Souza Cruz e Souza Cruz (2009) divulgam que uma análise qualitativa da difusão e da divulgação de seus conceitos, nos mais variados estratos da sociedade, aponta para uma apropriação e re-significação destes conceitos com uma forte presença na vida cultural e social. Este processo não pode e nem deve ser controlado, mas pode ter implicações danosas a vida das pessoas. Toma-se como exemplo o charlatanismo que é praticado sob a ótica do misticismo quântico, medicina quântica, psicologia quântica, terapia ou cura quântica, mente quântica que põem em risco a saúde física e mental de pessoas. Para os autores, isto mostra a importância de instrumentalizar o cidadão para que o mesmo possa analisar e agir de forma mais crítica frente ao uso e ao abuso destes conhecimentos.

- 4) **Alfabetização Profissional ou Econômica** – consiste em envolver conhecimentos científicos mais específicos e complexos, que não são tão clarividentes no dia-dia de um cidadão comum. Por outro lado são importantes para determinadas áreas profissionais e encaixam-se com as ciências aplicadas e o setor produtivo. Seria o caso de estudos ligados a estrutura atômica e o desenvolvimento de tecnologias nos setores da medicina, energia nuclear e produtos eletro-eletrônicos. As propriedades físicas e químicas por trás de um transistor, um dos principais componentes responsáveis pela revolução da eletrônica. A importância da datação por Carbono-14 na arqueologia. As descobertas no campo da nanotecnologia, a geofísica, a biotecnologia. Enfim, a forma como esses assuntos específicos são abordados podem despertar o interesse dos estudantes em determinadas carreiras científicas. Há outros assuntos também que dariam ênfase ao aspecto econômico



como conhecimentos ligados ao processo de reciclagem, produção e distribuição do etanol e etc.

De maneira alguma, estas categorias de Alfabetização Científica estão isoladas uma da outra. É evidente a integração que existe entre ambas. O desenvolvimento de uma destas categorias terá implicações com o desenvolvimento das outras. Por exemplo, desenvolver a capacidade de compreender fenômenos naturais, processos e artefatos tecnológicos auxiliará o cidadão em formação quanto a responsabilidade social exigida no momento em que ele se deparar com questões sócio-científicas. Estas últimas não serão satisfeitas de maneira cívica, caso não seja levado em consideração o caráter incerto, provisório e humanístico que caracteriza o conhecimento científico. E, por fim, um profissional ligado à carreira científica (Físico, Químico, Engenheiro, Tecnólogo e etc.) deverá ter responsabilidade social quanto ao desenvolvimento e aplicação dos conhecimentos científicos que fazem parte do seu entorno profissional.

Além da integração, pode-se constatar que os principais conhecimentos científicos delimitados ao processo de Alfabetização Científica encontram-se imersos ao longo das quatro categorias. Entender fenômenos naturais, processos, artefatos tecnológicos, cuidados com a saúde e o meio ambiente, discutir a respeito da natureza do conhecimento científico e sua relação com aspectos sociais, políticos e econômicos exigirá o desenvolvimento de conceitos científicos, linguagem científica, aspectos sócio-científicos e conhecimentos sobre HFSC.

Também fica explícito que estas categorias de Alfabetização Científica tangenciam o principal argumento para justificar este processo no ensino de ciências: o argumento democrático. E isto não se caracteriza apenas pela categoria cívica, cuja preocupação remete ao desenvolvimento da responsabilidade social junto aos estudantes. As categorias prática, cultural e profissional ou econômica também abarcam aspectos necessários ao exercício pleno de uma vida cidadã. Assim como é perceptível que a composição das quatro categorias apontam para um ensino de ciências mais democrático, isento de uma preocupação única com a formação de especialistas, mas também levando-a em consideração.

Já em relação aos objetivos traçados para a Alfabetização Científica, mesmo sem existir um consenso entre os autores que os

defendem, pode-se inferir que diversos deles são contemplados no interior das categorias. Inclusive com a capacidade de satisfazer os diferentes grupos citados por Laugksch (2000). Os campos pessoal e humano, social, cultural, ético e econômico, apontados por Fourez (1997), são considerados em tais categorias de Alfabetização Científica.

Pelo argumentos acima pode se assumir que tais categorias sinalizam para a primeira parte dos parâmetros que devem ser considerados na abordagem de um evento ou tema com pauta nos pressupostos teóricos do enfoque CTS. Não se pode esquecer que a Alfabetização Científica consiste num dos objetivos educacionais dessa sigla e que esta pode se projetar em sala de aula através da abordagem de eventos ou temas.

Além disso, pode-se inferir que esta primeira parte dos parâmetros que acabam de serem eleitos estão em acordo com as intencionalidades educacionais que integram o C e o S do enfoque CTS. De acordo com o que foi discutido no capítulo um desta pesquisa, tais intencionalidades são basicamente: 1) promover uma educação científica em acordo com o meio sócio-cultural dos estudantes; 2) promover uma educação científica de forma a influenciar na vida cotidiana dos estudantes; 3) desenvolver junto aos estudantes habilidades e atitudes que lhes permitam tornar-se cidadãos ativos e responsáveis em relação a assuntos ligados à ciência e 4) promover uma educação científica que leve em consideração a natureza do conhecimento científico e os seus imbricamentos com a sociedade.

Portanto, afirma-se que a abordagem destes parâmetros no momento de se utilizar um evento ou tema no ensino de ciências, seja na preparação de uma ação didática ou na confecção de um material didático, permitirá ao professor contemplar a integração de Ciência e Sociedade.

Porém, se somente estes parâmetros forem abordados será promovido uma das três abordagens CTS apontadas por Santos (2001). A categoria CTS, que privilegia somente os aspectos da Ciência (natureza, história e conceitos) com vínculos sociais e humanísticos, mas que implementa a tecnologia como aplicação do conhecimento científico e a reduz ao *status* de ciência aplicada.

Como um dos objetivos específicos desta pesquisa é tentar impedir este desequilíbrio que omite a tecnologia como objeto de ensino na abordagem do enfoque CTS, de forma a comprometer o outro objetivo educacional da sigla, a alfabetização tecnológica. Além, é claro, de proporcionar uma concepção de tecnologia totalmente equivocada. Para que isso não ocorra é necessário delimitar uma segunda parte dos

parâmetros, só que desta vez em acordo com o T e o S da sigla. Por isso, no capítulo a seguir discute-se a respeito do processo de Alfabetização Tecnológica, a fim de encontrar tais parâmetros.

## CAPÍTULO 3

### ALFABETIZAÇÃO TECNOLÓGICA

Neste capítulo pretende-se discutir a respeito da Alfabetização Tecnológica. Os fatores que justificam esse processo na educação básica, o que dizem a respeito da natureza da tecnologia, suas implicações com a ciência, sua relação com os aspectos econômicos e sociais, qual a concepção dos professores a respeito da tecnologia. Esses fatores demonstram características peculiares ao processo tecnológico que evidenciam a necessidade de maiores especificações ao tratar a tecnologia como objeto de ensino. Lembrando que um dos propósitos da presente pesquisa é (re)ascender o T na sigla CTS, isolando-o da visão empobrecida de que a tecnologia se reduz a aplicação do conhecimento científico.

#### 3.1 JUSTIFICATIVAS PARA UMA ALFABETIZAÇÃO TECNOLÓGICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Gilbert(1992) identifica em suas pesquisas três fatores que justificam a introdução da alfabetização tecnológica<sup>10</sup> no currículo escolar da educação básica:

- a) Econômico – A Tecnologia é a base da atividade industrial e de todos os tipos e níveis de sofisticação. Um argumento aqui é que, em alguns países, o clima cultural é hostil à indústria, de tal forma que proporcionalmente uma pequena parcela da população jovem dedica-se a uma carreira industrial. Isso sugere que a inclusão da alfabetização tecnológica no currículo escolar geral, melhoraria, no

---

<sup>10</sup> No geral, pesquisas nacionais falam em “ensino da tecnologia” e “educação tecnológica”, enquanto no âmbito internacional os termos utilizados são “technology education” e “technological literacy”. Ao longo deste trabalho será utilizado o termo “alfabetização tecnológica” considerando que ele representa a mesma semântica dos termos citados na seção cenário nacional e representaria a tradução daqueles publicados no âmbito internacional.

mínimo, aquela imagem, ou até, forneceria uma base mais informada para a escolha de profissões. Um segundo argumento é que as indústrias requerem uma força tarefa altamente especializada que deve se adaptar à rapidez da evolução de tarefas e tecnologias: experiência direta das tecnologias atuais lançará as bases para o futuro;

- b) Social – Dois argumentos sociais, diferentes apenas na dimensão do tempo, são apresentados. O primeiro é que tomada de decisão pessoal, econômica e social requerem que o público em geral, tanto quanto industriais e legisladores, se conscientizem das conseqüências sociais e ambientais devidas a ação tecnológica. Segundo, solucionar problemas do amanhã oriundos da produção tecnológica atual exigirá o uso de processos e produtos tecnológicos. O conhecimento e as habilidades da atividade tecnológica, acoplados à visão em conseqüência dos atos são, portanto, necessários;
- c) Educacional – O primeiro argumento educacional repousa sobre a afirmativa de que tecnologia é uma, senão a, realização característica do ser humano,[...] Tecnologia, argumenta-se, poderia ser incluída no currículo escolar exclusivamente por esta razão. Além disso, a sobre-avaliação geral de uma educação baseada em abstrações desvaloriza a realização daqueles estudantes com maior inclinação à prática, uma situação que a alfabetização tecnológica remediaria. Um ponto aliado é que produtos tecnológicos, de uma forma ou de outra, fazem parte dos lares de todos [...]: pessoas obteriam uma sensibilidade maior de controle sobre o ambiente mais próximo deles caso conhecessem mais a respeito dos produtos tecnológicos. O segundo argumento é que a inclusão da tecnologia é solicitada para apoiar objetivos educacionais gerais, por exemplo: ela motivaria os estudantes a aprender porque a aplicabilidade dos conhecimentos e

habilidades pode ser prontamente vista, ela forneceria um contexto para a integração de conhecimentos de muitos conteúdos escolares e, por permitir levar em conta tecnologias de diferentes países, facilitaria a educação multicultural. (GILBERT, 1992, p. 563-564 – tradução nossa).

Muito próximo dos argumentos de cunho social e econômico de Gilbert, a UNESCO, através da *Division of Science, Technical and Environmental Education*, realizou, ao longo da década de oitenta, diversas publicações, dentre elas UNESCO (1985, 1986), que discutem a respeito da implantação de uma alfabetização tecnológica no currículo escolar secundário.

Nesses documentos as principais justificativas para tal implantação foram atribuídas a fatores sociais e econômicos, quando enfatizam que os conhecimentos científico-tecnológicos, a repercussão social e cultural dos avanços tecnológicos, suas conseqüências ambientais, sociais e econômicas compõem um corpo de conhecimentos básicos que necessariamente devem estar disponíveis a estudantes do nível secundário. Isso porque, argumenta a UNESCO, do ponto de vista social, a qualidade de vida da população em geral depende cada vez mais da tecnologia e das tomadas de decisões a acerca dela.

Já os documentos oficiais lançados pelo MEC a partir de 1998 (BRASIL, 1998, 1999, 2002)<sup>11</sup> preconizam um novo segmento para a reorientação do trabalho docente efetuado nas escolas. Tal reorientação, que repercute a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996), articula a criação de estratégias capazes de contemplarem um ensino voltado para o desenvolvimento de competências e habilidades, de forma interdisciplinar e contextualizada. Propõe uma estrutura curricular com o formato de três áreas do conhecimento: as ciências humanas e suas tecnologias; as ciências da natureza, a matemática e suas tecnologias e as linguagens, códigos e suas tecnologias.

No âmbito de uma justificativa educacional, de acordo com Ricardo (2005) e Ricardo, Rezende Jr. e Custódio (2007), a presença da tecnologia nas três áreas está em concordância com o objetivo de estreitar os laços entre a escola e o mundo moderno. Além de potencializar a compreensão dos processos produtivos que envolvem

---

<sup>11</sup> DCN, PCN e PCN+

este último. Os autores ainda se inspiram nas *práticas sociais de referência*<sup>12</sup> de Jean-Louis Martinand e deixam claro, em ambos os documentos citados acima, que tais práticas já revelaram a tecnologia como referência de saberes escolares, não se limitando apenas ao estudo de máquinas ou equipamentos domésticos, mas, para além disso, proporcionar o debate e a compreensão a respeito da relação existente entre o mundo natural e o mundo artificial. Assim, é possível levar os estudantes a desenvolver uma concepção crítica quanto à tecnologia moderna e os seus imbricamentos com aspectos econômicos, sociais, políticos e culturais, bem como reconhecer o seu potencial modificador na realidade vivida e de resposta a problemas concretos.

Os autores observam que cada prática social possui uma coerência específica, amparada em saberes práticos, teóricos, técnicos e metodológicos. E a partir desta observação e com preocupações em relação à linha de chegada, a sala de aula, levantam o seguinte questionamento: o que, em particular da tecnologia, poderia ou deveria ser transposto para a sala de aula como um saber a ensinar?

Mediante esta questão é relevante discutir a respeito do que vem a ser afinal a tecnologia. Quais as suas relações com a ciência e que status assume diante dela? Seria a tecnologia uma possível referência de saberes escolares ou um exemplo prático da aplicação das ciências básicas? Qual a concepção dos professores acerca da tecnologia? Entende-se que será a partir da compreensão de seus objetos e da origem de seus conhecimentos que se pode vislumbrar a possibilidade de tomá-la como um saber de referência e transformá-la em objeto de ensino. Somente desta forma é possível discutir a respeito do processo de alfabetização tecnológica a fim de encontrar parâmetros que satisfaçam tal processo. Não basta abordar a tecnologia de forma ampla, é necessário conhecer o seu real sentido e, para isso, exige-se uma concepção de tecnologia.

### 3.2 BUSCANDO UMA CONCEPÇÃO DE TECNOLOGIA

Se a busca pela dimensão epistemológica da ciência não se constitui numa tarefa simples, trilhar uma definição do que vem a ser

---

<sup>12</sup> Para maiores detalhes deste conceito pesquisar em Astolfi (1995), *A didática das ciências*. São Paulo: Papirus.

tecnologia, por vezes, chega a ser mais difícil. Ao contrário da ciência que, apesar da variedade de métodos e práticas, possui grandes filósofos que exerciam a função de cientistas, a tecnologia é marcada por estudos filosóficos menos conhecidos e discutidos, além da pouca reflexão por parte daqueles que a praticam. Único consenso, especialmente entre aqueles que filosofam a respeito da tecnologia, é de que ela, em hipótese alguma, reduz-se ao status de uma ciência aplicada.

Cupani (2004) enfatiza que o estudo filosófico da tecnologia é relativamente recente e diversificado. Essa diversificação, argumenta o autor, ocorre devido a uma orientação filosófica tangente a diferentes direções teóricas somadas com as correspondentes sociais da tecnologia. Contudo, apesar da heterogeneidade, o autor conclui que a filosofia da tecnologia permite reconhecer esta como um evento da vida humana. Conclusão que demonstra ao revelar, de acordo com suas pesquisas, três modos de investigar filosoficamente a tecnologia: os de Albert Borgmann, Andrew Feenberg e Mario Bunge

Em Borgmann (1984, 1988), Cupani encontra uma abordagem *latu sensu*, basicamente uma análise das relações entre a tecnologia e a vida social contemporânea do ser humano, onde “a tecnologia é o modo tipicamente moderno de o homem lidar com o mundo, um “paradigma” ou “padrão” característico e limitador da existência, intrínseco à vida quotidiana” (CUPANI, 2004, p. 499 – grifo do autor). O enfoque escolhido por Borgmann para tratar a tecnologia rejeita teorias substancialistas (as que acreditam que a tecnologia seja autônoma) e instrumentais (aquelas que veem a tecnologia como um meio aos propósitos dos próprios humanos) por achar que estas perdem de vista suas especificidades.

Em Feenberg (2002), Cupani encontra um enfoque da tecnologia que, também, rejeita as visões instrumentalista e substancialista. Sua representação basicamente prolonga as análises da Escola de Frankfurt, em particular Marcuse, e considera a tecnologia um fenômeno tipicamente moderno, constituinte da estrutura material da modernidade, mas longe de se caracterizar de forma neutra, pois, a tecnologia reveste valores anti-democráticos advindos de seu vínculo com o capitalismo e manifestos numa cultura empresarial, cuja visão de mundo é constituída em termos de controle, eficiência e recurso. Segundo Cupani, o enfoque de Feenberg aspira reconstruir a idéia de socialismo com base numa radical filosofia da tecnologia.

No entanto é em Bunge (1985) que Cupani encontra uma forma clara e ampla de tratar a tecnologia na busca do que devemos nos ater em relação a ela.



### 3.2.1 A perspectiva analítica de Mario Bunge

Bunge (1985), numa perspectiva analítica concebe a tecnologia

Como o estudo científico do artificial ou, equivalentemente, como investigação e desenvolvimento. Se preferir, tecnologia pode ser considerada como o campo de conhecimento preocupado com o desenho de artefatos e planejamento de sua realização, operação, ajuste, manutenção e monitoramento sob a luz do conhecimento científico. (BUNGE, 1985, p. 231 – tradução nossa).

Esta concepção da tecnologia como um campo de conhecimento revela diferenças entre dois termos muitas vezes tomados como sinônimos: técnica e tecnologia. O primeiro, segundo o autor, constitui-se em atividades práticas amparadas por conhecimentos pré-científicos, enquanto o segundo consiste na técnica de base científica.

Na visão de Bunge, atribui-se à tecnologia o processo de pesquisa-desenvolvimento-produção de artefatos ou algo artificial.

A caracterização da tecnologia como um campo de conhecimento aponta que para Bunge não há tecnologia na simples aplicação de um saber-fazer ou no uso de um artefato sem que haja questionamentos a respeito de suas bases teóricas ou que se busque o seu aperfeiçoamento. Essa seria a conduta do técnico, diferente do tecnólogo (engenheiro), cuja atividade tem base teórica e criativa (CUPANI, 2004).

Para Bunge o conhecimento científico embasa o desenho e a planificação do objeto tecnológico. Suas leis são traduzidas em regras práticas ou tecnológicas. Por exemplo, pode-se estabelecer através da ciência que um fluido refrigerante ao sofrer uma expansão tem a sua temperatura reduzida. Tal enunciado fundamenta a seguinte regra tecnológica: expanda um fluido refrigerante e diminua a sua temperatura. É esta regra tecnológica que planifica um objeto tecnológico fundamental ao refrigerador: o dispositivo de expansão.

Todavia, para Bunge a tecnologia não se reduz à aplicação do conhecimento científico, porém implica na busca de um conhecimento

específico capaz de originar teorias tecnológicas de dois tipos: as *substantivas*, aquelas que fornecem conhecimento sobre os objetos da ação (por exemplo, uma teoria sobre o vôo) e as *operativas*, aquelas que versam sobre as ações de que depende o funcionamento de artefatos (por exemplo, uma teoria sobre a distribuição do trânsito aéreo numa região) (CUPANI, 2004).

Ainda em relação a esta dimensão de tecnologia como um campo de conhecimento - “*o estudo científico do artificial*” - Ricardo, Rezende Jr. e Custódio (2007), referindo-se as Ciências Naturais, chamam atenção para o contraste com a atividade científica já que o foco desta é o estudo das coisas naturais. A ressalva de que tal observação refere-se às ciências naturais elimina a crítica de que áreas como as ciências sociais e jurídicas não tenham como foco em suas pesquisas o estudo de coisas naturais. No entanto, tal afirmação ainda é problemática levando-se em consideração o caso da matemática, que é ciência para algumas correntes filosóficas e que transcende a ciência para outras.

Mas afinal, nesta dimensão de tecnologia de Bunge, onde estão as fronteiras entre o natural e o artificial?

Bunge chama de artificial algo “opcionalmente fabricado ou feito com ajuda de conhecimento aprendido e utilizável por outros” (1985, p. 222). Sendo assim, conclui o autor, a artificialidade de um objeto (coisa, estado ou processo) deve ser opcional, precedido de uma decisão frente a uma possibilidade – trabalhar ou não sobre o objeto referido. Essa condição elimina a perspectiva de uma teia de aranha ou um ninho de passarinho se constituir em algo artificial, pois aranhas e pássaros não possuem a capacidade de decidir e investir seu tempo sobre esta atividade, mas são geneticamente programados para esta função. Por outro lado a atividade ou trabalho que resulta de um objeto ou algo artificial deve ser guiado por algum conhecimento aprendido, no mínimo, na primeira vez que for realizada. Por sua vez, esta condição implica que todo artefato seja trabalhado por seres racionais ou por “procuração” destes como é o caso dos robôs. Por último a atividade em questão deve ter algum valor social, real ou potencial, positivo ou negativo. Por exemplo, na versão de que a internet nasce de um projeto militar com o propósito de potencializar a indústria bélica pode-se atribuir às suas origens um valor social negativo. Mas por outro lado, ao possibilitar a comunicação em escala global e tempo real, abre-se a oportunidade de compreendê-la como um valor social positivo.

Em relação a essa última condição de Bunge, o autor do *Tecnopólio*, Postman (1994), revela que a tecnologia (vista como algo artificial) tanto é amiga como inimiga e de que tanto na guerra como na

paz a mesma pode se constituir numa carta salvadora. Ele vai mais além e chama a atenção para a imprevisibilidade das conseqüências oriundas de uma nova tecnologia, pois nem aqueles que a criam possuem condições de presumir os caminhos que ela trilhará. Para ilustrar seu ponto de vista, o autor cita a origem do relógio mecânico, invento que se dá nos mosteiros beneditinos dos séculos XII e XIII por homens que desejavam dedicar-se mais rigorosamente a Deus, mas que terminou como a tecnologia de maior uso para os homens que desejavam se dedicar à acumulação de dinheiro. O relógio foi fundamental à ideia de produção regular, das horas de trabalho regular e de produtos padronizados, ajudando na proliferação do capitalismo. Entre Deus e os bens materiais, conclui Postman, o relógio favoreceu os últimos de forma bastante imprevisível.

Assim, fatos como esse auxiliam na conclusão de que a tecnologia não soma nem subtrai, ela muda. No entanto, tais mudanças muitas vezes são imprevisíveis e por isso deve-se tomar cuidado ao se defender a tese de que o avanços tecnológicos e a criação de artefatos somente proporciona benefícios ao bem estar social. Porém, isso também não significa descartar a tecnologia ou promover atitudes anti-tecnológicas. A idéia é estabelecer um domínio tecnológico interligado aos valores sociais.

Bunge vai mais além e ontologicamente faz uma distinção entre coisas, estado de uma coisa e mudança em uma coisa, por conseguinte categorizando artefatos:

- I. coisas artificiais (artefatos no sentido restrito), tais como metais e moléculas feitos pelo homem, ferramentas e máquinas, animais e plantas domésticas, escolas e fazendas;
- II. estados artificiais, isto é, estado alcançado por algo (natural ou artificial) como resultado do trabalho, tais como represamento de um rio, a erradicação da malária ou do analfabetismo em uma região e a prosperidade alcançada por um setor da economia como conseqüência da introdução de uma nova tecnologia;
- III. mudanças artificiais, isto é, eventos ou processos provocados pelo trabalho sobre coisas (incluindo seres humanos), tais como aprender a ler, cultivar o solo, provocar a

queda de um governo. (BUNGE, 1985, p. 222 – tradução nossa)

Pode-se concluir que na categorização ontológica de Bunge um artefato não se restringe a ser uma coisa (relógio ou remédio), podendo tratar-se da modificação do estado de um sistema natural (desviar ou represar o curso de um rio ou aterrar a orla de uma baía, domesticar animais e plantas) e também a transformação de um sistema (ensinar alguém a ler ou escrever).

O autor chama a atenção de que todo artefato (algo artificial) é resultado efetivo da ação racional, isto é, consequência do trabalho intelectual realizado pelo aparato cognitivo humano ou do trabalho humano sobre objetos concretos. Na sua visão trabalho deve consistir i) no uso de objetos naturais; ii) na transformação das coisas e iii) na montagem destas últimas. “[...] *trabalho é a fonte ou origem de todas as coisas artificiais. [...] o trabalho faz toda a diferença entre o natural e o artificial*” (BUNGE, 1985, p. 223 – tradução nossa).

Para maiores esclarecimentos a respeito do raciocínio mostrado no parágrafo anterior, Bunge apresenta a tabela 8 que mostra algumas diferenças entre o natural e coisas ou processos artificiais.

Tabela 10: Diferenças entre natural e coisas ou processos artificiais.

<b>ASPECTO</b>	<b>NATURAL</b>	<b>ARTIFICIAL</b>
<b>Modo de existência</b>	Autônomo	Dependência do Homem
<b>Origem</b>	Produção própria	Humana
<b>Desenvolvimento</b>	Espontânea	Guiada pelo homem ou procuração (robôs)
<b>Evolução</b>	Por variação espontânea e seleção natural	Por alteração decidida e seleção artificial
<b>Regularidades</b>	Leis e tendências	Leis, tendências e regras
<b>Projetado</b>	Não	Sim
<b>Planejado</b>	Não	Sim
<b>Propósito</b>	Nenhum exceto no caso de vertebrados superiores	Nenhum
<b>Custo de produção</b>	Nenhum	Trabalho humano (manual ou intelectual)
<b>Estudado pela</b>	Ciência	Tecnologia

Fonte: Bunge (1985, p. 223 – tradução nossa)

Todavia, os artefatos são produtos de um processo tecnológico e este constitui um modelo extremamente complexo.

Ricardo, Rezende Jr. e Custódio (2007), por conta da profundidade que cerca o processo tecnológico, enunciam para ele um modelo simplificado constituído de quatro etapas, livres de qualquer aprisionamento à linearidade, pois a tradicional revisão interativa realimenta informações em cada uma delas. Seriam elas:

- 1) identificação de necessidade;
- 2) projeto de uma ou mais soluções possíveis;
- 3) construção de uma solução mais promissora;
- 4) a avaliação frente à necessidade original.

Este modelo simplificado pode ser complementado pelo processo de pesquisa-desenvolvimento-produção publicado por Bunge e sintetizado no fluxograma apresentado na figura 3.

Bunge observa que não são indicados no fluxograma recursos naturais, humanos e financeiros, pois são pressupostos já do processo tecnológico. Também salienta que os três primeiros domínios de seu fluxograma não estão à mercê de tecnólogos, a não ser que estes exerçam a função de empresários. Ressalta ainda a ausência de estágios de pesquisa em muitos casos, em particular onde ocorre a remodelação do produto. Quanto ao produto final o autor afirma que este pode ser uma mercadoria agrícola ou industrial, uma instituição organizada racionalmente, uma grande quantidade de consumidores ou eleitores dóceis, uma multidão de pacientes curados, um cemitério de guerra.

Ricardo, Rezende Jr. e Custódio (2007) fazem menção de que as suas quatro etapas justapostas com o processo de *pesquisa-desenvolvimento-produção* de Bunge (elucidado no fluxograma) constitui uma representação parcial, no entanto, permite a compreensão clara de três dimensões implícitas ao processo tecnológico. Primeiro, desmistifica a hipótese determinista de que o desenvolvimento tecnológico independe de valores e objetivos humanos. Segundo, denuncia o aspecto organizacional da atividade tecnológica. O próprio Bunge afirma que a comunidade profissional de uma tecnologia é um sistema apropriado, não se constitui em um indivíduo isolado ou um agregado de várias partes. Terceiro, identifica que o processo tecnológico possui técnicas peculiares, aquilo que Bunge chama de *método tecnológico*, cuja breve caracterização é dada pela seguinte sequência.

Reconhecimento e formulação de um problema prático – Projeto de alguma coisa, estado ou

processo provavelmente para solucionar um problema com alguma aproximação – Construção de um modelo de escala e um protótipo (máquina, grupo experimental, programa social em pequena escala) – Teste – Avaliação – Revisão do projeto, teste ou problema. (BUNGE, 1985, p.236 – tradução nossa).

A perspectiva analítica de Bunge responde de forma positiva quanto ao questionamento de se tomar a tecnologia como fonte de saberes. Além de apontar para a tecnologia como um campo de conhecimento, mostra que ela não se reduz a uma mera aplicação da ciência, mesmo que esta, frequentemente, integre-se à tecnologia ou embase aquilo que o autor denomina de teorias tecnológicas. No entanto, a maneira que Bunge propõe esta integração ou embasamento, aponta que a tecnologia como referência de saberes em sala de aula não se resume a um exemplo prático de conhecimentos científicos. Aspectos ligados a ela própria, como a linguagem tecnológica e a sua relação com o meio social demonstram sua riqueza quanto aos saberes a serem explorados num processo de alfabetização tecnológica.

Além disso, ao se basear em Bunge, percebe-se que a tecnologia, apesar da imprevisibilidade, tem uma finalidade social, positiva ou negativa. Não há como afirmar a sua neutralidade. Portanto, além de conhecimentos tecnológicos é necessária uma concepção de tecnologia que esclareça os aspectos sociais que cercam a mesma, principalmente quando se almeja tratar a tecnologia como objeto de ensino dentro do enfoque CTS. Talvez tais aspectos possam ser encontrados na “*prática tecnológica*” de Pacey (1990).

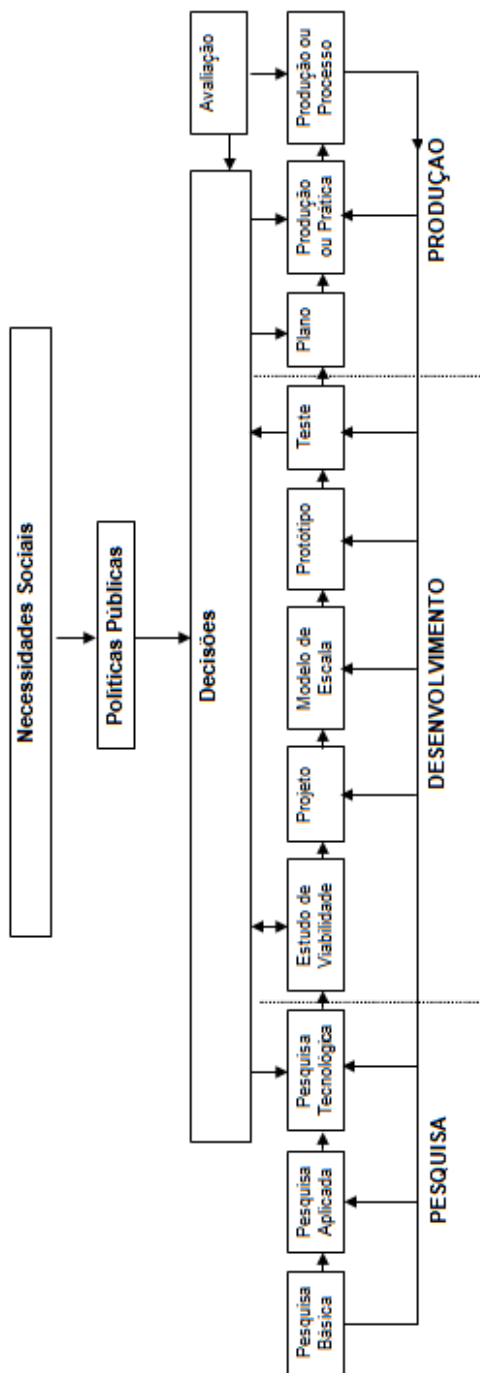


Figura 4: Fluxograma do processo tecnológico.

Fonte: Bunge (1985, p. 221 – tradução nossa).

### 3.2.2 A Prática Tecnológica de Pacey

Pacey (1990) parte do pressuposto de que a simplória identificação da tecnologia com máquinas, técnicas, conhecimentos e com a atividade essencial de funcionamento das coisas torna-a, em termos culturais, uma entidade neutra, colocando-a num compartimento separado da vida humana.

Face ao problema da atribuição de diferentes significados para a palavra “tecnologia”, Pacey acredita ser impossível defini-la; no entanto, clama pela necessidade de se efetuar uma distinção entre os seus diversos níveis de significação. Para isso, lembra que em medicina este tipo de distinção se realiza quando se fala em “prática médica”, para se referir num termo geral, e “ciência médica”, para se referir a aspectos estritamente técnicos da matéria. Dando profundidade ao assunto, o autor relata que, em determinadas ocasiões, “prática médica” denota simplesmente a organização indispensável na utilização de conhecimentos e habilidades médicas no tratamento de pacientes. Outras vezes, o termo sugere um sentido mais útil com a atividade da medicina, em seu conjunto, suas bases, seu conhecimento técnico, sua organização e seus aspectos culturais. Isso inclui a vocação dos médicos, suas satisfações, valores pessoais e o código de ética profissional. Assim, observa Pacey, “*a ‘prática’ pode ser um conceito amplo e inclusivo*” (1990, p.16 – tradução nossa – grifo nosso), levando-o a sugerir a sua utilização em todos os ramos da tecnologia, similar à forma tradicional que se usa em medicina.

As concepções de tecnologia devem levar em conta a história das atividades humanas que a rodeiam e que incluem o seu uso prático, sua função como símbolo de posição social, o fato que deve adaptar-se a um padrão de atividade correspondente a um estilo de vida.

Ao investir na concepção de *prática tecnológica*, Pacey chama a atenção para a necessidade de se pensar cuidadosamente sobre aspectos humanos e sociais. Para ele, aqueles que escrevem sobre as relações e controle social da tecnologia tendem a reduzir suas análises na organização, planejamento, administração e gestão da investigação e de cientistas ou tecnólogos.

Estes temas possuem sua importância, porém existe uma dimensão mais ampla de conteúdo humano na *prática tecnológica* que é negligenciado nestes estudos, como por exemplo, os valores pessoais e a experiência individual do trabalho tecnológico. Assim, elementos



técnicos, éticos e organizativos dão uma perspectiva mais ordenada do que consiste o conceito de *prática tecnológica*.

Com esta linha de pensamento, Pacey estrutura o seu modelo de *prática tecnológica* sobre o amparo de três aspectos operacionais simultâneos: 1) o aspecto organizacional; 2) o aspecto cultural e o 3) aspecto técnico.

O primeiro consiste nas diversas facetas da administração e políticas públicas. Relaciona-se com a atividade econômica e industrial de engenheiros, designers, técnicos e trabalhadores da produção tecnológica, usuários e consumidores de produtos tecnológicos. Esta dimensão amplia o conceito de tecnologia, a partir da inclusão de aspectos sócio-políticos importantes.

O segundo identifica a tecnologia com os objetivos, valores, hábitos, códigos de ética, crenças sobre o progresso, em resumo, toda a ideologia que cerca a *prática tecnológica* de engenheiros, designers e consumidores.

Por último, o terceiro aspecto condiz com as máquinas, ferramentas, técnicas, conhecimentos e habilidades de como fazer funcionar as coisas.

Estas ideias podem ser resumidas na figura 5, onde o triângulo e o seu conjunto representam o conceito de *prática tecnológica*, e os vértices seus aspectos organizacional, cultural e técnico.

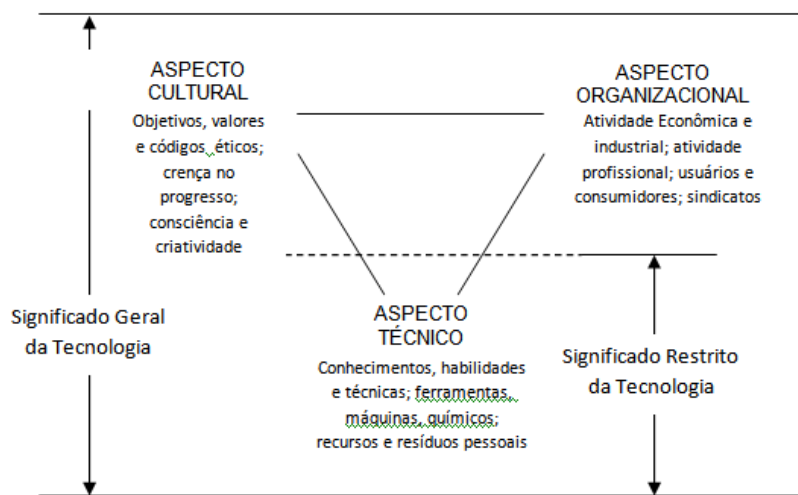


Figura 5: Diagrama das definições de tecnologia e “*prática tecnológica*”  
 Fonte: Pacey (1990, p. 19 – tradução nossa).

Como pode ser visto, Pacey destaca em seu diagrama duas formas de se abordar o conceito de tecnologia. Primeiro, a forma restrita e habitual, onde a tecnologia é reduzida por completo ao aspecto técnico devido aos seus valores culturais e fatores organizativos serem considerados externos a ela. Em segundo, uma concepção mais ampla, o que o autor denomina de significado geral da tecnologia, ideia tangente à *prática tecnológica*, que considera os três aspectos – o técnico, o organizacional e o cultural -, demonstrando a tecnologia carregada de valores e não-neutra socialmente.

Os elementos que compõem o aspecto técnico da *prática tecnológica* de Pacey, conhecimentos, habilidades, técnicas, ferramentas, máquinas e organismos vivos, ou seja, artefatos que resultam da atividade tecnológica e os processos pelos quais são produzidos, se aproximam, com exceção dos organismos vivos (lembrar das teias de aranha e ninhos de passarinho), dos artefatos categorizados ontologicamente por Bunge, *coisas artificiais, estados artificiais e mudanças artificiais*.

Quanto aos componentes do aspecto organizacional do modelo de Pacey, referentes à atividade econômica, industrial e profissional, usuários, consumidores e sindicatos, também possuem aproximações em relação à filosofia de Bunge. Isto se evidencia na análise do seu processo de *pesquisa-desenvolvimento-produção*, a qual denuncia explicitamente a sistematicidade da comunidade tecnológica, demonstrando conexões entre esta e fatores: econômicos (investimentos e modelos de produção), sociológicos (organizações profissionais e sindicatos) e psicológicos (avaliação de risco e tomada de decisão no contexto industrial).

Ainda no contexto desta análise, não se pode esquecer que houve a desmistificação da hipótese determinista que preconiza um desenvolvimento tecnológico independente de valores e objetivos humanos. Esse detalhe se aproxima do aspecto cultural do modelo de Pacey, já que no seu interior estão os códigos de ética, as crenças de progresso, objetivos e valores entrelaçados à *prática tecnológica*.

Bunge (1985) e Pacey (1990) apontam diversos aspectos que devem ser levados em consideração ao se explorar a tecnologia como fonte de saberes e que ajudarão na categorização da Alfabetização Tecnológica. Mas a tarefa de levar a tecnologia até a sala de aula como objeto de ensino exige dos professores, responsáveis pelo saber ensinado, uma determinada concepção de tecnologia. No entanto, os resultados de pesquisas na área de ensino de ciências apontam que tal concepção ainda é extremamente precária ou praticamente inexistente.

### 3.2.3 Concepções de professores a respeito de Tecnologia

Em relação à visão que professores possuem acerca do ensino da tecnologia na sala de aula, Ricardo, Rezende Jr. e Custódio (2007) realizaram uma coleta e análise de dados utilizando-se de entrevistas semi-estruturadas. Tais entrevistas foram realizadas com quinze professores, das disciplinas de biologia, física, química e matemática de duas escolas públicas de grande porte, uma de Florianópolis – SC e outra do Distrito Federal. Ainda, foram entrevistados mais quatorze professores de escolas públicas de várias regiões do Brasil (Florianópolis, Cuiabá, Vitória, João Pessoa, Manaus e Brasília), por oportunidade, durante seis seminários realizados pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC) para discutir os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's), no ano de 2004.

Os autores elaboraram as seguintes questões: a) Como você vê a relação entre a ciência e a tecnologia?; b) Como você entende o que seria o ensino da ciência e da tecnologia na sala de aula? e c) Você procura levar a discussão sobre a tecnologia para a sala de aula?.

A primeira constatação possível, feita pelos autores, foi a redução da tecnologia ao uso da informática na sala de aula, não como objeto de ensino, mas como instrumento de ensino, sugerindo uma estreita relação entre a tecnologia e o uso de aparatos tecnológicos na atividade docente. Tal concepção demonstra que para os professores a inclusão da tecnologia como objeto de ensino não implica em mudanças relacionadas aos conteúdos. Apóia-se mais na novidade do que em reorientações didático-pedagógicas (RICARDO; REZENDE JR; CUSTÓDIO, 2007).

Outra concepção foi a idéia da tecnologia como aplicação da ciência, ou seja, atribui-se a ela o *status* de ciência aplicada. Tal concepção também é denunciada por Acevedo Díaz (1996), que em pesquisa bibliográfica analisa os resultados de algumas investigações realizadas com estudantes e professores de países como o Canadá e Estados Unidos. Nesta análise a idéia de que a tecnologia é uma aplicação do conhecimento científico aparece claramente nas respostas dos professores entrevistados. Reduzir a tecnologia ao *status* de ciência aplicada é negligenciar a sua componente criativa que se manifesta ao longo da pesquisa tecnológica e no planejamento de políticas tecnológicas.

Para Bunge (1985) são necessários entre 10 e 30 anos de pesquisa básica para que surja uma inovação tecnológica. Provavelmente, o volume de conhecimentos tecnológicos desenvolvidos neste período venha a ser maior que o de conhecimentos científicos. Sem considerar, que em casos limites nem todo conhecimento científico se converte em alguma aplicação prática, como, por exemplo, a teoria das cordas (RICARDO; REZENDE JR; CUSTÓDIO, 2007). Pode-se destacar ainda que esta visão simplista da tecnologia não é prudente, pois implica uma orientação puramente empirista, desprovida de um raciocínio lógico (UTGES; FERNÁNDEZ; JARDÓN, 1996).

A tabela 11 pode dar uma idéia de algumas diferenças e similaridades entre ciência e tecnologia.

Tabela 11: Diferenças e Similaridades entre ciência e tecnologia.

<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>CIÊNCIA</b>	<b>TECNOLOGIA</b>
<b>Tipo principal de problema</b>	Cognitivo	Prático
<b>Objetivo Final</b>	Entender	Fazer
<b>Centrada em</b>	Hipóteses e Experimentos	Projetos e Programas
<b>Baseada em</b>	Matemática	Matemática e Ciência
<b>Papel da Teoria</b>	Guia para o entendimento	Guia para a ação
<b>Papel da Experimentação</b>	Fonte de dados e testes de idéias	Fonte de dados e teste de projetos e programas
<b>Profundidade</b>	Máxima desejável	Suficiente para propósitos práticos
<b>Impacto Social</b>	Sobre o resto da cultura	Sobre toda a sociedade
<b>Análise custo/benefício</b>	Frequentemente não se aplica	Necessária
<b>Papel da descoberta</b>	Central	Central
<b>Papel da invenção</b>	Central	Central
<b>Crítica</b>	Necessária	Necessária

Fonte: Ricardo; Rezende JR; Custódio ( 2007, p. 141).

Em relação à tabela podem ser feitas algumas ressalvas. Primeiro que a ciência à qual os autores se referem diz respeito às ciências naturais. Segundo que ao declararem a ciência ser baseada em matemática, negligenciam as bases teóricas da área biológica. Terceiro, na atualidade, afirmar que não há uma análise de custo/benefício na ciência é negligenciar que grupos de pesquisas são financiados por órgãos públicos e privados e que por isso seus projetos passam por uma análise quanto a sua pertinência ou não de financiamento.

Apesar do esforço intelectual para diferenciar conceitualmente ciência de tecnologia, é preciso reconhecer que mesmo ambas se caracterizando como formas distintas e próprias da atividade humana, suas relações mútuas são evidentes ao longo da história. Desde um isolamento inicial até uma interpenetração ou simbiose na era contemporânea (UTGES; FERNÁNDEZ; JARDÓN, 1996), que torna ainda mais difícil separar os avanços científicos dos tecnológicos, bem como suas precedências. Para aferir isto basta recorrer a exemplos como aceleradores de partículas, a clonagem e o aparecimento de novas especialidades científico-tecnológicas (RICARDO; REZENDE JR; CUSTÓDIO, 2007).

Ainda assim é necessário observar que em determinados períodos históricos os inventos tecnológicos precederam ou caminharam paralelamente à ciência. É suficiente lembrar da máquina a vapor, desenvolvida anteriormente aos estudos da termodinâmica ou o caso de equipamentos elétricos, precedentes aos estudos da teoria eletromagnética. Esta constatação histórica colabora com a fragilização da concepção que atribui à tecnologia o status de ciência aplicada, ou seja, a concepção de que o conhecimento científico ou a ciência básica é sempre precedente a tecnologia. Esta forma precipitada de conceber a natureza da atividade tecnológica pode ainda, causar prejuízos ao ensino da tecnologia. Como salienta Fourez (2003, p. 119):

A idéia dominante dos professores é que as tecnologias são aplicações das ciências. Quando as tecnologias são assim apresentadas, é como se uma vez compreendidas as ciências, as tecnologias seguissem automaticamente. E isto, em que pese na maior parte do tempo, a construção de uma tecnologia implica em considerações sociais, econômicas e culturais que vão muito além de uma aplicação das ciências.

O autor ainda afirma que esta compreensão simplificada da tecnologia inviabilizaria seu estudo crítico, assumindo a sua utilidade e aplicabilidade como sendo boas por si mesmas. Constata-se ainda que esta visão simplista da tecnologia elimina de sua análise como objeto de estudo alguns fatores internos e externos ligados a ela. Como por exemplo, os processos internos que estão envolvidos na produção do conhecimento tecnológico e as suas implicações sociais, econômicas e culturais.

Uma última concepção importante identificada pelas pesquisas de Ricardo, Rezende Jr. e Custódio (2007) é a respeito do uso da tecnologia como mera motivação para as aulas de ciências (física, química, biologia) ao invés de tomá-la como objeto de discussão ou ensino. Nesta concepção sua adoção serviria para justificar o ensino de ciências, já que frequentemente o alunos questionam a pertinência de se aprender tais conteúdos. Porém é comum que após o estímulo inicial, a prática docente volte para os mesmos conteúdos específicos que nada, ou muito pouco, têm a ver com a tecnologia inicialmente associada a eles. Isto reforça a tese de que, somente a mudança de ambiente ou estratégia para o ensino de assuntos envelhecidos didaticamente não são suficientes. Além de uma revisão das práticas educacionais, os conteúdos ensinados também precisam ser repensados (RICARDO; REZENDE JR.; CUSTÓDIO, 2007).

Segundo Ricardo, Rezende Jr. e Custódio (2007, p. 145) “*a tecnologia não assumiu o status de conteúdo escolar.*” As inovações quanto ao seu uso como referência de saberes ainda é bastante tímida, na medida em que a mesma serve muito mais como ilustração ou exemplos de aplicação. Entretanto são louváveis iniciativas que tragam para a prática docente algo de inovador. Até porque podem induzir uma revisão dos programas e práticas escolares e oferecer um espaço para questionamentos e investigação. Além disso, não se pode deixar por conta dos professores a responsabilidade de modernizar a escola e torná-la compatível com a sociedade contemporânea, em comum acordo com os desejos pessoais e coletivos dos estudantes. Os cursos de licenciaturas, responsáveis pela formação, inicial e continuada, dos professores também devem assumir esta responsabilidade. Do contrário, o ponto de partida para as inovações seria unilateral. Também não seria uma boa escolha esperar passivamente que as coisas aconteçam e por serem os principais personagens da prática docente, os professores deveriam assumir-se como protagonistas do processo de ensino. Apesar de se ter que reconhecer, em termos motivacionais as péssimas condições de trabalho aos quais esses profissionais estão submetidos e que vão desde a questão da valorização até as dificuldades didático-pedagógicas.

Fica evidente, a partir das pesquisas de Ricardo, Rezende Jr. e Custódio (2007), que as licenciaturas parecem não estarem habilitando os futuros professores para um ensino de ciências mais próximo da atualidade, principalmente em aspectos tangentes ao uso da atividade tecnológica como objeto de ensino. A dificuldade em se abordar tal tema aponta para a necessidade de se discutir nos bancos acadêmicos uma

concepção de tecnologia, que extrapole uma visão simplista de ciência aplicada.

A caminhada em busca de uma concepção de tecnologia revela que Bunge (1985) e Pacey (1990) apontam caminhos para se tomar a tecnologia como objeto de ensino. O primeiro fornece indicativos de que ela se constitui em um campo de conhecimentos – *estudo científico do artificial* – de forma a demonstrar ser possível desencadear no processo de Alfabetização Tecnológica discussões a respeito das fronteiras entre o natural e o artificial, as etapas que constituem a construção do conhecimento tecnológico - *pesquisa-desenvolvimento-produção* – e suas conexões com amplos setores da sociedade. Já o segundo não apresenta tantos elementos para se discutir a respeito da natureza da tecnologia, mas expõe com clareza os aspectos que envolvem a atividade tecnológica, apontando a importância de se abordar no processo de Alfabetização Tecnológica tanto conhecimentos da parte técnica da tecnologia quanto conhecimentos ligados ao campo da sócio-tecnologia. Além disso, pode-se inferir pelas idéias de ambos autores que a tecnologia não é neutra socialmente e tampouco se resume a uma mera aplicação da ciência. Portanto, ao tratá-la como objeto de ensino, constitui-se em equívoco reduzir a tecnologia à exemplos aplicativos de conhecimentos científicos, sendo exatamente essas concepções que, de acordo com as pesquisas de Ricardo, Rezende Jr. e Custódio (2007), os professores de ciências partilham quando a tarefa é levar a tecnologia para a sala de aula.

O próximo passo é apresentar e discutir o que se tem proposto em relação ao processo de Alfabetização Tecnológica. Seus objetivos, o que se entende por um cidadão alfabetizado tecnologicamente, as formas de se abordar em sala de aula a alfabetização tecnológica e outros aspectos que poderão ajudar a categorizar este processo e apontar parâmetros que sejam abordados no uso de eventos ou temas com pauta no enfoque CTS serão apresentados na seção que segue.

### 3.3 ALFABETIZAÇÃO TECNOLÓGICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Para Acevedo Díaz (1996) as propostas de alfabetização tecnológica oscilam entre abordagens mais concentradas nos conhecimentos e outras que dão maior ênfase a aspectos atitudinais. Dentro deste espectro, o autor categoriza as abordagens de acordo com os seguintes propósitos:

- 1) Potencializar os conhecimentos tecnológicos com base no *aspecto técnico* de Pacey (1990) e suas relações com a ciência, caso o objetivo seja estimular o interesse público por atividades profissionais ligadas à ciência e à tecnologia;
- 2) Incrementar, além dos conhecimentos tecnológicos ligados ao *aspecto técnico* de Pacey, os valores próprios da tecnologia, a fim de uma maior compreensão a respeito de suas necessidades e contribuições frente a sociedade, assim como os aspectos éticos necessários para seu uso mais responsável;
- 3) Desenvolver habilidades específicas para uma maior compreensão dos impactos sociais oriundos da tecnologia, contribuindo para o aumento da massa crítica permitindo uma maior participação pública e ação social.

Na visão de Acevedo Diaz (1996), a terceira categoria atinge o maior nível de complexidade. No entanto, é a que mais se encaixa com uma educação democrática da população. Além de estar em acordo com os objetivos educacionais do enfoque CTS, que como visto no capítulo 1 preconiza a promoção de uma alfabetização em ciência e tecnologia de modo que capacite a população para a tomada de decisões, pessoais e sociais, e para ações destinadas a resolução de problemas relacionados à ciência e à tecnologia na sociedade tecno-científica.

Focado nesta linha de raciocínio, Fleming (1989) fala em sócio-tecnologia e afirma que um cidadão alfabetizado tecnologicamente seria aquele capaz de examinar e refletir a respeito de algumas questões pertinentes a esta interação, tais como:

- a) as idéias de progresso por meio da tecnologia;
- b) as tecnologias apropriadas;
- c) os benefícios e custos do desenvolvimento tecnológico;
- d) os modelos econômicos envolvendo tecnologia;
- e) as decisões pessoais envolvendo o consumo de produtos tecnológicos;
- f) como se configuram as aplicações tecnológicas mediante as decisões tomadas pelos gerenciadores da tecnologia. (FLEMING, 1989, p. 393-394 – tradução nossa).



O autor salienta que esta ideia de alfabetizar tecnologicamente a população a partir do desenvolvimento crítico ante a tecnologia está longe de se caracterizar em um propósito educacional contrário ao desenvolvimento tecnológico. Estaria mais próximo de uma prática tecnológica mais responsável, onde as necessidades sociais reais estariam interligadas a aspectos éticos, contribuindo para o tão aclamado desenvolvimento sustentável.

Em termos de propostas de ensino, as pesquisas de Acevedo Díaz (1996) levam-no a concluir que o processo de alfabetização tecnológica no ensino secundário deveria contemplar os seguintes quesitos:

- 1) Fornecer um enfoque construtivista ao ensino-aprendizagem de conhecimentos tecnológicos que leve em conta concepções, interesses e atitudes dos estudantes e que seja capaz de superar as diferenças de gênero, atendendo a diversidade;
- 2) Abordar no ensino aqueles problemas sócio-tecnológicos práticos que sejam verdadeiramente relevantes para os estudantes. Esses problemas podem ser históricos, contemporâneos ou futuros, embora provavelmente sejam os atuais os mais adequados por serem mais reais e tangíveis;
- 3) Aproveitar o tratamento desses problemas sócio-tecnológicos para situar em contextos específicos os conceitos da ciência que utiliza a tecnologia, reduzindo assim o seu nível de abstração;
- 4) Aproveitar os problemas sócio-tecnológicos para introduzir alguns aspectos sociais relacionados com a tecnologia: filosóficos, sociológicos, éticos, políticos, econômicos, valores próprios da técnica, etc.
- 5) Contribuir para desenvolver as capacidades necessárias para argumentar as opiniões em relação às tomadas de decisões sobre questões CTS em uma sociedade democrática;

- 6) Favorecer a abertura do âmbito escolar ao meio social em que se encontra. Por exemplo, promovendo a participação em aula de especialistas, que podem ser os próprios pais dos estudantes, promovendo visitas às fábricas, museus da técnica e complexos de interesse tecnológico, estendendo a formação às empresas e centros de trabalho. (ACEVEDO DIAZ, 1996, p.41 – tradução nossa).

Fica evidente que para tal proposta supõe-se um considerável empenho por parte dos dirigentes escolares, professores e a sociedade em geral. Além de um profundo trabalho de planejamento e desenho curricular, esta proposta implica numa maior atenção com recursos materiais e humanos, como instalações adequadas, novos meios didáticos e mais qualidade na formação de professores.

Como visto, Fleming (1989) escreve a respeito do que consiste um estudante ou cidadão alfabetizado tecnologicamente e Acevedo Díaz (1996) discorre sobre pressupostos teóricos que devem constar em uma proposta de alfabetização tecnológica via o enfoque CTS. No entanto, um dos poucos autores que diz **como** abordar o processo de alfabetização tecnológica em sala de aula é Gilbert (1992). Este propõe e analisa três formas diferentes de abordar tal processo. Em seu estudo, que inclui numerosos elementos didáticos para a reflexão curricular a cerca da alfabetização tecnológica, o autor distingue entre:

### **1) Alfabetização para tecnologia**

Seria adotar uma visão limitada onde é enfatizado apenas o *aspecto técnico* do modelo de *prática tecnológica* de Pacey (1990). Essa abordagem tem como foco, basicamente, preparar o público estudantil para o campo de trabalho na área da indústria tecnológica. No Brasil, talvez seja comum encontrar este tipo de alfabetização tecnológica em cursos de formação de técnicos e tecnólogos, fornecidos pelos atuais Institutos Federais de Educação e pelas escolas de Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI).

### **2) Alfabetização sobre tecnologia**

Também uma visão limitada que enfatiza os *aspectos organizacional e cultural* do modelo conceitual de *prática tecnológica* de Pacey. Este tipo de alfabetização estaria mais

focada em questões sócio-tecnológicas, isto é, organizativas e ideológicas, onde os estudantes aprenderiam como a tecnologia é construída e as suas conseqüências no âmbito social. Segundo Gilbert (1992) este tipo de alfabetização não ajudaria os estudantes a “produzirem” tecnologia, ou seja, não seriam desenvolvidas junto aos estudantes habilidades práticas ligadas a ela. E também, na ausência de cuidados, poderia criar em suas mentes uma atitude anti-tecnologia, reforçando a “visão diabólica” (*satanic view*) de Margolis (1984), que preconiza um papel destrutivo da tecnologia no cenário social, principalmente em relação ao aspecto ambiental.

### 3) Alfabetização em tecnologia

Essa seria, segundo Gilbert, uma alfabetização abrangente e holística da tecnologia, ou seja, que busca um entendimento integral dos conhecimentos que a envolvem, visto que nessa abordagem todos os *aspectos* (técnico, organizacional e cultural) do modelo de *prática tecnológica* de Pacey seriam igualmente enfatizados.

É notório que, tanto nas idéias teóricas de Fleming (1989) e Acevedo Díaz (1996), a respeito do que consistiria uma alfabetização tecnológica na educação básica, quanto nas possíveis formas de abordá-la, propostas por Gilbert (1992), há uma preocupação de que a mesma desenvolva junto ao público juvenil conhecimentos e habilidades tecnológicas dando ênfase às linguagens e técnicas ligadas à tecnologia, bem como promova a discussão de aspectos sócio-tecnológicos. Quanto a estes últimos, Fleming (1989) é bastante incisivo ao afirmar que “*uma pessoa entendida de sócio-tecnologia seria alfabetizada tecnologicamente*” (p. 393 – tradução nossa). Para ele, o foco está em promover aos estudantes acesso a discussões relacionadas aos aspectos culturais e organizacionais da *prática tecnológica* de Pacey (1990), ou seja, promover a *alfabetização sobre tecnologia* de Gilbert (1992). Porém, é perceptível que essa forma de abordar a alfabetização tecnológica é limitada, pois há uma negligência quanto ao *aspecto técnico* da tecnologia que é onde, basicamente, se encontra toda a linguagem ligada a ela.

Fica explícito que as propostas não salientam um processo de alfabetização tecnológica que promova discussões a respeito da natureza da tecnologia. Isto talvez deva-se ao fato de que tais propostas estão basicamente alinhavadas com o conceito de *prática tecnológica* de Pacey (1990), sendo que este por sua vez limita-se a expor o meio ao

qual a tecnologia está envolvida, mas não se atreve a discutir sua natureza, como o faz, de maneira mais profunda, Bunge (1985).

Portanto, ao buscar uma concepção de tecnologia, passando por Bunge (1985) e por Pacey (1990), constata-se que o primeiro, ao defendê-la como um campo de conhecimento, possibilita discussões que se referem à sua natureza, sua relação com a ciência e os objetos que a compõem. Já o segundo permite visualizar de forma ampla os aspectos que a envolvem, impedindo que o seu significado fique restrito ao seu aspecto técnico. Pacey (1990) mostra que um cidadão alfabetizado tecnologicamente necessita entender de sócio-tecnologia, devido a seus aspectos cultural e organizacional.

### **3.3.1 Categorias de Alfabetização Tecnológica**

A exemplo de Milaré, Richetti e Pinho Alves (2009) que encontram na literatura quatro finalidades básicas para o processo de Alfabetização Científica, pode se assumir, com base numa concepção de tecnologia imersa nas ideias de Bunge (1985) e Pacey (1990) e também nas discussões a respeito da própria Alfabetização Tecnológica, três finalidades básicas para esse processo: prática, cívica e cultural. Desta forma são apresentadas, com base nessas finalidades, três categorias de Alfabetização Tecnológica:

- 1) **Alfabetização Tecnológica Prática** – Como visto, um dos atributos da Alfabetização Científica prática consiste no entendimento do funcionamento de aparatos tecnológicos, ou seja, os conhecimentos científicos que estão por trás de equipamentos mecânicos ou eletrodomésticos que fazem parte do dia-dia de um cidadão. Ocorre que dentro destes, além de conhecimentos científicos há também conhecimentos tecnológicos. Por exemplo, na atualidade, a compra ou o próprio manuseio de um aparelho de televisão exige do cidadão o entendimento de termos técnicos como “FULL HD”, “FULL SCREEN”, “WIDE SCREEN”, “HDTV READY” e outros. Não basta entender cientificamente como funciona um aparelho de televisão de Plasma, LCD ou LED. A não interação do cidadão com esta linguagem deixa-o a mercê de uma atividade de apertar botões ou conectar cabos de forma alienada. Sem contar a desvantagem no momento de se negociar a compra de tal equipamento.

No que diz respeito à internet, o cidadão que contrata um serviço de acesso à mesma se depara com termos como Banda Larga, velocidades de Download e Upload que são anunciadas entre “1 mega” e “100 mega”. É evidente que o anúncio de velocidade é incompleto, visto que o “mega”, batizado cotidianamente, significa megabyte/s, ou seja, a quantidade de informação (medida em megabyte =  $10^6$  bytes) transferida a cada um segundo. Também deve ser levado em consideração que os valores financeiros variam em função desta velocidade. E quanto a isso, circulam informações técnicas de que um serviço doméstico de acesso a internet contratado com a velocidade de 10 megabyte/s dificilmente atinge esta taxa de transferência. O mesmo ocorre com as máquinas fotográficas digitais que possuem uma variação de valores com referência ao chamado PIXEL (de uma forma mais simples, um PIXEL é o menor ponto que forma uma imagem digital, sendo que o conjunto de milhares de pixels formam a imagem inteira). Como visto, contratar um serviço de acesso à internet ou comprar uma máquina fotográfica digital, em condições de igualdade, requer conhecimentos tecnológicos ligados, principalmente, ao entendimento de determinados termos criados pela linguagem tecnológica.

Outro exemplo interessante é a respeito da compra de um aparelho de aspirador de pó. Atualmente existem equipamentos que contam com um sistema de filtragem HEPA (High Efficiency Particulate Air) capaz de reter partículas sub-micrônicas, normalmente microorganismos como ácaros, fungos e bactérias. Este filtro, além de reter estes microorganismos tem a função de inibir sua proliferação, uma vez que em sua composição há um agente antimicrobiano<sup>13</sup>. Estes equipamentos têm um custo mais elevado, no entanto podem proporcionar uma limpeza doméstica mais saudável, opção que o cidadão terá caso esteja ciente deste conhecimento tecnológico.

Além de siglas e termos técnicos, existem outras formas de representação que fazem parte da linguagem tecnológica,

---

<sup>13</sup> Para maiores detalhes conferir o artigo técnico divulgado pela Sociedade Brasileira de Controle de Contaminação disponível no seguinte endereço eletrônico:  
[http://www.sbcc.com.br/revistas\\_pdfs/ed%2014/14ArtigoTecnicoSalasLimpas.pdf](http://www.sbcc.com.br/revistas_pdfs/ed%2014/14ArtigoTecnicoSalasLimpas.pdf)  
(último acesso: 04/02/2011)

como: tabelas ou gráficos utilizados na representação quantitativa de variáveis relacionadas com o funcionamento de equipamentos, histograma relativo ao consumo de determinado produto ao longo de um período, tabela comparando características de diferentes produtos ou sistemas tecnológicos (como diferentes tipos de lâmpadas ou usinas de geração elétrica). Também deve-se considerar a simbologia utilizada para alertar aspectos ligados a periculosidade, como é o caso de equipamentos radioativos ou que lidam com possíveis resíduos.

Enfim, a finalidade desta categoria de alfabetização tecnológica é complementar a Alfabetização Científica prática. Esta entra com o conhecimento científico acerca dos aparatos tecnológicos, enquanto a alfabetização tecnológica prática complementa este estudo através de conhecimentos tecnológicos, linguagem tecnológica, técnicas e habilidades.

É evidente que esta categoria de alfabetização tecnológica está muito próxima da *alfabetização para a tecnologia* de Gilbert (1992). No entanto este último delimita em sua categoria o objetivo de desenvolver conhecimentos tecnológicos, técnicas e habilidades com o intuito de uma formação profissional, diferente da presente pesquisa, que crê na potencialidade de tal categoria para contribuir com a autonomia do cidadão em relação a aspectos do mundo tecno-científico, ao qual o mesmo está submetido, e por outro lado, também colaborar com a futura formação de profissionais conectados com a área científica e tecnológica.

- 2) **Alfabetização Tecnológica Cívica** – consiste em considerar os aspectos cultural e organizacional da tecnologia, ou seja, basicamente alfabetizar os estudantes quanto ao aspecto sócio-tecnológico, tais como: entender as suas relações com a atividade econômica e industrial (os benefícios e custos do desenvolvimento tecnológico); o papel de profissionais (engenheiros, tecnólogos e outros) ligados ao gerenciamento da atividade tecnológica e na manipulação de equipamentos, principalmente no que remete a escolha de tecnologias apropriadas nos processos de produção; o papel responsável que o cidadão possui como usuário e consumidor da tecnologia; as regulamentações que moldam a partir de leis, normas e padrões de qualidade a circulação de produtos

tecnológicos na sociedade; os valores e os códigos de ética que permeiam essa atividade; os hábitos e crenças ligados ao progresso e a atividade tecnológica; as tendências de estética e beleza que estão conectadas a tecnologia.

Enfim, somente o entendimento de como funcionam equipamentos tecnológicos não é suficiente e pode favorecer uma educação tecnológica alienante, permitindo a manutenção do processo de dominação do homem pelos ideais de lucro a qualquer preço e não contribuindo para a busca de um desenvolvimento sustentável (SANTOS; MORTIMER, 2000). Além do que, reduziria a tecnologia apenas ao seu aspecto técnico (PACEY, 1990).

Cabe à escola proporcionar aos estudantes a compreensão tanto do funcionamento de aparatos tecnológicos quanto das suas implicações sociais, de modo a desenvolver-lhes uma autonomia nas negociações com produtos científico-tecnológicos que fazem parte da tecno-natureza com a qual convivem diariamente. Assim seria proporcionada uma formação estudantil capaz de potencializar o público juvenil a entender que atualmente há relações de poder envolvidas com o uso das tecnologias (FOUREZ, 2003, 1997). Isto fica evidente quando se verifica que ao mesmo tempo em que a ciência e a tecnologia, em certa medida, garantiram uma melhoria na qualidade de vida do homem, ultrapassaram o atendimento das necessidades básicas e criaram novas necessidades, assegurando àqueles que as detêm a possibilidade do controle sobre os outros homens. Além do que é cada vez mais freqüente criações tecnológicas que alimentam principalmente o consumo e, em segundo plano, quando proporcionam, suprem as necessidades humanas. É o caso dos sucessivos modelos de telefones celulares, aparelhos de televisão, automóveis e outros (RICARDO; REZENDE JR; CUSTÓDIO, 2007).

Esta categoria é semelhante à *alfabetização sobre tecnologia* de Gilbert (1992). Nunca é demais salientar os cuidados que se deve ter para não desenvolver junto ao público estudantil uma visão unilateral de que a tecnologia possui um papel destrutivo frente a sociedade, ou seja, alavancar uma atitude anti-tecnologia nos estudantes.

- 3) **Alfabetização Tecnológica Cultural** – Enquanto as outras duas categorias de alfabetização tecnológica tratam de localizar o estudante quanto às práticas sociais ligadas à tecnologia, esta categoria almeja algo mais profundo e filosófico. Trata-se da busca por uma concepção do que vem a ser a tecnologia, ou seja, incutir no processo educacional discussões a respeito da sua natureza. Alfabetizar os estudantes de modo a levá-los a refletir sobre a tecnologia como uma simbiose entre a técnica e o conhecimento científico, um conjunto de atividades humanas associados a um sistema de símbolos e instrumentos que visa a construção de artefatos segundo planejamento, operação, ajuste, manutenção e conhecimento sistematizado (VARGAS, 1994; BUNGE, 1985). Estabelecer diferenças e similaridades entre a ciência e a tecnologia, onde a primeira foca problemas cognitivos com objetivos interligados ao entendimento centrado em hipóteses ou experimentos, enquanto a segunda ocupa-se de problemas práticos cujo objetivo final é o fazer centrado em projetos e programas. Salientar o fato de que ambas caracterizam-se pelo papel central da descoberta, da invenção e da necessidade de crítica (RICARDO; REZENDE JR; CUSTÓDIO, 2007). Chamar a atenção de que, apesar da intensa relação, ciência e tecnologia podem trilhar caminhos independentes. Basta recordar que o desenvolvimento da máquina a vapor é historicamente anterior as teorias científicas da termodinâmica.

Mostrar que são as escolhas humanas que moldam e decidem os fins para os quais a atividade tecnológica se destina e que por isso esta deve ser centrada nas pessoas e no ambiente em que se desenvolve. Não se trata de julgá-las apropriadas ou não, e sim mostrar sua propriedade de modificar o meio onde ela se realiza, pois a atividade tecnológica possui a característica de se adequar aos meios, mas também possui a capacidade de adequar estes meios a si mesma. É “*necessário abordar as implicações humanistas da peculiar maneira de ser da tecnologia e dos seus conteúdos: a de ‘servir para’*” (VARGAS, 1994, p. 184 – grifo do autor). Isto implica um certo comportamento humano em relação à tecnologia e, portanto, uma determinada ética, tanto por parte de profissionais ligados a ela como por parte dos que a utilizam e decidem sobre a sua utilização. Uma espécie de filtro social



constituído por órgãos públicos, associações e a própria opinião pública (VARGAS, 1994).

Assim como as categorias de Alfabetização Científica (prática, cívica, cultural, profissional ou econômica) não estão isoladas umas das outras, estas três categorias de alfabetização tecnológica (prática, cívica e cultural) também possuem determinada integração. Desenvolver uma alfabetização tecnológica prática que instrumentalize o cidadão quanto a conhecimentos tecnológicos e linguagem representativa da tecnologia permitirá a ele não apenas negociar em seu cotidiano diante da intensa convivência com aparatos tecnológicos: tal instrumentalização poderá abrir caminho ou facilitar a abertura de discussões referentes ao posicionamento social das tecnologias. Defende-se que a familiaridade com o conteúdo tecnológico dará maior precisão e confiança ao cidadão quanto aos questionamentos conectados à participação, individual e coletiva, e o papel dos seres humanos no que diz respeito à atividade tecnológica. Este debate sócio-tecnológico que alavanca a alfabetização tecnológica cívica com certeza provocará a necessidade de uma discussão relativa à natureza da tecnologia, sua relação com o conhecimento científico, os atores que participam da sua gênese e proliferação. Enfim, será invocada uma alfabetização tecnológica cultural.

Pode-se observar, que os fatores de cunho social, econômico e educacional que justificam a implementação do processo de alfabetização tecnológica na educação básica e que são defendidos por autores como Gilbert (1992) ou documentos oficiais como UNESCO (1985, 1986) aparecem nas categorias descritas acima. Nelas pode ser encontrado o compromisso de disponibilizar à população um corpo de conhecimentos básicos relacionados à repercussão social, econômica, cultural e ambiental dos avanços tecnológicos.

Nas duas primeiras categorias podem ser encontrados os três aspectos que segundo Pacey (1990) cercam a atividade tecnológica. Enquanto a categoria de alfabetização tecnológica prática é caracterizada pelo aspecto técnico da tecnologia, em especial ao que remete à linguagem tecnológica, a categoria de alfabetização tecnológica cívica é marcada pela sócio-tecnologia, cujos saberes são extraídos dos aspectos organizacional e cultural da tecnologia.

O debate e a compreensão a respeito da natureza da tecnologia estão presentes na categoria de alfabetização tecnológica cultural. É nessa categoria que surgem as idéias de Bunge (1985), que conceitua a tecnologia como um *campo de conhecimento* caracterizado pelo

processo de *pesquisa-desenvolvimento-produção* de artefatos. É o momento de desenvolver o debate e a compreensão a respeito da relação existente entre o mundo natural e o mundo artificial.

Percebe-se que estas três categorias de alfabetização tecnológica possuem finalidades ligadas ao campo social. Portanto, pode-se assumir a defesa de tais categorias como a segunda parte dos parâmetros procurados pela presente pesquisa. Ao serem abordadas em um evento ou tema com pauta nos pressupostos teóricos do enfoque CTS, será satisfeito um dos objetivos educacionais da sigla: a alfabetização tecnológica, além de se estar satisfazendo as intencionalidades educacionais do enfoque CTS no que se refere a integração do T e o S da sigla e que, de acordo com o capítulo um, são basicamente: 1) promover uma educação tecnológica em acordo com o meio sócio-cultural dos estudantes; 2) promover uma educação tecnológica de forma a influenciar na vida cotidiana dos estudantes; 3) desenvolver junto aos estudantes habilidades e atitudes que lhes permitam tornar-se cidadãos ativos e responsáveis em relação a assuntos ligados à tecnologia e 4) promover uma educação tecnológica que leve em consideração a natureza da atividade tecnológica e os seus imbricamentos com a sociedade.



## CAPÍTULO 4

### CONSTRUINDO A PROPOSTA

Enfim, chega-se à última etapa desta pesquisa, cujo desejo é aglutinar os parâmetros eleitos ao final dos capítulos dois e três propondo-se que estes sejam abordados pelos professores em eventos ou temas a serem utilizados com pauta nos pressupostos teóricos do Enfoque CTS. Além disso, esta etapa compromete-se em apontar aos professores como abordar tais parâmetros em eventos ou temas, de forma a finalizar o capítulo com dois ensaios teóricos capazes de corroborarem sua efetividade.

#### 4.1 PARÂMETROS A SEREM ABORDADOS NA UTILIZAÇÃO DE UM EVENTO OU TEMA COM PAUTA NO ENFOQUE CTS

Conforme discutido no capítulo um, infere-se que o enfoque CTS consiste em uma nova concepção de ensino e estruturação de um currículo de ciências. Listar conteúdos científicos e tecnológicos e se preocupar apenas com o seu domínio em avaliações compartmentadas por disciplinas não são prioridades quando se verificam quais são as intencionalidades do enfoque CTS. Diante das idéias dos diversos autores citados no capítulo um pode-se concluir que a prioridade da sigla consiste na integração de saberes do campo da Ciência e da Tecnologia e as implicações sociais dos mesmos. De uma forma geral as intencionalidades educacionais do enfoque CTS seriam: 1) a promoção de uma educação científica e tecnológica em acordo com o meio sócio-cultural dos estudantes; 2) a promoção de uma educação científica e tecnológica de forma a influenciar na vida cotidiana dos estudantes; 3) o desenvolvimento de habilidades e atitudes que permitam aos estudantes o exercício da cidadania de forma responsável em relação a assuntos ligados à ciência e à tecnologia e 4) a promoção de uma educação científica e tecnológica que leve em consideração a natureza das atividades científica e tecnológica e as suas implicações para com o meio social. Essas intencionalidades demonstram que do ponto de vista do enfoque CTS, o desafio da sala de aula é alfabetizar o público

científica e tecnologicamente, justamente os dois processos que a literatura divulga como os principais objetivos educacionais da sigla na circunscrição da educação básica.

Com o intuito de satisfazer esses objetivos educacionais sugere-se como estratégia didática a abordagem de eventos ou temas pertencentes ao meio sócio-cultural dos estudantes. Tal estratégia, além de ajudar na definição do espaço para a implementação dos processos de Alfabetização Científica e Tecnológica, pode se constituir em uma opção interessante quando se pretende flexibilizar um programa conceitual rígido. No entanto, necessita-se pontuar didaticamente quais parâmetros deverão ser levados em consideração nessa abordagem temática – e, por conseguinte, que conhecimentos – de modo que os objetivos educacionais do enfoque CTS sejam potencializados ao nível mais elevado possível. Esses parâmetros foram eleitos ao final dos capítulos dois e três: no que diz respeito à integração do C e do S, seriam as categorias de Alfabetização Científica prática, cívica, cultural e profissional ou econômica e, quanto a integração do T e do S, seriam as categorias de Alfabetização Tecnológica prática, cívica e cultural.

Essas sete categorias definem os parâmetros e conhecimentos a serem abordados na utilização de eventos ou temas selecionados para serem utilizados dentro de uma perspectiva CTS. Sendo mais específico, consiste em abordar o evento ou tema procurando responder se o mesmo possui potencial para desenvolver uma Alfabetização Científica prática, cívica, cultural ou profissional e econômica em relação à integração do C e do S da sigla CTS. Da mesma forma deve-se abordar o evento ou tema procurando responder se o mesmo possui potencial quanto ao desenvolvimento de uma Alfabetização Tecnológica prática, cívica e cultural, agora com preocupações ligadas a integração do T e do S da mesma sigla.

A figura 6 representa um organograma do que se pretende com esta parametrização do evento ou tema escolhido para ser utilizado em acordo com o edifício teórico do enfoque CTS.

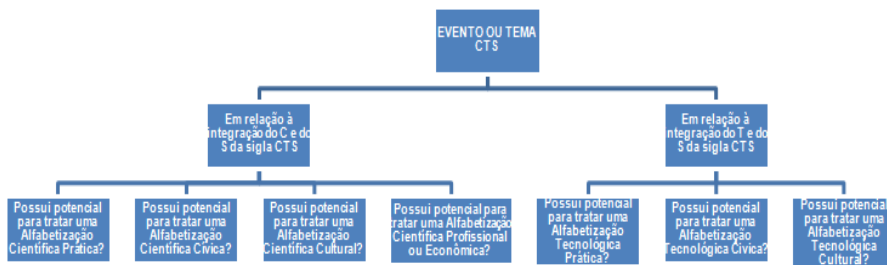


Figura 6: Organograma de parâmetros para a abordagem de um evento ou tema CTS.

Propõe-se que os professores respondam estas questões e a seguir, mediante os potenciais de alfabetização identificados, definam o percurso didático-pedagógico de sua atividade docente subjacente ao enfoque CTS. No entanto, é necessário especificar que é através da identificação de conhecimentos ou aspectos da Ciência e da Tecnologia, disponíveis no evento ou tema, que tais questões serão respondidas e os potenciais identificados.

No capítulo dois a conclusão da seção 2.3 sobre o processo de Alfabetização Científica e os conhecimentos aponta que os seguintes aspectos relacionados aos conhecimentos científicos são atribuídos ao processo de Alfabetização Científica: 1) conceitos científicos; 2) natureza desses conceitos científicos; 3) linguagem científica (modelos, princípios, leis, gráficos, tabelas...) e 4) questões sócio-científicas. Tais aspectos estão imersos e formam a base das categorias de Alfabetização Científica, descritas, com referência às idéias de Milaré, Richetti e Pinho Alves (2009), ao final da seção 2.4 do mesmo capítulo e, na sequência, eleitas como parâmetros a serem abordados junto a um evento ou tema de forma a satisfazer a integração do C e do S da sigla.

Assim, se um processo de Alfabetização Científica Prática tem a finalidade de proporcionar aos estudantes a compreensão de fenômenos naturais, processos e o funcionamento de artefatos tecnológicos presentes no dia-dia caberá ao professor verificar o potencial do evento ou tema quanto a conceitos científicos e elementos da linguagem científica que permitam ao estudante representar ou entender um fenômeno natural, um processo ou um artefato tecnológico do dia-dia, de forma a mostrar aos estudantes a aplicabilidade daquilo que aprendem.

No que diz respeito à Alfabetização Científica Cívica, a qual consiste em estimular os estudantes a lidarem com decisões, individuais e coletivas, relacionadas à saúde, meio ambiente e o bem-estar social o professor deverá buscar no evento ou tema potencial capaz de gerar conflito e discussão e que proporcione aos estudantes, através de uma reflexão profunda e crítica, um posicionamento que envolva conceitos científicos, elementos da linguagem científica e questões sócio-científicas tangentes aos princípios da ética e da moral. O potencial para uma Alfabetização Científica Cívica consiste em o professor contextualizar os conhecimentos científicos desenvolvidos no exercício da Alfabetização Científica Prática de forma que extrapole a ciência em si. Por exemplo, o aluno não conseguirá se posicionar ante a instalação de uma planta de geração de energia nuclear se não tiver também um conhecimento do seu contexto social. Certamente, um debate deste tipo apresentaria facetas diferenciadas em uma escola brasileira (onde há recursos naturais alternativos, como a própria malha fluvial do país, que permite a geração de energia elétrica pelo represamento de rios) e em uma escola japonesa, onde, além dos recursos energéticos não serem tão fartos como no caso brasileiro, vive-se em um contexto de exportação de tecnologias que exige uma geração de energia de dimensões próprias.

Em relação à Alfabetização Científica Cultural o que está em jogo é a questão da natureza do conhecimento científico, portanto caberá ao professor buscar no evento ou tema a potencialidade que o mesmo possui para que sejam discutidos aspectos históricos, filosóficos e sociais que envolvem a construção de determinados conhecimentos científicos. É o momento de se levar em consideração um ensino de ciências que conceba os contextos histórico e social de desenvolvimento dos conceitos científicos que o evento ou tema disponibiliza, de modo a amenizar as simplificações e deformações a respeito da natureza do conhecimento científico apontadas por Gil-Perez et al (2001). Além disso, é nesse processo de Alfabetização Científica que se pretende instrumentalizar os estudantes quanto à re-significação, apontada por Souza Cruz e Souza Cruz (2009), de alguns conceitos científicos com forte presença na vida cultural e social.

E por último, quanto à Alfabetização Científica Profissional ou Econômica percebe-se que esta categoria está preocupada com conhecimentos científicos mais específicos e complexos, não tão clarividentes no dia-dia dos estudantes, no entanto, importantes a determinadas áreas profissionais e que se encaixam com as ciências aplicadas e o setor produtivo. Cabe ao professor buscar no evento ou tema a oportunidade de serem desenvolvidos conceitos científicos e

elementos da linguagem científica mais complexos de forma a despertar o interesse dos estudantes em seguir determinadas áreas científicas.

A Tabela 12 abaixo resume os parâmetros e fornece apontamentos de como abordá-los no evento ou tema.

Tabela 12: Parâmetros relacionados à integração do C e do S e como abordá-los em um evento ou tema CTS.

<b>Parâmetros</b>	<b>O que consiste?</b>	<b>Como abordar no evento ou tema CTS?</b>
<b>Alfabetização Científica Prática</b>	Através do conhecimento científico compreender fenômenos naturais, processos e o funcionamento de artefatos tecnológicos presentes no dia-dia.	Identificar conceitos científicos e elementos da linguagem científica que permitam aos estudantes representar e entender um fenômeno natural, um processo ou um artefato tecnológico.
<b>Alfabetização Científica Cívica</b>	Estimular os estudantes a lidarem com decisões, individuais e coletivas, relacionadas à saúde, meio ambiente e o bem-estar social.	Identificar pontos de conflito e discussão que permitam os estudantes contextualizarem socialmente os conceitos científicos, elementos da linguagem científica e aspectos sócio-científicos.
<b>Alfabetização Científica Cultural</b>	Desencadear um ensino de ciências que leve em consideração o contexto histórico, filosófico e social dos conhecimentos científicos, bem como ficar atento a determinadas re-significações populares de determinados conceitos científicos.	Identificar o contexto histórico de desenvolvimento ou evolução dos conceitos científicos e elementos da linguagem científica: ou seja, a oportunidade de proporcionar discussões filosóficas e sociológicas da Ciência.
<b>Alfabetização Científica Profissional ou Econômica</b>	Consiste em abordar conceitos científicos e elementos da linguagem científica mais específicos e complexos que não possuem tanta aplicabilidade no dia-dia, mas que possuem relevância em determinadas áreas profissionais e que por vezes se enquadram com o setor produtivo. A idéia é estimular o interesse dos estudantes pela área científica e tecnológica.	Identificar no evento ou tema conceitos científicos e elementos da linguagem científica específicos e complexos com pouca aplicabilidade no dia-dia, mas importantes a uma área profissional ou do setor produtivo.



Fica evidente que abordar os parâmetros relacionados à integração do C e do S consiste em o professor buscar no evento ou tema conhecimentos científicos capazes de desencadear as finalidades prática, cívica, cultural e profissional ou econômica que Milaré, Richetti e Pinho Alves (2009) encontram como sendo as principais ao percorrerem a literatura do processo de Alfabetização Científica. Esses conhecimentos científicos seriam uma espécie de sub-categorias aos parâmetros eleitos.

Porém, ainda é necessário satisfazer outra parte das intencionalidades educacionais do enfoque CTS. Aquela que se refere à integração do T e do S da sigla. Não se pode esquecer que um dos principais propósitos da presente pesquisa é propor o impedimento de que a abordagem de eventos ou temas com pauta no enfoque CTS privilegie a integração de saberes da Ciência e da Sociedade negligenciando as possibilidades de integração existentes entre a Tecnologia e a Sociedade. Por isso há a necessidade de parâmetros que integrem o T e o S da sigla, de modo a impedir que a Tecnologia se reduza ao status de ciência aplicada e comprometa o processo de Alfabetização Tecnológica, um dos objetivos educacionais do enfoque CTS.

Os parâmetros que integram a Tecnologia e a Sociedade foram mencionados no início desta seção. Seriam eles as categorias de Alfabetização Tecnológica prática, cívica e cultural descritas ao final do capítulo três. Porém, novamente há a necessidade de se apontar que tais parâmetros serão abordados através dos conhecimentos tecnológicos que podem ser disponibilizados pelo evento ou tema. Tais conhecimentos seriam elementos da linguagem tecnológica, técnicas, habilidades, materiais, regras tecnológicas e aspectos sócio-tecnológicos capazes de alavancar discussões a respeito das influências culturais e organizacionais da atividade tecnológica e, enfim, aspectos que permitam discutir a natureza e desenvolvimento da tecnologia.

A Alfabetização Tecnológica Prática consiste no entendimento de conhecimentos tecnológicos presentes em aparatos tecnológicos como equipamentos mecânicos ou eletrodomésticos que fazem parte do dia-dia de um cidadão. É abordar elementos da linguagem tecnológica como termos técnicos, símbolos, gráficos utilizados na representação quantitativa de variáveis relacionadas com o funcionamento de equipamentos, histograma relativo ao consumo de determinado produto ao longo de um período, tabela comparando características de diferentes produtos ou sistemas tecnológicos, símbolos atrelados a periculosidade de equipamentos ou processos residuais. Reconhecer técnicas e

habilidades de manuseio frente a esses aparatos tecnológicos. Enfim, dar ênfase aos elementos que compõem o aspecto técnico da *prática tecnológica* de Pacey (1990).

A Alfabetização Tecnológica Cívica consiste em abordar conhecimentos tangentes aos aspectos cultural e organizacional da *prática tecnológica* de Pacey (1990). Basicamente promover discussões tangentes à sócio-tecnologia. Em relação ao aspecto organizacional, abrir discussões junto aos estudantes a respeito das relações que a tecnologia possui com a atividade econômica e industrial, as responsabilidades que engenheiros e tecnólogos têm ao gerenciar a atividade tecnológica, manipular equipamentos e escolher tecnologias apropriadas para os processos de produção; permitir aos estudantes visualizar as responsabilidades sociais dos cidadãos como usuários e consumidores da tecnologia. Em relação ao aspecto cultural, alfabetizar os estudantes quanto às regulamentações, normas e padrões de qualidade subjacentes à circulação de produtos tecnológicos na sociedade. Debater sobre os valores, códigos de ética, hábitos e crenças de progresso, tendências de estética e beleza que permeiam a atividade tecnológica. É essencial ressaltar que, culturalmente, não seria interessante que essa categoria de Alfabetização Tecnológica Cívica desencadeie no público juvenil atitudes de anti-tecnologia.

A Alfabetização Tecnológica Cultural busca desenvolver junto ao público estudantil uma concepção de tecnologia, ou seja, abrir discussões que permitam aos estudantes refletir sobre a sua natureza, de modo que sejam apontadas suas relações, diferenças e similaridades perante a ciência, sua dependência e não neutralidade frente às escolhas humanas e o ambiente no qual se desenvolve. Seria o momento de buscar inspiração filosófica em Bunge (1985) que fornece diversos aspectos do processo de *pesquisa-desenvolvimento-produção* que está por trás da tecnologia, definida pelo autor como *estudo científico do artificial*.

A Tabela 13 abaixo resume os três parâmetros descritos acima e fornece apontamentos para facilitar a sua abordagem em um evento ou tema CTS.

Tabela 13: Parâmetros relacionados à integração do T e do S e como abordá-los em um evento ou tema CTS.

<b>Parâmetros</b>	<b>O que consiste?</b>	<b>Como abordar no evento ou tema CTS?</b>
<b>Alfabetização Tecnológica Prática</b>	Consiste em oportunizar aos estudantes a compreensão de conhecimentos tecnológicos imersos em aparatos tecnológicos do dia-dia.	Identificar elementos da linguagem tecnológica (termos técnicos, gráficos, histogramas, tabelas, símbolos de periculosidade), técnicas e habilidades de manuseio dos aparatos tecnológicos.
<b>Alfabetização Tecnológica Cívica</b>	Promover discussões acerca da sócio-tecnologia. Basicamente contextualizar socialmente a atividade tecnológica.	Identificar potenciais de debates existentes 1) entre a tecnologia e as atividades econômica e industrial; 2) entre a tecnologia e as atitudes responsáveis de profissionais (engenheiros, tecnólogos), usuários e consumidores. Identificar potenciais de debates sobre os valores, códigos de ética, hábitos e crenças de progresso, tendências de estética e beleza que permeiam a atividade tecnológica. Identificar regulamentações, normas e padrões de qualidade tangentes a circulação de produtos tecnológicos
<b>Alfabetização Tecnológica Cultural</b>	Consiste em discutir a respeito da natureza da tecnologia, suas implicações com a ciência e a sociedade.	Identificar potencial para problematizar a natureza da tecnologia e sua relação com a ciência e a sociedade. Enfim, identificar algum ponto do evento ou tema que permita abrir a seguinte pergunta: o que é Tecnologia? De forma que a mesma seja respondida com base em uma concepção de Tecnologia.

Da mesma forma que a abordagem dos parâmetros que integram o C e o S ocorre através de subcategorias – os conhecimentos científicos – a abordagem dos parâmetros que integram o T e o S no evento ou tema será viabilizada pelos conhecimentos tecnológicos que permitirão ao professor identificar os potenciais de Alfabetização Tecnológica prática, cívica e cultural.

Defende-se então a potencialidade que a abordagem desses sete parâmetros descritos acima, por meio dos conhecimentos a eles relacionados, com suas finalidades prática, cívica, cultural e profissional ou econômica, garante através da abordagem temática, a integração de conhecimentos do campo da Ciência e da Tecnologia e suas implicações sociais de modo que se concretize o objetivo educacional do enfoque CTS em alfabetizar científica e tecnologicamente o público estudantil, além de atender as intencionalidades da sigla. Abordar conhecimentos científicos e tecnológicos em um evento ou tema está em acordo com as idéias de Yager (1996a) e Hofstein, Aikenhead e Riquarts (1988) que delegam ao enfoque CTS a missão de aproximar a educação científica e tecnológica do meio sócio-cultural no qual os estudantes estão submetidos. Essa proximidade deve ser capaz de alavancar um processo de ensino-aprendizagem por meio do desenvolvimento de conceitos científicos e tecnológicos e elementos da linguagem científica e tecnológica que propiciem aos estudantes a finalidade prática de representar ou compreender fenômenos naturais, processos e artefatos tecnológicos do dia-dia, de forma a permiti-los decodificar e, caso desejem, posicionar-se frente ao entorno de uma sociedade tecnocientífica (FOUREZ, 1997). Por último, deve-se considerar que os parâmetros eleitos não deixam de fora a intencionalidade do enfoque CTS em proporcionar uma educação científica e tecnológica que discuta a natureza da ciência e da tecnologia. Essa é a finalidade cultural, que exigirá dos professores uma concepção de Ciência e, também, de Tecnologia para que se processe na educação científica e tecnológica discussões a respeito do caráter não-neutro, provisório e incerto das teorias científicas, da constituição da Tecnologia como campo de conhecimento atrelado ao mundo artificial (BUNGE, 1985), cujo desenvolvimento se caracteriza como um produto social.

Um questionamento que pode surgir, diz respeito à necessidade ou não de que o professor inclua no seu percurso didático todos os parâmetros propostos para serem abordados em eventos ou temas com pauta no enfoque CTS, ou seja, proporcionar uma ação didática de modo a contemplar em sala de aula as quatro categorias de Alfabetização Científica e as três categorias de Alfabetização Tecnológica. Seria ingênuo defender a necessidade de incluir todos os parâmetros ou categorias no exercício docente. Primeiro, devido a limitações referentes ao campo didático-pedagógico, disponibilidade de tempo e recursos e algumas tradições existentes na prática escolar. Segundo porque os eventos ou temas sempre contarão com predominâncias. Alguns propiciarão conhecimentos científicos e tecnológicos mais voltados à

finalidade prática do que às finalidades cívica ou cultural, e vice-versa. Por isso, o que se propõe é que os parâmetros sejam abordados de forma a identificar teoricamente os potenciais disponibilizados pelo evento ou tema, ficando a cargo do professor tomar as devidas decisões quanto ao percurso didático-pedagógico a ser implementado em sala de aula, sem a obrigação de que todos os potenciais estejam presentes nesse momento.

O que seria condenável é uma implementação do enfoque CTS em sala de aula de modo a abordar apenas aspectos ligados a Ciência, ou, mesmo sendo menos provável, apenas aspectos ligados a Tecnologia. E, mais condenável ainda, implementações que excluam totalmente os conhecimentos científicos e tecnológicos, privilegiando discussões político-filosóficas a respeito das implicações existentes entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade. Tais abordagens desequilibradas condizem com as categorias eleitas por Santos (2001) (CTS, CTS e CTS); e, para que tais desequilíbrios não ocorram, defende-se a abordagem de parâmetros ligados à integração do C e do S concomitante a abordagem de parâmetros relativos à integração do T e do S. O equilíbrio consiste em abordar conhecimentos científicos e tecnológicos integrados ao contexto social de forma a satisfazer uma finalidade. Por exemplo, dentro da finalidade prática o professor deve abordar no evento ou tema tanto uma Alfabetização Científica Prática quanto uma Alfabetização Tecnológica Prática. O mesmo serviria para a finalidade cultural que almeja discussões a respeito da natureza da Ciência e da Tecnologia. Portanto, mediante o potencial, o professor deve abordar no evento ou tema uma Alfabetização Científica cultural concomitantemente a uma Alfabetização Tecnológica cultural. Nessa possibilidade, abre-se espaço para integrar o C e o T, uma vez que a Ciência e a Tecnologia estão em algum grau relacionadas quando se discute a respeito da natureza de ambas.

## 4.2 ENSAIO TEÓRICO DOS PARÂMETROS

Após a apresentação e especificação de como abordar os parâmetros em um evento ou tema pautado no enfoque CTS, pretende-se demonstrar dois ensaios teóricos de forma a corroborar as possibilidades funcionais que eles possuem. Considera-se que eles podem permitir ao professor, ao menos teoricamente, obter uma visão privilegiada em relação às potencialidades que o evento ou tema disponibiliza quanto às finalidades prática, cívica, cultural e profissional ou econômica que

compõem as categorias de Alfabetização Científica e Tecnológica. Com tal panorama, o professor será capaz de decidir o percurso didático-pedagógico a ser seguido em sala de aula.

Como mencionado em outra ocasião da presente pesquisa, não é objetivo da presente pesquisa discutir a respeito de parâmetros que *classifiquem* o que é um evento ou tema CTS. Por isso, optou-se pela escolha de eventos ou temas já utilizados em outras pesquisas com pressupostos teóricos CTS, que têm suas próprias justificativas para a escolha dos eventos ou temas escolhidos.

Ressalta-se que nesse ensaio teórico não será proposto qualquer tipo de sequência didática de um curso ou material didático em acordo com o enfoque CTS. Tal atividade ficará pendente a outra oportunidade de pesquisa e publicação acadêmica.

#### **4.2.1 Primeiro Ensaio Teórico**

Para este primeiro ensaio foi escolhido a pesquisa realizada por Souza Cruz (2001) - *Aprendizagem Centrada em Eventos: Uma Experiência com o Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade no Ensino Fundamental*.

Nesta pesquisa, o evento escolhido para ser utilizado com pauta no enfoque CTS foi o *Acidente Radioativo de Goiânia*. Foram realizados dois estudos de caso em duas escolas, uma da rede pública municipal e outra da rede privada de ensino. O projeto se estabeleceu no oitavo ano<sup>14</sup> do ensino fundamental, envolvendo alunos e professores das disciplinas de Ciências, Geografia e Português.

Metodologicamente, foi proposta uma ação didática interdisciplinar através da Abordagem Centrada em Eventos (ACE), que basicamente consiste em concentrar a prática docente em um evento ou tema e usá-lo como “pano de fundo” na elaboração de módulos didáticos para o ensino e aprendizagem. Este evento é extraído do meio sócio-cultural dos estudantes e, por isso, pode possibilitar a ocorrência ou um conjunto de circunstâncias extraídas da vida real. No entanto, o mesmo deverá ser saliente, evocativo, motivador, rico em “interesse humano” e com a capacidade de estimular a discussão e o debate de assuntos ligados à ciência e à tecnologia em sala de aula. Sua fonte pode ser a televisão, jornais, revistas, livros e/ou assuntos populares (WATTS; ZYLBERSZTAJN; SILVA, 1997). Basicamente, estes foram

---

<sup>14</sup> Atualmente condiz com o nono ano do ensino fundamental brasileiro.

os argumentos utilizados pela pesquisadora para eleger o evento *Acidente Radioativo de Goiânia* a ser utilizado no enfoque CTS.

Na pesquisa os alunos foram envolvidos com atividades de leitura de textos (elaborados pela autora ou extraídos de jornais e revistas), confecção de redação, resolução de questionários e discussões envolvendo conhecimentos científicos atrelados a esfera da radiação nuclear. Essas atividades também convocaram os alunos a refletir a respeito de aspectos sócio-científicos relacionados à *radiação nuclear* e aspectos da saúde pública, e principalmente em relação à necessidade de políticas públicas que garantam aos cidadãos uma Alfabetização Científica capaz de instrumentalizá-los para a compreensão mais geral e utilitária de processos radioativos.

Como produtos do trabalho, foram elaborados uma revista em quadrinhos, destacando o *Acidente Radioativo de Goiânia* e suas conseqüências, textos para um jornal escolar, folheto explicativo sobre a *radiação nuclear* e um roteiro para um programa de TV.

Houve um compromisso de instrumentalizar o cidadão quanto a aspectos físicos, químicos e biológicos ligados aos processos radioativos. A finalidade de tal instrumentalização aproxima-se de uma Alfabetização Científica prática e cívica. Se a população tivesse conhecimento científico apropriado a respeito dos riscos e benefícios ligados à radioatividade, as chances de o acidente ter acontecido poderiam ser menores.

Da análise das atividades propostas e os textos didáticos disponibilizados pela pesquisadora sinaliza-se que pouco foi abordado a respeito da tecnologia. Sua natureza, conhecimentos tecnológicos e aspectos sócio-tecnológicos aparecem de forma tímida ao longo da intervenção. É evidente que o evento escolhido possui um forte compromisso social atrelado às finalidades de uma alfabetização de conhecimentos científicos. No entanto, ao declarar uma intervenção com pauta no enfoque CTS, surge um compromisso em concretizar educacionalmente o processo de Alfabetização Tecnológica. Talvez, esse seja um forte indicio de que uma análise do evento poderia guiar melhor as finalidades didáticas de tal intervenção e satisfazer as intencionalidades da sigla de forma a considerar a tecnologia como objeto de ensino.

Primeiramente, tal análise deve levar em consideração que o evento escolhido por Souza Cruz (2001) condiz com um fato histórico ligado a aspectos científicos e tecnológicos, que desencadeia em um conjunto de conseqüências sociais, também conectadas à ciência e à tecnologia. É no interior deste fato histórico e de suas conseqüências

sociais que se deve identificar oportunidades de se instaurar processos de Alfabetização Científica e Tecnológica, e isto é diferente da simples busca por conceitos científicos ou tecnológicos que estejam imersos no evento em questão. De posse destas oportunidades, as decisões didáticas – percurso e atividades – poderão ser tomadas de maneira que as intencionalidades e objetivos educacionais do enfoque CTS sejam satisfeitas.

A seguir, com base em um trecho de um dos textos didáticos divulgados por Souza Cruz (2001), analisa-se as potencialidades que o evento *O Acidente Radioativo de Goiânia* disponibiliza quanto aos parâmetros de alfabetização científica e tecnológica.

No dia 13 de setembro de 1987, os sucateiros Roberto Santos Alves e Wagner Mata Pereira retiraram de um prédio abandonado e semi-destruído de Goiânia um aparelho usado no tratamento de tumores cancerosos (1 – Potencial para Alfabetização Científica prática e alfabetização tecnológica prática). Neste prédio, funcionara o Instituto Goiano de Radioterapia, que tinha sido desativado em 1985. O equipamento havia sido deixado para trás pelos proprietários da clínica, por estar sem condições de uso (2 – Potencial para alfabetização tecnológica cívica e cultural).

Este aparelho era constituído por uma fonte radioativa (Césio 137) (3 – Potencial para Alfabetização Científica prática, cultural e profissional ou econômica) no interior de um cilindro metálico de 3,6 cm de diâmetro por 3,0 cm de altura. O pequeno cilindro era envolto por uma blindagem de chumbo. O chumbo é usado na montagem da aparelhagem porque absorve a radiação, impedindo-a de escapar para o exterior. Com essa proteção, o equipamento não apresentava maiores riscos, desde que manipulado por pessoal especializado. No entanto, a blindagem foi aberta pelos sucateiros no quintal da casa 68 da rua 57, onde residia Roberto.

Do seu interior foi retirado o cilindro metálico. De uma pequena abertura do cilindro saía uma intensa luminosidade de cor azulada que despertou a curiosidade de Roberto e Wagner, levando-os a abrir o objeto a golpes de martelo.



Com a abertura do cilindro, a maior parte do material radioativo foi derramada em um pequeno pedaço de tapete colocado sobre o solo, debaixo de duas mangueiras. A caixa de chumbo, contendo ainda parte do Césio, foi vendida no dia 19 de setembro para um depósito de ferro-velho. Os donos do ferro-velho, Devanir e Ivo Alves Ferreira, ficaram encantados com aquele pó que brilhava.

O pó luminescente, sem cheiro, nem quente nem frio, aparentemente inofensivo, foi distribuído, manuseado, passado no corpo de parentes (inclusive crianças) e amigos, inalado e ingerido. Ao passarem o pó no corpo, inalarem e ingerirem aquele curioso material, as pessoas ficaram contaminadas, isto é, impregnadas interna e externamente com o material **(4 – Potencial para Alfabetização Científica prática, cívica e cultural)**. Assim, vários de seus órgãos passaram a ser expostos, de forma contínua, a doses intensas de radiação. O Césio que estava na pele (a fonte externa) irradiava a própria pessoa e tudo que estava ao seu redor. O Césio ingerido ou inalado (a fonte interna) passou a irradiar os órgãos internos. Estando contaminadas, estas pessoas também contaminavam o ambiente, ao deixar resíduos do material por onde passavam, e irradiavam as pessoas que estavam por perto. (SOUZA CRUZ, 2001, p. 200 – observações e grifos nossos).

Na sequência pode-se verificar uma argumentação para justificar os potenciais identificados no texto acima:

### **(1) Potencial para Alfabetização Científica prática e alfabetização tecnológica prática**

Como o ícone de todo o acidente provém de uma fonte radioativa instalada em um artefato tecnológico utilizado para o tratamento de tumores cancerosos há aqui a oportunidade de integrar conhecimentos científicos e tecnológicos relacionados ao funcionamento deste artefato. Todo o drama nasce não só pela falta de conhecimentos sobre radiação. Tanto o local como o aparelho, de acordo com regulamentações da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), pelo fato de conter uma fonte radioativa, deve ser sinalizado pelo símbolo internacional da

presença de radiação ionizante. Isto caracteriza um aspecto da linguagem tecnológica.



Figura 7: Símbolo Internacional da presença de radiação ionizante.

É evidente também que há a possibilidade de se estabelecer conexões com conhecimentos científicos ligados às ciências biológicas, já que tal aparelho é propício ao tratamento de tumores cancerígenos. Entender os aspectos tecnocientíficos que cercam a aparelhagem de forma conexa com os mecanismos que o mesmo gera para o combate aos tumores, talvez seja uma ótima oportunidade para integrar conhecimentos científicos e tecnológicos tangentes aos processos de Alfabetização Científica e Tecnológica práticas.

## **(2) Potencial para alfabetização tecnológica cívica e cultural**

O fato de que o equipamento fora deixado em um prédio abandonado, sem qualquer preocupação futura, remete à questão da responsabilidade quanto ao lixo tecnológico. Isso oportunizaria introduzir um processo de alfabetização tecnológica cívica, visto que há questões sócio-tecnológicas ligadas aos responsáveis pelo uso e pelo manuseio do equipamento. Os aspectos cultural e organizacional da tecnologia podem ser explorados; a parte de regulamentação de uso, manuseio e descarte de um equipamento radioativo fica evidente.

Além disso, infere-se que a tecnologia em questão, construída por seres humanos para um tratamento médico, ou seja, para benefícios humanitários, acabou gerando conseqüências maléficas. Há aqui a oportunidade de se problematizar a natureza da tecnologia e sua relação com os seres humanos – aspectos condizentes à alfabetização tecnológica cultural.

### **(3) Potencial para Alfabetização Científica prática, cultural e profissional ou econômica**

Um dos pontos principais a respeito do entendimento tecnocientífico que cerca o aparelho encontrado pelos sucateiros é a sua fonte radioativa, o Césio-137, que, por sua vez, permite uma abertura para o entendimento científico de processos radioativos: seus conceitos físicos básicos, como núcleos estáveis e instáveis e os tipos de radiações emitidas pelo Césio-137; e conceitos interdisciplinares, como radioproteção e efeitos biológicos, suas interações com o corpo humano e outros tipos de material. Souza Cruz (1987), Okuno (1998), além do material produzido por Souza Cruz (2001), são excelentes fontes para os conhecimentos científicos que podem ser explorados sobre esse assunto, cujo entendimento está muito próximo dos propósitos de uma Alfabetização Científica prática.

Há também neste ponto destacado a potencialidade para uma Alfabetização Científica cultural, cuja oportunidade se encontra em abrir um debate a respeito de conhecimentos históricos e filosóficos que estão por trás das descobertas científicas ligadas a radiação e a radioatividade. Tais conhecimentos, que são bastante explorados por Cordeiro e Peduzzi (2010) e Cordeiro (2011), darão abertura para um debate sobre aspectos ligados à História, Filosofia e Sociologia da Ciência, ou seja, oportunizarão discussões sobre a natureza da ciência.

Quanto à Alfabetização Científica profissional ou econômica, este ponto oportuniza um aprofundamento nos conhecimentos científicos relacionados aos processos radioativos, biomédicos e, principalmente, de energia nuclear que se encaixam com as ciências aplicadas e o setor produtivo.

### **(4) Potencial para Alfabetização Científica prática, cívica e cultural**

Com certeza, uma das maiores conseqüências sociais no acidente radioativo de Goiânia, diz respeito à contaminação, não apenas de pessoas, mas também do solo, da água e outros materiais expostos às substâncias radioativas. Souza Cruz (1987) relata a perplexidade, o pânico e a desinformação dos cidadãos goianienses quanto a conhecimentos relacionados à radiação, à contaminação e ao lixo nuclear. Estes três aspectos podem proporcionar excelentes oportunidades para o desenvolvimento de conhecimentos científicos

conectados a Física, Química e Biologia, abrindo espaço para a Alfabetização Científica prática.

Quanto a Alfabetização Científica cívica, neste ponto o que não faltam são janelas que oportunizem discussões a respeito de aspectos sócio-científicos e que estimulem a tomada de decisões individuais e coletivas a respeito de processos que lidam com a radioatividade. Este debate ainda pode ser estendido para a produção de energia elétrica via a energia nuclear e suas, possíveis, conseqüências ambientais.

Já a Alfabetização Científica cultural pode ser atendida no aspecto ligado aos diferentes tipos de radiação. É comum no dia-dia a divulgação de informações confusas entre contaminação e irradiação. Muitos temem o uso do forno microondas por acreditarem em uma possível contaminação através dos alimentos aquecidos no interior deste eletrodoméstico. Neste exemplo, fica nítida a apropriação e ressignificação do conceito de radiação, cuja presença na vida cultural e social é significativa. Seria interessante uma instrumentalização científica mais esclarecedora a respeito do assunto.

É possível traçar para o evento *O Acidente Radiativo de Goiânia* três fatos centrais para o seu acontecimento: 1) o encontro de um aparelho com fonte radioativa abandonado de forma irresponsável; 2) a fonte radioativa e a falta de conhecimentos a respeito de processos radioativos e 3) a contaminação estabelecida por esta última e suas conseqüências sociais. No interior destes três eixos, como visto anteriormente, podem ser encontrados potenciais para os parâmetros propostos por esta pesquisa. O desafio agora é armar uma trama didática que implemente esses potenciais no processo de ensino-aprendizagem e satisfaça os objetivos educacionais do enfoque CTS de forma equilibrada, visto que os potenciais se estabelecem tanto no âmbito da Ciência, como no da Tecnologia.

O drama proporcionado pelo evento *O Acidente Radioativo de Goiânia* não reside somente na falta de conhecimentos científicos, por parte da população. Há também que se levar em conta a responsabilidade social por trás do uso, manuseio e descarte de um aparelho tecnológico, que possui seus aspectos técnico, organizacional e cultural (PACEY, 1990). Apesar de ser constituído por uma fonte natural de radiação, no todo se caracteriza como um artefato (BUNGE, 1985), criado por seres humanos por necessidades medicinais. Isso evidencia que uma proposta de ensino com pauta no enfoque CTS que utilize o evento *O Acidente Radioativo de Goiânia* tem a obrigação de abordar parâmetros ligados à Ciência e, também, à Tecnologia.

### 4.2.1 Segundo Ensaio Teórico

Como um evento se constitui em um conjunto de circunstâncias extraídas da vida real dos estudantes, cujas fontes podem ser programas televisivos, reportagens de jornais ou revistas, livro e até assuntos populares divulgados pela mídia impressa ou eletrônica, infere-se, a partir do primeiro ensaio teórico, que a abordagem dos parâmetros ocorre ao longo de um fato histórico. Para que haja uma diversificação, propõe-se para esse segundo ensaio teórico que os parâmetros sejam abordados a partir de um tema.

Para isso, a abordagem dos parâmetros irá se concentrar no tema *Raio-X* utilizado por Oliveira (2006). Em sua pesquisa, o autor elabora uma sequência didática com ênfase no enfoque CTS. A escolha do tema efetuou-se com base na literatura sobre a inserção e ensino de física moderna no ensino médio e até de documentos oficiais.

Sua proposta de sequência didática foi submetida a validação com professores de Física que atuam no ensino público e privado e, segundo o autor, os resultados foram bastante satisfatórios em termos de aceitação e disponibilidade para a sua implementação no ensino médio regular. Tal proposta foi dividida em módulos: Módulo 1 – Os Raios-X e suas aplicações; Módulo 2 – A Descoberta dos Raios-X; Módulo 3 – A Física dos Raios-X e Módulo 4 – Efeitos das Radiações e Riscos para a Saúde. Fica evidente na análise dos módulos propostos pelo pesquisador que, apesar de se divulgar uma proposta de sequência didática com ênfase no enfoque CTS, pouco, ou quase nada, se mencionou a respeito de aspectos ligados à tecnologia, a não ser o levantamento da questão sobre os efeitos que a tecnologia pode provocar sobre a sociedade. Fica nítida na descrição da proposta a preocupação excessiva com o ensino de conhecimentos científicos ou informações ligadas à aplicabilidade tecnológica dos Raios-X.

A seguir um exemplo de como abordar os parâmetros no tema *Raio-X*.

<p><b>Potencial para Alfabetização Científica prática.</b></p>	<p>Entender, fisicamente, o que são os Raios-X (onda eletromagnética, espectro eletromagnético, modelo atômico de Bohr, dualidade onda-partícula...). A seguir, compreender os seus processos de produção, principalmente aqueles presentes na radiologia diagnóstica utilizados pela medicina ou odontologia e que estão presentes no dia-dia dos estudantes.</p>
<p><b>Potencial para Alfabetização Científica cívica.</b></p>	<p>Um assunto que potencializa esta categoria é a parte que remete aos efeitos biológicos dos Raios-X e os riscos para a saúde. Evidentemente, esse assunto abrirá espaço para discutir os efeitos biológicos de outros tipos de radiações. Seria o momento de entender a diferença entre radiação ionizante e não-ionizante. Discutir sobre os processos de interação da radiação com a matéria e com as células, de modo a entender os mecanismos de radioproteção.</p>
<p><b>Potencial para Alfabetização Científica cultural.</b></p>	<p>Primeiramente, saber diferenciar os processos de emissão de radiação (dentre eles, a radioatividade, que tem origem nuclear, diferentemente dos raios X).</p> <p>Discutir sobre os fatos históricos que envolvem a descoberta dos Raios-X e abrir espaço para debates sobre a História, Filosofia e Sociologia da Ciência (HFSC). Segundo Martins (1998) a maioria dos livros de física moderna informam que os Raios-X foram descobertos por acaso, minimizando a contribuição do cientista Wilhelm Conrad Röntgen e passando a idéia de que este não fez nada mais do que perceber a existência de um novo tipo de radiação. Isso, segundo o autor, transmite uma visão distorcida sobre o próprio processo de pesquisa científica. Para ele, o trabalho experimental pode contar com o acaso, mas em sua essência constitui-se em um trabalho sistemático, racional, dirigido por pressupostos teóricos e exigindo uma grande engenhosidade técnica para superar dificuldades observacionais e para testar hipóteses. Assim, fica evidente que uma análise detalhada da descoberta dos Raios-X pode contribuir para a compreensão de como se efetua o processo de descoberta de um novo fenômeno físico.</p>
<p><b>Potencial para Alfabetização Científica profissional ou econômica.</b></p>	<p>Ao contrário do que muitos pensam, os Raios-X possuem aplicações em outros campos, além da medicina e odontologia, cuja presença no dia-dia é mais perceptível. O mesmo também possuem aplicações na Indústria (na metalurgia é utilizado o processo de difração de Raio-X para a descoberta de qual a melhor taxa de carbono na produção de chapas de aço, na indústria automobilística esse mesmo processo permite observar o interior dos motores e fragmentos indesejáveis e etc.), na agricultura (melhoramento de plantas, tomografia de solos, irradiação de alimentos e etc.), na química (principalmente na cristalografia), na área de segurança individual (aerportos, inspeção de cargas em caminhões), no controle da poluição atmosférica e em estudos arqueológicos.</p>

Continua

<p><b>Potencial para alfabetização tecnológica prática.</b></p>	<p>Dentro da área de radiologia diagnóstica não são apenas conhecimentos científicos que envolvem os processos de produção de Raios-X. Há, também, aspectos técnicos que envolvem os equipamentos tecnológicos utilizados em consultórios médicos e odontológicos (tubo de raios-X, gerador de alta-voltagem e o painel de controle). Estes estão cada vez mais modernos e mais seguros; no entanto, seu funcionamento gera materiais residuais, como as chapas fotográficas que podem ser recicladas.</p> <p>Este estudo ainda pode ser estendido aos aspectos técnicos de equipamentos que produzem Raios-X utilizados na indústria, agricultura, área da segurança individual, etc.</p> <p>Um estudo histórico da evolução técnica destes equipamentos também pode ser abordado.</p>
<p><b>Potencial para alfabetização tecnológica cívica.</b></p>	<p>Explorar os aspectos cultural e organizacional dos equipamentos tecnológicos que dependem dos Raios-X. Com certeza a aplicação dessas radiações provocaram mudanças na medicina e na odontologia, na atividade industrial e, conseqüentemente, na atividade econômica. No entanto, apesar dos benefícios, não se pode esquecer dos riscos que está nova tecnologia proporciona. Tem-se aqui um excelente aspecto cultural para ser discutido junto aos estudantes, principalmente no que remete a crenças no chamado progresso social.</p> <p>Uma questão ligada ao aspecto organizacional diz respeito a fabricação, aquisição, manuseio (técnicos em radiologia só podem ter jornada de quatro horas diárias de trabalho) e descarte desses equipamentos, pois tudo isto deve estar cercado de uma regulamentação.</p>
<p><b>Potencial para alfabetização tecnológica cultural.</b></p>	<p>Uma análise histórica do antes e do depois dos Raios-X pode abrir espaço para uma problematização em torno da natureza da tecnologia e sua relação com a sociedade. Fica evidente, também, que o tema permite abrir espaço para discussões a respeito das relações que ocorrem entre a ciência e a tecnologia, visto que a descoberta dos Raios-X feita por Röntgen partiu de um experimento com tubos de Crookes, quando o físico notou a fluorescência de um papel pintado com platino-cianeto (MARTINS, 1998). Neste caso, a descoberta científica partiu da tecnologia, cuja construção com certeza teve o envolvimento de conhecimentos científicos e tecnológicos. O que se deve deixar claro aos estudantes é que este caminho nem sempre foi protagonizado na história das descobertas científicas e da construção de artefatos tecnológicos, apesar de os laços entre ciência e tecnologia serem cada vez mais estreitos.</p>

Se a construção dos módulos didáticos propostos por Oliveira (2006) fossem guiados por este exemplo simples de abordagem dos parâmetros, talvez, os mesmos tivessem uma outra conotação. Não se

está afirmando que seria melhor, mas uma análise do material, que segundo o autor possui a premissa teórica do enfoque CTS, aponta que a proposta do autor parece mais uma sequência didática preocupada com seleção de conhecimentos científicos e aplicações destes ao referenciar a tecnologia, do que uma atenção dirigida para as finalidades educacionais, ou seja, as categorias de alfabetização que devem ser processadas a partir de conhecimentos científicos e, também, de conhecimentos tecnológicos. E este é o caráter inovador no ensino de ciências preconizado pela sigla: redefinir a condução das atividades de ensino no espaço da sala de aula, onde os conhecimentos científicos e tecnológicos são abordados de forma a se atingir novos objetivos educacionais. Não se almeja forçar os estudantes a ver o mundo com os olhos de cientistas, mas sim, permitir-lhes compreender a sua história e o seu mundo – um ensino de ciências centrado nos interesses dos próprios estudantes e não dos outros (FOUREZ, 2003, YAGER, 1996a). Esses interesses seriam representados pelas quatro categorias de Alfabetização Científica e três de Alfabetização Tecnológica.





## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em primeiro plano, há que se constatar que a presente pesquisa permitiu dar uma resposta ao problema proposto no início da pesquisa. Evidentemente que tal resposta e a sua defesa são passíveis de contestações. No entanto, crê-se, que a partir dos parâmetros propostos, o encaminhamento didático-pedagógico na abordagem de um evento ou tema em acordo com o enfoque CTS poderá concretizar seus objetivos e intencionalidades educacionais sem correr os riscos de se proporcionar os desequilíbrios apontados por Santos (2001). Ou seja, concentrar a abordagem de modo a perder de vista o desenvolvimento de conhecimentos científicos e tecnológicos em prol de discussões político-filosóficas que dizem respeito às influências sociais da atividade científica e tecnológica ou concentrar tal abordagem considerando apenas conhecimentos que integrem o C e o S da sigla.

Assim, se abordados, os parâmetros eleitos dificilmente permitirão uma redução da tecnologia ao status de ciência aplicada e, tampouco, um processo de Alfabetização Tecnológica que se limite à explicação de equipamentos tecnológicos, seu funcionamento, conhecimentos científicos e informações técnicas. No presente período as pretensões da educação básica estão longe de uma formação técnica que afaste dos estudantes a possibilidade de encarar a tecnologia de forma crítica e responsável socialmente. Por isso nos parâmetros que integram o T e o S da sigla propõe-se que a Alfabetização Tecnológica prática, cujo objetivo é esclarecer aos estudantes conhecimentos tecnológicos presentes em aparatos tecnológicos, seja complementada pela Alfabetização Tecnológica Cívica e Cultural, que não se limitam aos aspectos técnicos da tecnologia, mas abrangem tanto suas implicações sociais como discutem sua natureza. São nessas categorias que aparecem os aspectos cultural e organizacional da *prática tecnológica* de Pacey (1990), permitindo tratar a tecnologia como objeto de ensino de forma a extrapolar seu aspecto técnico e reduzir as chances de uma educação tecnológica alienante (SANTOS; MORTIMER, 2000). Ao discutir sobre a natureza da tecnologia abre-se espaço para as idéias de Bunge (1985) que a concebe conectada com o mundo artificial através do desenho, planejamento de realização, teste, ajuste e manutenção de artefatos. Segundo o autor, a atividade tecnológica é resultado efetivo da ação racional, conseqüência do trabalho humano,

seja intelectual ou sobre objetos concretos, por isso a premissa de que o trabalho faz toda a diferença entre o natural e o artificial.

Outros períodos históricos demonstram que os inventos tecnológicos precederam ou caminharam paralelamente à ciência. Enquanto nos tempos atuais fica cada vez mais complicado separar os avanços científicos dos tecnológicos e vice-versa. Deixando evidente que ciência e tecnologia apresentam-se cada vez mais conectadas nos últimos tempos. Mas ainda assim, de acordo com Ricardo, Rezende Jr. e Custódio (2007) ciência e tecnologia possibilitam uma distinção quanto às intencionalidades de seus desenvolvimentos: enquanto a tecnologia se associa a uma funcionalidade e a uma utilidade, a ciência se ocupa de objetivos menos imediatos.

Já em relação aos parâmetros que integram o C e o S, a categoria de Alfabetização Científica prática, que almeja a abordagem de conhecimentos científicos que permitam aos estudantes representarem ou entenderem fenômenos naturais, processos e aparatos tecnológicos, também pode ser complementada pelas categorias de Alfabetização Científica cívica, cultural, profissional ou econômica, possibilitando a contextualização social e histórica desses conhecimentos científicos. Isso condiz com o momento de mostrar aos estudantes a possibilidade de que os conhecimentos científicos oportunizam negociações<sup>15</sup> que o entorno tecno-científico lhes impõe ao longo de sua sobrevivência, com base na argumentação científica. Para isso é importante que os estudantes (futuros cidadãos) levem em consideração o caráter incerto e provisório de tais conhecimentos (SOLOMON, 1988).

Fica evidente que abordar os parâmetros que integram o C e o S no evento ou tema exigirá dos professores uma concepção de Ciência que lhes permita não apenas identificar potenciais para desenvolver discussões sobre a natureza dos conhecimentos científicos, mas também uma concepção que os ajude a proporcionar uma educação científica incapaz de reforçar as simplificações e deformações da natureza da ciência, como apontadas por Gil-Perez et al (2001). Somente desta forma os professores poderão incorporar uma concepção de Alfabetização Científica, também exigida pelos parâmetros, que extrapole um ensino puramente conceitual, voltado para a formação de especialistas e descompromissado com elementos de uma formação cidadã.

---

<sup>15</sup> De acordo com Fourez (2003) negociar com o mundo técnico-científico significa conseguir construir um compromisso, adaptando-o a seus projetos que se adaptam a seus limites.

Por outro lado, a abordagem dos parâmetros que integram o T e o S no evento ou tema ficará comprometida caso os professores não incorporem uma concepção de Tecnologia. Mesmo sendo bastante complexo reproduzir uma concepção única e correta para esta última, crê-se que as idéias filosóficas de Bunge (1985) e Pacey (1990) apontam alguns aspectos fundamentais que oportunizam tal concepção, de modo a ajudar os professores a formarem uma concepção de Alfabetização Tecnológica que evite tratar a tecnologia apenas como exemplos práticos dos conhecimentos científicos. Ao tratá-la como objeto de ensino, espera-se que, além de seu aspecto técnico, os aspectos cultural e organizacional sejam levados em consideração, problematizando a atividade tecnológica frente ao meio social, bem como estabelecer considerações a respeito de sua natureza.

Como visto anteriormente, Santos et (2009) ao acompanharem o trabalho docente dos professores que fazem uso do seu livro didático *Química e Sociedade* constatam que alguns profissionais não vem abordando os textos temáticos com pauta no enfoque CTS que são propostos ao longo do livro. Isso leva-os a conclusão de que somente novos modelos curriculares e livros didáticos inovadores não são suficientes caso os professores não incorporem novos propósitos para a educação em Química. Talvez, esses novos propósitos sejam possibilitados através de uma concepção de Ciência e Tecnologia, além de uma concepção de Alfabetização Científica e Tecnológica capazes de permitirem aos professores identificarem em eventos ou temas CTS os potenciais para esses processos. Considerando a sugestão de que esses potenciais sejam identificados a partir dos parâmetros propostos na presente pesquisa. Mas para que isso se efetue além dos apontamentos feitos por Forgiarini (2007) que ressalta a importância de se ultrapassar nos currículos das licenciaturas uma formação unicamente disciplinar, desvinculada de problemas sociais e negligentes quanto à abordagem temática, adiciona-se a necessidade de se desenvolver uma formação docente que contemple uma concepção de Ciência e Tecnologia de modo a permitir a abordagem de eventos ou temas com pauta no enfoque CTS. Sem isso dificilmente os pressupostos teóricos e objetivos educacionais da sigla serão satisfeitos.

Além desses requisitos para que a abordagem dos parâmetros se efetue com sucesso, naturalmente, há alguns pontos que devem ser observados.

Primeiro, que os parâmetros eleitos pela presente pesquisa possuem o papel de disponibilizar o que do evento ou tema pode ser explorado para satisfazer os objetivos e as intencionalidades

educacionais da sigla. A partir daí o desafio é armar um encaminhamento didático-pedagógico que contemple e integre as categorias de Alfabetização Científica e Tecnológica. As mesmas são apresentadas de forma separadas a fim de facilitar a visualização dos potenciais disponibilizados pelo evento, mas no momento de abordá-las em sala de aula é necessário que se efetue a sua integração, de maneira que sejam integrados os conhecimentos científicos e tecnológicos com o meio social. Para isso, será exigido habilidade, criatividade e outros parâmetros, só que agora ligados à didática e à metodologia. Por exemplo, em se tratando da abordagem temática deve-se privilegiar a interdisciplinaridade e a contextualização e para que isso ocorra é necessário que os professores tenham uma concepção a respeito destes dois quesitos. E que de preferência fuja das concepções rasteiras apontadas por Ricardo (2005).

Em segundo, é interessante notar que para concretizar este encaminhamento didático-pedagógico, seja no planejamento de um curso ou na construção de um material a ser disponibilizado ao processo de ensino-aprendizagem, os obstáculos relativos à sala de aula deverão ser considerados. Entrará em questão a disponibilidade de tempo, recursos, uma estrutura curricular no formato disciplinar compromissada com um ensino propedêutico e outros entraves que aumentarão a complexidade de se contemplar o enfoque CTS em sala de aula.

## REFERÊNCIAS

AAAS. *Science for all americans. A project 2061 report on literacy goals in Science, Mathematics, and Technology*. New York: Oxford University Press. 1990

ABREU, T. B.; FERNANDES, J. P. & MARTINS, I. *Uma análise qualitativa e quantitativa da produção científica sobre CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) em periódicos da área de ensino de Ciências no Brasil*. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (Resumos), nov 2009

ACEVEDO DÍAS, J. A. *La Tecnología en las relaciones CTS. Una aproximación al tema*. Enseñanza de las Ciencias. Barcelona, V.14, N.1, p.35-44, 1996.

AIKENHEAD, G. S. *Science: A Way of Knowing*. University of Saskatchewan, Saskatoon. 1975.

\_\_\_\_\_. G. S. *High-school graduates beliefs about science-technology-society: The characteristics and limitations of scientific Knowledge*. Science Education. V.71, N.2, P.459-487, 1987.

\_\_\_\_\_. G. S. *What is STS science teaching?* In: SOLOMON, J. AIKENHEAD, G. S. *STS education: international perspectives on reform*. New York: Teachers College Press, p.47-59. 1994.

\_\_\_\_\_. G. S. *Research into STS Science Education*. Educación Química, 16, 384-397, 2005

PINHO ALVES, J. P. & PINHEIRO, T. F. *Instrumentação para o Ensino de Física A. Educação a Distância*. Universidade Federal de Santa Catarina – CED/CFM – Florianópolis/SC. 2010.

AMARAL, I. A. do. *Educação Ambiental e o ensino de Ciências: uma história de controvérsias*. Pro-Posições, v.12, n.1(34), p. 73-93, mar. 2001.

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 em Educação – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 1995.

ANDRADE, E. C. P. & CARVALHO, L. M. *O Pró-Álcool e algumas relações CTS concebidas por alunos de 6ª série do Ensino Fundamental*. *Ciência & Educação*. v.8, n.2, p.167-185. Bauru, 2002.

AULER, D. *Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS): modalidades, problemas e perspectivas em sua Implementação no ensino de física*. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 6, Resumos, Florianópolis, 1998.

\_\_\_\_\_. D. & BAZZO, W. A. *Reflexões para implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro*. *Ciência & Educação*, v.7, n.1, p.1-13, 2001.

\_\_\_\_\_. D. *Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de ciências*. Tese de Doutorado em Educação – Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

\_\_\_\_\_. D. *Alfabetização Científico-Tecnológico: um novo “paradigma”?*. Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências. V. 5, N. 1, Março 2003.

\_\_\_\_\_. D. & DELIZOICOV, D. *Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências*. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. V. 5, N. 2, 2006.

\_\_\_\_\_. D.; *Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro*. *Ciência & Ensino*, v.1, número especial, novembro de 2007.

\_\_\_\_\_. D.; DALMOLIN, A. M. T. & FENALTI, V. S. *Abordagem Temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS*. *Alexandria*. v.2, n.1, p.67-84, mar. 2009.

BAZZO, W. A. *Ciência, Tecnologia e Sociedade e o contexto da educação tecnológica*. Florianópolis: Editora da UFSC, 1998.

BOCHECO, O. & BAZZO, W. W. *Movimento e Enfoque CTS – Duas palavras, dois sentidos, duas histórias*. In: Anais II SIACTS-EC (II Seminário Ibero-Americano de Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino de Ciências) Brasília. Julho 2010.

BORGMANN, A. *Technology and the character of contemporary life. A philosophical inquiry*. Chicago/Londres, The University of Chicago Press, 1984.

\_\_\_\_\_. A. *Reply*. In: Durbin, P. T. (Ed.). *Technology and contemporary life*. Dordrecht, Reidel, p. 29-44. 1988.

BRASIL, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº 9.394, de 20/12/1996.

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

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio*. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. *PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica. *Guia de Livros Didáticos – PNLD 2012: Química*. Brasília. 2011 <<http://www.fnde.gov.br/index.php/pnld-guia-do-livro-didatico>>

BUNGE, M. A. *Treatise on Basic Philosophy*. V.7, Dordrecht, Holland. D. Reidel Publishing Company, 1985.



CAAMAÑO, A. *La educación Ciencia-tecnología-sociedad: una necesidad en el diseño del nuevo currículum de ciencias*. Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales. Barcelona, año II, N.3, P. 4-6, enero 1995.

CACHAPUZ, A.; PAIXÃO, F.; LOPES, J. B. & GUERRA, C. *Do estado da arte da pesquisa em educação em ciências: Linhas de Pesquisa e o caso “Ciência-Tecnologia-Sociedade”*. Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.1, n.1, p. 27-49, mar. 2008

CARLETTO, M. R.; PINHEIRO, N. A. M.; *Enfoque CTS: Repercussões de uma Prática Pedagógica Transformadora*. IN: V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Bauru, 2005.

CEREZO, J. A. L. *Ciência Tecnología y Sociedad: El estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos*. Revista Ibero-Americana de Educación, n. 18, p. 125, septiembre-diciembre 1998.

CHALMERS, A. F. *O que é Ciência afinal ?* São Paulo. Editora Brasiliense. 1993.

CHASSOT, Á. *Alfabetização Científica: uma possibilidade para a inclusão social*. Revista Brasileira de Educação. N.22, Jan/Fev/Mar/Abr 2003.

\_\_\_\_\_. Á. *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. 4ª Ed. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2006.

CORDEIRO, M. D.; PEDUZZI. L. O. Q. *As Conferências Nobel de Marie e Pierre Curie: a gênese da radioatividade no ensino*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 27, n. 3, dez. 2010.

CORDEIRO, M. D. *Dos Curies Rutherford: Aspectos Históricos e Epistemológicos da Radioatividade na formação científica*. Dissertação de Mestrado em Educação Científica e Tecnológica – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2011.

CUPANI, A. *A Tecnologia como problema filosófico: três enfoques*. Scientiae Studia. São Paulo. V.2, N.4, p.493-518, 2004.

DEBOER, G. E. Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationships to science education reform. *International Journal of Research in Science Teaching*, v.37, n.6, p.582-601, 2000.

DECLARAÇÃO DE BUDAPESTE, Declaración sobre la Ciencia y el uso del saber científico. 1999. <<http://www.oei.es/salactsi/budapestdec.htm>>.

DELIZOICOV, D. *Pesquisa em Ensino de Ciências como Ciências Humanas Aplicadas*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. v. 21. p. 145-175, ago. 2004

DEMO, P. *Participação é conquista*. 3ª Ed. São Paulo. Editora Cortez. 1996.

DÍAZ, J.A.A.; ALONSO, A.V. e MAS, M.A.M. *Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciências, v.2, n.2, 2003.

EIJKELHOF, H. M. C.; KORTLAND, K. & LIJNSE, P. L. *STS through physics and environmental education in the Netherlands*. In: YAGER, R. E. (Ed.), *Science/technology/society as reform in science education*. New York: State University of New York Press, 1996

FAGUNDES, S. M. K.; PICCINI, I. P.; IAMARQUE, T. & TERRAZZAN, E. A. *Produção em Educação em Ciências sob a Perspectiva CTS/CTSA*. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (Resumos), nov 2009

FEENBERG, A. *Transforming technology. A critical theory revisited*. Oxford, Oxford University Press, 2002.

FERNÁNDEZ, I. Análisis de las concepciones docentes sobre la actividad científica: una propuesta de transformación. Tesis (Doctotal) - Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals. Universidad de Valencia. Valencia. 2000.

FLEMING, R. *Literacy for a technological age*. *Science Education*, v. 73, n. 4, p.391-404. 1989.

FOUREZ, G. *A Construção das Ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências*. Tradução de Luiz Paulo Rouanet. São Paulo: Ed. da UNESP, 1995.

\_\_\_\_\_. G. *Alfabetización Científica y Tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires: Ediciones Colihue S.R.L., 1997.

\_\_\_\_\_. G. *Crise no Ensino de Ciências?* Revista Investigações em Ensino de Ciências, V.8 N.2 Porto Alegre, 2003.

FORGIARINI, M. S. *A abordagem de temas polêmicos no currículo da EJA: O caso do "Florestamento" no RS*. Santa Maria: CE/UFMS. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

FORGIARINI, M. S. & AULER, D. *A abordagem de temas polêmicos na educação de jovens e adultos: o caso do "florestamento" no Rio Grande do Sul*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias V.8 N.2, 2009

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GARCIA, M. I. G.; CEREZO, J. A. L; LÓPEZ, J. L. L. *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio de la ciencia y de la tecnología*, Madrid: Editorial Tecnos, 1996.

GIDDINGS, G. *STS initiatives in Australia*. In: YAGER, R. E. (Ed.), *Science/technology/society as reform in science education*. New York: State University of New York Press, 1996.

GIL PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. *Para uma Imagem não Deformada do Trabalho Científico*. Ciência & Educação. V.7, N.2, p.125-153, 2001.

GILBERT, J. K. *The interface between science education and technology education*. International Journal Science Education. V.14, N.5, p.563-578. 1992.

GOHN, M. G. *Movimentos e lutas sociais na história do Brasil*. São Paulo: Editora Loyola. 1995.

HOFSTEIN, A., AIKENHEAD, G., RIQUARTS, K. *Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium*. International Journal of Science Education, v. 10, n. 4, p.357-366. 1988.

HURD, P. *Science literacy: Its meaning for American schools*. Educational Leadership, 16, 13-16, 52, 1958.

KEMP, A.C. *Implications of diverse meanings for "scientific literacy"*. Paper presented at the Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science.

KOEPSSEL, R. *CTS no Ensino Médio: Aproximando a Escola da Sociedade*. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2003.

KORTLAND, J. *Physics in personal, social and scientific contexts. A retrospective view on the Dutch Physics Curriculum Development Project PLON*. In P. Nentwig & D. Waddington (Eds.), *Making it relevant. Context based learning of science* (pp. 67-89). Munster: Waxmann. 2005.

KRASILCHIK, M. *Inovação no ensino das ciências*. In: GARCIA, W. E. (Org.). *Inovação educacional no Brasil: problemas e perspectivas*. São Paulo: Cortez; Campinas: Autores Associados, p.164-180. 1980.

\_\_\_\_\_. M. *O professor e o currículo das ciências*. São Paulo: EDUSP, 1987.

\_\_\_\_\_. M. & MARANDINO, M. *Ensino de ciências e cidadania*. São Paulo: Moderna, 2004.

LAYTON, D. *Revaluating the T in STS*. International Journal of Science Education, v.10, n.4, p.367-378. 1988.

LAUGKSCH, R. C. *Scientific literacy: a conceptual overview*. Science Education, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000.

LÓPEZ, J. L. L. & CERESO, J. A. L. *Educación CTS en acción: Enseñanza secundaria y universidad*. In: GARCIA. M. I. G.; CERESO, J. A. L.; LÓPEZ, J. L. L. *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio de la ciencia y de la tecnología*, Madrid: Editorial Tecnos, 1996.

MARGOLIS, J. *Three conceptions of technology: satanic, titanic, human*. In: P. Durbin (ed.). *Research in philosophy and technology*. Vol. 7. p. 145-176. 1984.

MARTINS, R. A. *A Descoberta dos Raios-X: O Primeiro Comunicado de Röntgen*. Revista Brasileira de Ensino de Física. V.20, N.4, 1998.

McKAVANAGH, C. & MAHER, M. *Challenges to science education and the STS response*. The Australian Science Teachers Journal, V. 28, N. 2, p. 69-73, 1982.

MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H. & FERNANDES, R. C. A. *O que sabemos sobre a pesquisa em educação em ciências no Brasil (1972-2004)*. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., Bauru, 2005. Atas... São Paulo: Abrapec, 2005. 10p. 1 CD-ROM.

MEZALIRA, S. M. *Enfoque CTS no Ensino de Ciências Naturais a partir de Publicações em Eventos Científicos*. Dissertação (Mestrado em Educação nas Ciências) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí/RS, 2008.

MILARÉ, T.; RICHETTI, G. P.; PINHO ALVES, J. P. *Alfabetização Científica no Ensino de Química: Uma análise dos temas da seção Química e Sociedade da Revista Química Nova na Escola*. Química Nova na Escola. V.31, N.3 Agosto de 2009.

MILARÉ, T. & PINHO ALVES, J.P. *A Química Disciplinar em Ciências do 9º Ano*. Química Nova na Escola. V.32, N.1 Fevereiro de 2010a.

\_\_\_\_\_. *Ciências no Nono Ano do Ensino Fundamental: Da Disciplinaridade à Alfabetização Científica e Tecnológica*. Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências. Belo Horizonte. V.12, N.2, p.101-120, mai-ago 2010b.

MILLAR, R. *Um currículo de ciências voltado para a compreensão por todos*. Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, v.5, n.2, 2003.

MIRANDA, G. C. *Análise da produção sobre o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade, apresentada nos Encontros de Pesquisa em Ensino de Física (1988-2000) e Encontros Nacionais de Pesquisa em Ensino de Ciências (1997-1999)*. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências – Pró-Ciências). CFM/UFSC, Florianópolis. 2001.

MÓL, G. S.; SANTOS, W. L. P.; CASTRO, E. N. F.; SILVA, G. S.; MATSUNAGA, R. T.; SILVA, R. R.; FARIAS, S. B.; SANTOS, S. M. O.; DIB, S. M. F. *Química na sociedade: projeto de ensino de química em um contexto social*. V.1, mód. 1 e 2. Editora UnB. Brasília 1998

MOREIRA, A. F. *Estudos do currículo no Brasil: abordagens históricas*. IN: PACHECO, J. C. & VIAIYA, I. C. (Orgs). *Políticas curriculares: caminhos da flexibilização e integração*. Atas do IV Colóquio sobre Questões curriculares. Centro de Investigação em Educação. Universidade do Minho, 2002.

MUENCHEN, C. & AULER, D. *Abordagem temática: desafios na educação de jovens e adultos*. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. V. 7, N. 3, 2007a.

\_\_\_\_\_. *Configurações curriculares mediante o enfoque CTS: Desafios a serem enfrentados na educação de jovens e adultos*. Ciência & Educação, v. 13, n. 3, p. 421-434, 2007b.

NAGASU, N. & KUMANO, Y. *STS in Japan: Poised for a Forward Leap*. In: YAGER, R. E. (Ed.), *Science/technology/society as reform in science education*. New York: State University of New York Press, 1996

NORRIS, S. P. & PHILLIPS, L. M. *How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy*. Science Education, v. 87, n. 2, p. 224-240, 2003.

NUNES, S. L. P.; *Aproximações entre o Enfoque CTS e o Modelo de Investigação na Escola: Uma proposta de educação para a cidadania no ensino de Física*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas, 2005.

OEI. *Memoria de la programación 1999-2000*. pp. 121-134. Madrid. 2001. Em <http://www.oei.es/>

OKUNO, E. *Radiação: Efeitos, Riscos e Benefícios*. Editora Harbra. São Paulo. 1998.

OLIVEIRA, F. F. *O Ensino de Física Moderna com o Enfoque CTS: Uma Proposta Metodológica para o Ensino Médio usando o Tópico Raio-X*. Dissertação de Mestrado em Educação. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2006.

PACEY, A. *La cultura de la tecnología*. Fondo de cultura económica. México. 1990

PEDUZZI, L. O. Q. *Sobre a utilização didática da história da ciência*. In: PIETROCOLA, Maurício (Org.). *Ensino de física: conteúdo e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Ed. da UFSC, p. 151-170. 2001.

PIETROCOLA, M.; PINHEIRO, T. F.; NEHRING, C. M.; SILVA, C. C.; TRINDADE, J. A. O.; LEITE, R. C. M. *As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de projetos*. Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, v. 2, n. 1, p. 99-122, mar. 2000.

PINHEIRO, T. F. & PINHO ALVES, J. P. *Ilhas de Racionalidade: Experiências Interdisciplinares na segunda série do Ensino Médio*. IV Encontro Ibero-Americano de coletivos escolares e redes de Professores que fazem investigação na sua Escola. Lajeado-RS. Julho de 2005.

PORLÁN, R. & MARTÍN, J. *El diario del profesor: un recurso para la investigación en la aula*. Sevilla: Díada, (Coleção Investigación y Enseñanza, n. 6) 1997.

POSTMAN, N. *Tecnopólio: a rendição da cultura à tecnologia*. São Paulo. Ed. Nobel. 1994.

PRAIA, J.; GIL PÉREZ; D.; VILCHES, A. *O Papel da Natureza da Ciência na Educação para a Cidadania*. Ciência & Educação. V.13, N.2, p.141-156, 2007.

REID, D. V. & HODSON, D. *Ciência para todos em secundária*. Madrid: Narcea, 1993.

REZENDE FILHO, C. B. & CÂMARA NETO, I. A.; *A evolução do conceito de cidadania*. Revista Ciências Humanas. Vol.7, N.2, 2001  
Disponível em:  
<http://www.unitau.br/scripts/prppg/humanas/download/aevolucao-N2-2001.pdf>. Acesso em: 24 dezembro de 2010.

RICARDO, E. C. *Competências, Interdisciplinaridade e Contextualização: dos Parâmetros Curriculares Nacionais a uma compreensão para o ensino das ciências*. Tese de Doutorado em Educação Científica e Tecnológica – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas – PPGECT, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

RICARDO, E. C.; REZENDE Jr., M. F. & CUSTÓDIO, J. F. *A Tecnologia como Referência dos Saberes Escolares: perspectivas teóricas e concepções dos professores*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v.29, n.1, p.135-147, 2007.

ROCKEFELLER BROTHERS FUND. *The pursuit of excellence: Education and the future of America*. In Prospect for America: Report Number Vof the Rockefeller Panel Reports. Garden City, NY: Doubleday. 1958.

RUBBA, P. A. & WIESENMAYER, R. L. *Goals and Competencies for Precollege STS Education: Recommendations Based upon Recent Literature in Environment Education*. Journal of Environmental Education, V.19, N.4, P. 38-44, 1988.

SALVADOR, P. & VASCONCELOS, C. M. S. *Atividades Outdoor e a Alfabetização Científica de Alunos de um Clube de Ciências*. LINHAS, Florianópolis, v.8, n.2, p.76-90, 2007.



SAMAGAIA, R. & PEDUZZI, L. O. Q. *Uma Experiência com o Projeto Manhattam no Ensino Fundamental*. *Ciência & Educação*, v.10, n.2, p. 259-276, 2004.

SANTOS, M. E. V. M. dos. *A cidadania na voz dos manuais escolares*. Lisboa: Livros Horizonte, 2001.

SANTOS, W. L. P. *O ensino de química para formar o cidadão: principais características e condições para a sua implantação na escola secundária brasileira*. Dissertação de Mestrado em Educação – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 1992.

\_\_\_\_\_. W. P. *Aspectos Sociocientíficos em aulas de química*. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2002.

\_\_\_\_\_. W. L. P. *Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios*. *Revista Brasileira de Educação* v.12, n.36 – número especial, set./dez. 2007a.

\_\_\_\_\_. W. L. P. *Contextualização no Ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica*. *Ciência & Ensino*, V.1, número especial, novembro de 2007b

\_\_\_\_\_. W. L. P. *Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de CTS* Alexandria *Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v.1, n.1, p. 109-131, mar. 2008

\_\_\_\_\_. W. L. P. & SCHENETZLER, R. P. *Educação em Química. Compromisso com a cidadania*. 1 ed. Ijuí: Ed. Unijuí. 1997.

\_\_\_\_\_. W. L. P. & SCHENETZLER, R. P. *Educação em Química. Compromisso com a cidadania*. 3 ed. Ijuí: Ed. Unijuí. 2003.

\_\_\_\_\_. W. L. P. & MORTIMER, E. F. *Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira*. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2000.

\_\_\_\_\_. W.L.P. & MORTIMER, E. F. *Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências*. Ciência & Educação, v.7, n.1, p.95-111, 2001.

\_\_\_\_\_. W. L. P. & MORTIMER, E. F. *Abordagem de Aspectos Sociocientíficos em aulas de Ciências: Possibilidades e Limitações*. Investigações em Ensino de Ciências – V14(2), p. 191-218, 2009.

\_\_\_\_\_. W. L. P.; MÓL, G. S.; CASTRO, E. N. F.; SILVA, G. S.; MATSUNAGA, R.T.; FARIAS, S. B.; SANTOS, S. M. O.; DIB, S. M. F. *Química e sociedade*. Editora Nova Geração. São Paulo, 2005.

\_\_\_\_\_. *Química e Sociedade: um projeto brasileiro para o ensino de química por meio de temas CTS*. Educació Química EduQ N.3, p.20-28, 2009.

\_\_\_\_\_. *Química cidadã: materiais, substâncias, constituintes, química ambiental e suas implicações sociais*. Volumes 1, 2 e 3. 1ª ed. Nova Geração. São Paulo 2010

SCHMITZ, C. *Desafio Docente: As Ilhas de Racionalidade e Seus Elementos Interdisciplinares*. Dissertação de Mestrado em Educação – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2004.

SEPKA, F. H. *Recepção, Transmissão e Processamento de Dados: Aplicação de uma sequência didática no ensino médio de Física, estruturada sob a perspectiva CTS*. Dissertação de Mestrado em Educação Científica e Tecnológica – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2004.

SHEN, B. S. P. (1975A). *Scientific literacy and the public understanding of science*. In: S. B. Day (Eds.), *Communication of scientific information* (pp. 44–52). Basel: Karger. 1975.

SHOWALTER, V. M. *What is united science education? Part 5. Program objectives and scientific literacy*. Prism II, 2(3+4). 1974.

SILVA, M. J. *O ensino de CTS através de revistas de divulgação científica*. Dissertação de Mestrado em Educação Científica e Tecnológica – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2005.

SOARES, M. *Letramento: um tema em três gêneros*. Belo Horizonte: Autêntica, 1998.

SOLOMON, J. *Science technology and society courses: tools for thinking about social issues*. International Journal of Science Education, v. 10, n. 4, p.357-366. 1988.

\_\_\_\_\_. J. *Teaching science, technology and society*. Buckingham: Open University Press, 1993.

SOUZA, M. A. *Poluição Nuclear: A inserção da educação ambiental no ensino médio na perspectiva globalizante via o enfoque CTS*. Dissertação de Mestrado em Educação Científica e Tecnológica – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2005.

SOUZA CRUZ, S. M. *Aprendizagem centrada em eventos: uma experiência com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade no Ensino Fundamental*. Tese de Doutorado em Educação – Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

\_\_\_\_\_. & ZYLBERTAJN, A. *O enfoque ciência, tecnologia e sociedade – CTS*. In: Ensino de Física – conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. PIETROCOLA, M. (org.). (pp. 171-196). Ed. UFSC, Florianópolis 2001.

SOUZA CRUZ, F. F. & SOUZA CRUZ, S. M. *Pode o ambiente cultural e social definir o conteúdo escolar de Física: o caso da mecânica quântica*. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (Resumos), nov 2009.

SOUZA CRUZ, F. F. *Radioatividade e o Acidente de Goiânia*. Caderno Catarinense de Ensino de Física (atual Caderno Brasileiro de Ensino de Física). V.4, N.3, p. 164-169, 1987.

STRIEDER, R. B. *Abordagem CTS e ensino médio: espaços de articulação*. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências – Universidade de São Paulo, São Paulo 2008.

SUTIL, N.; BORTOLETTO, A.; CARVALHO, W. & CARVALHO, L. M. O. *CTS e CTSA em periódicos nacionais de ensino de Ciências/Física (2000-2007): Aspectos epistemológicos e sociológicos*. In: Resumos. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Curitiba. 2008.

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

TRIVELATO, S. L. F. *Ciência/Tecnologia/Sociedade: mudanças curriculares e formação de professores*. Tese de Doutorado em Educação – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

UNESCO. *Technology education as part of general education*. Science and Technology Education Document Series. Paris. 1985.

\_\_\_\_\_. *The Social relevance of Science and Technology education*. Science and Technology Education Document Series. 18. Paris. 1986.

\_\_\_\_\_. *Final Report: World Conference on Education for All - Meeting Basic Human Needs*. Paris: UNESCO. 1990.

\_\_\_\_\_. *Science and Technology 2000+ Education for all*. The Project 2000+ Declaration. Paris: UNESCO. 1994.

UTGES, G.; FERNÁNDEZ, P.; JARDÓN, A.; *Física e Tecnologia. Una integración posible*. Caderno Catarinense de Ensino de Física (atual Caderno Brasileiro de Ensino de Física). V.13, N.2, p. 108-120, 1996.

VARGAS, M. *Para uma Filosofia da Tecnologia*. Editora Alfa-Omega. São Paulo. 1994.

WAKS, L. J. *Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos actuales*. In: MEDINA, M.; SANMARTÍN, J. (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad: estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública*. Barcelona: Anthropos / Leioa (Vizcaya): Univesidad del País Vasco, p.42-75. 1990.

\_\_\_\_\_. L. J. *Value judgment and social action in technology studies.* Journal of Technology and Design Education. V.4, p.35-49, 1994.

WATTS, S. A. M.; ZYLBERSZTAJN, A. & SILVA, S. M. '*Event-centred-learning*': *an approach to teaching science technology and societal issues in two countries.* International Journal of Science Education, v. 19, n. 3, p.341-351. 1997.

YAGER, R. E. *History of Science/Technology/Society as reform in the United States.* In: YAGER, R. E. (Ed.), *Science/technology/society as reform in science education.* New York: State University of New York Press, 1996a

YAGER, R. E. *Preface.* In: YAGER, R. E. (Ed.), *Science/technology/society as reform in science education.* New York: State University of New York Press, 1996b

ZEIDLER, D. L., SADLER, T. D., SIMMONS, M. L., HOWES, & ELAINE V. *Beyond STS: a research-based framework for socioscientific issues education.* Science Education, 89(3), 357-377. 2005.

ZIMAN, J. *Teaching and learning about science and society.* Cambridge: Cambridge University Press. 1980.