UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Instituto de Física, Instituto de Química
Instituto de Biociências e Faculdade de Educação

TESE DE DOUTORADO

**ABORDAGENS CTS NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA NO
BRASIL: SENTIDOS E PERSPECTIVAS**

ROSELINE BEATRIZ STRIEDER

São Paulo – SP

2012

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Instituto de Física, Instituto de Química
Instituto de Biociências e Faculdade de Educação

**ABORDAGENS CTS NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA NO
BRASIL: SENTIDOS E PERSPECTIVAS**

ROSELINE BEATRIZ STRIEDER

ORIENTADORA: **PROFA. DRA. MARIA REGINA DUBEUX KAWAMURA – IF/USP**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências (Área de Concentração: Ensino de Física) da Universidade de São Paulo como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências.

COMISSÃO EXAMINADORA:

Profa. Dra. Maria Regina Dubeux Kawamura (Presidente/Orientador)
Profa. Dra. Alice Helena Campos Pierson (UFSCar)
Prof. Dr. Prof. Dr. Irlan von Linsingen (UFSC)
Profa. Dra. Sônia Maria de Souza Cruz (UFSC)
Prof. Dr. Wildson Luiz Pereira dos Santos (UnB)

São Paulo, 2012

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

**Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo**

Strieder, Roseline Beatriz

Abordagens CTS na educação científica no Brasil:
sentidos e perspectivas. São Paulo, 2012.

Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo,
Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de
Química e Instituto de Biociências.

Orientador: Profa. Dra. Maria Regina Dubeux Kawamura

Área de Concentração: Ensino de Física.

Unitermos: 1. Ensino; 2. Educação para a Cidadania;
3. Física.

USP/IF/SBI-016/2012

AGRADECIMENTOS

À minha Família, por todos os ensinamentos, por não ter medido esforços para que esse sonho se realizasse. Por fazer com que eu fique contando os dias para as férias – que significam rever todos vocês, tomar um bom chimarrão... lá em Salvador das Missões/RS - momentos que foram imprescindíveis para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Rafael, pela paciência, compreensão e incentivo. Por dividir comigo a sua história e ajudar a construir a minha. Pelos sonhos e planos compartilhados – inclusive o de ser “Doutor”.

À Maria Regina, pela orientação, não só neste trabalho, mas também em vários outros momentos, apesar dos km de distância. Por me ensinar a ver o mundo com outros olhos.

Ao Décio Auler, por orientar meus primeiros passos no Ensino de Física, na pesquisa e nesse tal “CTS”. Pelas sugestões para esse trabalho, antes, durante e depois da qualificação.

Aos professores convidados da banca: Alice Pierson, Irlan von Linsingen, Sônia Souza Cruz e Wildson Santos; pela leitura, discussões e contribuições que trouxeram.

Aos professores e alunos do Curso de Física da Universidade Católica de Brasília, pelo espaço concedido e pelo aprendizado, que fez com que esse trabalho ganhasse outras perspectivas.

Às meninas do “projeto” – Simoni Gehlen, Giselle Watanabe Caramello, Roseli Feistel e Karine Halmenschlager – pelos descontraídos passeios

(Reuniões!) em Campo Grande e em Ilhéus que trouxeram vários questionamentos, angústias, algumas respostas e, principalmente, a necessidade de estudar mais....

À minha amiga Sandra Hunsche, por estar sempre conectada, disponível para ouvir as angústias e ajudar na solução dos problemas.

Às queridas amigas, Giselle Watanabe Caramello, Marina Morya e Michele Figueiró, pelas agradáveis conversas, pelas boas risadas e pelas acolhidas durante as minhas idas pra São Paulo. À Giselle, também, pela parceria nas discussões deste trabalho e de várias outras questões complexas...

Aos queridos amigos do Corredor de Ensino e da Vida, pelas lamentações e alegrias compartilhadas. Alguns já eram “gente grande” quando os conheci, outros, à medida que foram “crescendo” e se tornando “gente grande”, acabaram se espalhando pelos quatro cantos deste país - São Paulo, Rio Grande do Sul, Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro.... A todos, obrigada, de coração!

Às (aos) integrantes do “Grupo da Rê” - Soninha, Renata, Graciella, Giselle, Marcília, Aninha, Paulinha, Bruna, Fred e Ivã – pelas discussões sobre identidade, que contribuíram para que este trabalho encontrasse a sua; pelas várias ajudas, sempre que necessárias.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram e torceram para que esse sonho se tornasse realidade.

A la pucha, tchê não se assustemo
Que no perigo a bala vem nós se “abaixemo”

IEDO SILVA – OS FARRAPOS

RESUMO

STRIEDER, R.B. **Abordagem CTS na Educação Científica no Brasil: Sentidos e Perspectivas**. Tese de Doutorado – Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

A proposta de uma abordagem de ensino que contemple discussões sobre interações Ciência – Tecnologia – Sociedade (CTS) vem ganhando cada vez mais interesse e destaque na Educação Científica no Brasil. Aliado a isso, têm crescido as pesquisas sobre esse tema, cujo aumento e diversidade apontam para a necessidade de estudos de revisão bibliográfica sobre essa produção. Nessa perspectiva, o objetivo deste trabalho é acompanhar esse movimento, identificando e caracterizando possíveis abordagens CTS presentes na Educação Científica brasileira. Para tanto, optou-se pela construção de uma matriz de referência, constituída por planos de análise de diferentes naturezas, compostos por parâmetros que representam, de forma sistematizada, as diferentes abordagens. Metodologicamente, o trabalho de investigação compreende dois encaminhamentos complementares: um de base empírica e o outro de aproximação teórica. Do ponto de vista empírico, foi analisada a produção CTS recente na área de Pesquisa em Ensino de Ciências. Paralelamente, do ponto de vista teórico, o aprofundamento de referenciais teóricos subsidiou a identificação de parâmetros relevantes para a constituição da matriz de referência específica para análise das abordagens CTS. Dentre os resultados, destacam-se os dois planos de análise identificados e seus respectivos parâmetros. O primeiro plano relaciona-se às perspectivas de discussão das relações CTS, sistematizadas em três parâmetros: Racionalidade Científica, Desenvolvimento Tecnológico e Participação Social. O segundo plano relaciona-se às perspectivas educacionais, sistematizadas em três propósitos que envolvem o desenvolvimento de Percepções, Questionamentos e Compromissos Sociais. A partir da articulação entre esses planos e parâmetros foi possível reconhecer e situar intenções e, além disso, explicitar razões para as escolhas, encaminhamentos, limites e potencialidades de diferentes abordagens CTS.

Palavras-chave: Abordagens CTS, Educação Científica, Estado da Arte.

ABSTRACT

STRIEDER, R.B. **STS Approach in the Science Education in Brazil: Meanings and Prospects.** Tese de Doutorado – Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

The proposal for a teaching approach that includes discussions about Science - Technology - Society (STS) interactions is gaining increasing interest and emphasis in the Scientific Education in Brazil. Allied to this, the research about this subject has grown, whose increase and diversity point to the need for studies of literature review on this production. In this perspective, the objective of this study is to follow this movement, identifying and characterizing possible STS approaches present in the Brazilian Scientific Education. To this end, we chose to build a reference array consisting of plans of analysis of different natures, composed of parameters that represent, in a systematic manner, the different approaches. Methodologically, the research work comprises two complementary referrals: one of empirical base and the other of theoretical approach. From the empirical point of view, we analyzed the recent STS production in the area of Research in Science Teaching. In parallel, from the theoretical point of view, the deepening of theoretical frameworks supported the identification of relevant parameters for the constitution of specific reference array for analysis of the STS approaches. Among the results, we highlight the two levels of analysis identified and their parameters. The first plan it is related to the prospects of discussions of the STS relations, systematized in three parameters: Scientific Rationality, Technological Development and Social Participation. The second level it is related to the educational prospects involved, systematized in three purposes that involve the development of Perceptions, Questions and Social Commitments. From the relationship between these plans and parameters was possible to recognize and locate intentions and, furthermore, explain reasons for choices, referrals, limits and potential of different STS approaches.

Keywords: STS Approaches, Science Education, State of Art.

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
APRESENTAÇÃO	11
1. MOVIMENTO CTS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UM PRIMEIRO OLHAR	23
1.1 BREVE HISTÓRICO DO MOVIMENTO CTS	24
1.2 PESQUISAS SOBRE CTS NO CONTEXTO BRASILEIRO DO ENSINO DE CIÊNCIAS	33
1.3 APROFUNDAMENTOS NECESSÁRIOS	48
2. PESQUISAS SOBRE O “ESTADO DA ARTE” EM CTS	53
2.1 O “ESTADO DA ARTE” DO “ESTADO DA ARTE” EM CTS	54
2.1.1 Características gerais dos trabalhos	57
2.1.2 Intenções de pesquisa	59
2.1.3 Perspectivas de análise	62
2.2 EM BUSCA DE EIXOS PARA A MATRIZ DE REFERÊNCIA	70
3. CIÊNCIA - TECNOLOGIA - SOCIEDADE: ORGANIZANDO UM MAPA	74
3.1 OLHARES PARA A CIÊNCIA	75
3.1.1 A ciência do ponto de vista da “construção conceitual”	77
3.1.2 A ciência do ponto de vista da “produção social”	83
3.1.3 Considerações, articulações e limitações	89
3.1.4 Ciência e desenvolvimento social – Uma questão de valores	95
3.2 OLHARES PARA A TECNOLOGIA	99
3.2.1 A tecnologia e suas definições	100
3.2.2 A tecnologia e o desenvolvimento social	112
3.3 OLHARES PARA A SOCIEDADE	120
3.3.1 A sociedade dos mitos	122
3.3.2 A Sociedade de Risco	126
3.3.3 Conhecimento prudente para uma vida decente	131
3.3.4 A reforma no pensamento – rumo à complexificação	133
3.4 À GUIA DE CONCLUSÃO: UM POSSÍVEL MAPA	136

4. PROPÓSITOS EDUCACIONAIS DAS ABORDAGENS CTS.....	143
4.1 PRESSUPOSTOS FREIREANOS.....	144
4.2 PESQUISAS QUE SINALIZAM ARTICULAÇÕES FREIRE - CTS	150
4.3 UMA PROPOSTA DE SISTEMATIZAÇÃO DA ARTICULAÇÃO FREIRE-CTS	156
4.4 RELAÇÕES ENTRE PRESSUPOSTOS E ABORDAGENS	165
4.4.1 Desenvolvimento de Percepções.....	167
4.4.2 Desenvolvimento de Questionamentos.....	168
4.4.3 Desenvolvimento de Compromisso Social.....	171
5. UMA MATRIZ PARA SITUAR ABORDAGENS CTS.....	174
5.1 RELAÇÕES CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE	176
5.1.1 Racionalidade Científica.....	177
5.1.2 Desenvolvimento Tecnológico	189
5.1.3 Participação Social	199
5.2 OS PARÂMETROS E OS PROPÓSITOS EDUCACIONAIS	206
6. VALIDAÇÃO DA MATRIZ DE REFERÊNCIA.....	211
6.1 APRESENTAÇÃO DA AMOSTRA	212
6.2 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS ARTIGOS	215
6.3 SÍNTESE DA ANÁLISE.....	252
6.3.1 Racionalidade Científica.....	253
6.3.2 Desenvolvimento Tecnológico	256
6.3.3 Participação Social	257
6.3.4 Propósitos Educacionais	259
CONSIDERAÇÕES FINAIS	262
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	272

APRESENTAÇÃO

A proposta de uma abordagem de ensino que contemple discussões sobre interações ciência-tecnologia-sociedade (CTS) vem ganhando cada vez mais interesse e destaque na Educação Científica, nos diferentes níveis de ensino. Ainda que as origens dessas discussões tenham mais de cinquenta anos, e mesmo levando em conta a presença de abordagens CTS na educação científica brasileira em diferentes momentos (KRASILCHIK, 1990; AULER, 2001), essa questão não teve, até recentemente, um espaço significativo dentre as preocupações dos pesquisadores da área de Ensino de Ciências¹.

Até o início deste século, de acordo com Auler (2002), o Enfoque CTS² (ciência, tecnologia, sociedade) apresentava-se de forma bastante embrionária no ensino de ciências no Brasil, o que também pode ser observado em diferentes reconstituições da trajetória histórica da área (DELIZOICOV, 2004; SALÉM & KAWAMURA, 2006). Da mesma forma, Lemgruber (2000) ao analisar os trabalhos de dissertação e teses da área de Ensino de Ciências no período 1972-1995, dentre um universo de 288 trabalhos, encontra apenas sete que podem

¹ Optamos por utilizar o termo “Ensino de Ciências”, seguindo a classificação das Áreas de Conhecimento utilizada no Brasil; em especial quando nos referimos à produção dessa área. Contudo, cabe lembrar, que ainda assim, o sentido do termo relaciona-se à Educação Científica.

² Utilizamos o termo “Enfoque CTS” quando nos referimos às repercussões do Movimento CTS no contexto educacional. Optamos por esse termo, pois é o mais utilizado em trabalhos sobre o assunto. O termo “Movimento CTS”, por sua vez, é utilizado quando nos referimos às discussões CTS num contexto mais amplo, enquanto situação de intervenção social. Com isso pretendemos enfatizar que os estudos em CTS, em sua origem, estavam relacionados a situações de intervenção social a partir de reivindicações e interesses de mudança específicos (VACCAREZZA, 1998; VON LINSINGEN, 2007). Por fim, o termo “Abordagem CTS” é utilizado quando nos referimos ao presente trabalho. Ao utilizá-lo buscamos enfatizar que há diversas maneiras de abordar as relações CTS no contexto da Educação Científica.

caracterizar-se como pertencentes a uma abordagem CTS. No entanto, ele já observava que essa abordagem poderia estar assumindo o caráter de tema emergente, com uma intuição que parece estar sendo comprovada.

De fato, nos últimos anos é crescente o interesse e as preocupações com abordagens CTS, que vêm se expressando em relatos de trabalhos, comunicações em eventos da área, artigos em revistas ou teses e dissertações. Esse panorama mais recente, contudo, têm novas características, atribuindo diferentes significados para essas abordagens.

Em uma tentativa inicial de acompanhar essa nova tendência, em revisão bibliográfica desenvolvida durante o mestrado (STRIEDER, 2008), constatou-se que apesar dos estudos em CTS terem, em sua origem, uma natureza mais política e social, tendo como pano de fundo a busca pela participação crítica da sociedade na discussão sobre os rumos da atividade científico-tecnológica, quando repercutiram para diferentes áreas, como a educacional, passaram a defender uma infinidade de aspectos.

Paralelamente, na pesquisa de mestrado mencionada, na tentativa de desenvolver uma proposta CTS no Ensino Médio, defrontamo-nos, ainda, com a ausência de clareza sobre os objetivos e estratégias que caracterizam, de fato, uma proposta educacional ampla. Constatou-se que é possível desenvolver propostas CTS com diferentes enfoques e perspectivas educacionais, em função dos encaminhamentos dados às atividades e às discussões propostas, ainda que sempre envolvendo um ou mais dos três elementos (ciência, tecnologia e sociedade) e, eventualmente, suas articulações.

Ou seja, ao buscar o diálogo com trabalhos de Ensino de Ciências auto-identificados como CTS, seja através da análise da produção, seja em discussões realizadas em encontros da área, percebe-se a diversidade de posicionamentos; a partir da qual é possível afirmar que o lema CTS abarca uma série de sentidos e significados.

Essa diversidade pode ser percebida, por exemplo, nas diferentes designações que tem recebido esse Enfoque. Dentre as quais merece destaque (além da CTS) a CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), que vem sendo usada principalmente por pesquisadores que buscam evidenciar a

dimensão ambiental, a exemplo de Dori e Herscovitz (1999) *apud* Cachapuz, *et al.* (2008); Solbes e Rios (2007) e Bernardo, Vianna e Fontoura (2007). A decisão sobre qual seria a designação mais apropriada (CTS ou CTSA) para representar esse Enfoque está longe de ser um consenso entre os pesquisadores e retrata a margem que o mesmo dá para a diversidade.

Ao mesmo tempo, designações como “Alfabetização Científica e Tecnológica” (ACT), “Letramento Científico e Tecnológico”, e “Educação para a Sustentabilidade”, muitas vezes são entendidos como abordagens CTS. Como destaca Martins (2000), ao tratar do Enfoque CTS na Península Ibérica, “a educação CTS tem vindo a apresentar uma panóplia terminológica o que gera uma grande diversidade de pontos de vista”.

Além disso, mesmo os que usam uma mesma designação (CTS, CTSA, ACT) apresentam diferentes compreensões sobre as intenções e maneiras de implementar os pressupostos desse Enfoque. Nesse sentido, cabe destacar o trabalho de Pansera de Araújo *et al.* (2009), que realiza um levantamento dos principais referenciais usados nos trabalhos sobre CTS e CTSA. Esses autores não encontram uma diversidade muito grande; sendo referenciados, com maior frequência, dois brasileiros, Walter Bazzo e Décio Auler, e os estrangeiros Acevedo Diaz e Lopes Cerezo. Isso indica que, ainda que muitos defendam um discurso teórico semelhante, usando as mesmas referências bibliográficas, as práticas apresentam compreensões diferentes.

Essa diferença de abordagens, portanto, parece não estar diretamente relacionada aos referenciais e às designações utilizadas, mas a maneira como esse discurso é transposto para as práticas, dito de outra forma, à releitura que é feita dos “originais”. Esse aspecto pode estar relacionado aos espaços pedagógicos que o pesquisador tem para desenvolver seu trabalho e não, propriamente, a sua compreensão sobre o Enfoque. Contudo, isso não fica claro nas pesquisas, ou seja, não é possível distinguir se são compreensões distintas ou se são questões relacionadas às práticas que influenciam diferentes abordagens.

Por outro lado, é importante considerar a complexidade intrínseca às questões relacionadas à ciência, à tecnologia e à sociedade nos tempos atuais,

especialmente se comparadas à cinco décadas atrás, o que certamente dificulta a compreensão e implementação dos pressupostos do Enfoque CTS no contexto educacional. Qualquer discussão dessa natureza envolve uma série de variáveis que perpassam diferentes campos do conhecimento, além do científico (político, social, econômico, além do científico-tecnológico), o que dá margem para uma série de recortes e, conseqüentemente, para a diversidade.

O momento atual, caracterizado por essa diversidade de abordagens, parece estar de acordo com as colocações feitas por Aikenhead (2003), quando discute a multiplicidade de enfoques e as transformações que a designação CTS deve sofrer com o passar do tempo, chamando atenção para a importância de se descrever os múltiplos significados que a mesma engloba. Essa diversidade reflete a própria complexidade das questões envolvidas e, de certa forma, confere ao lema uma abrangência muito maior.

Devido a essa multiplicidade, o autor coloca que as críticas aos trabalhos CTS são muitas, sendo que se torna importante descrever sistematicamente os diferentes significados que ele engloba. Porém, de um modo geral, afirma que os diferentes trabalhos CTS coincidem em defender a necessidade de uma reformulação no ensino de ciências e em valorizar termos como o humanismo. Além disso, destaca que cada país tem sua própria história, associada, principalmente, à sua realidade social, fazendo com que as relações entre a ciência e a sociedade assumam diferentes características. Em virtude disso, muitas vezes pode não haver um acordo no significado preciso de CTS, ou uma definição única, que seja um consenso, em todas as partes do mundo.

Em outro trabalho Aikenhead (1994 *apud* SANTOS & MORTIMER, 2001) resume essa diversidade de opiniões afirmando que CTS abarca interações entre a ciência e a tecnologia ou entre a ciência e a sociedade, que podem se dar por meio de um conjunto de elementos, que, geralmente, se encontram agregados. Dentre esses elementos, o autor destaca: artefatos tecnológicos, processos ou investigações, situações sociais ligadas à ciência e à tecnologia, ou ainda questões filosóficas, históricas ou sociais no seio da comunidade científica.

Nesse sentido, o autor classifica as intervenções CTS em oito categorias em função da proporção entre os “conteúdos de CTS” e os conteúdos curriculares

de ciências propriamente ditos. À medida que se avança nas categorias, a presença de "conteúdos CTS" aumenta em relação à presença de "conteúdos puros de ciências". Um curso classificado na categoria um atribui, portanto, um baixo status ao "conteúdo de CTS" e à compreensão dos aspectos das inter-relações CTS; enquanto um curso da categoria oito, a mais avançada, praticamente não aborda conteúdos de ciências.

Nesse mesmo trabalho, o autor aponta como objetivos, de natureza mais social a serem pretendidos pela educação CTS, a necessidade de haver: pessoas esclarecidas para decidirem, cidadãos conscientes e responsáveis e uma comunidade humanista estendida de cientistas e engenheiros. Nessa afirmação é possível perceber que a própria natureza dos termos utilizados pode levar a compreensões diferentes sobre quais seriam os objetivos do Enfoque CTS. Dito de outra forma, não há um esclarecimento sobre o que caracteriza cidadãos aptos a tomar decisão, conscientes e responsáveis.

Também considerando a diversidade de abordagens, Santos (2001) faz uma revisão sobre o movimento no campo educacional e destaca que debaixo do mesmo "guarda chuva" se alberga uma vasta gama de tendências e de correspondentes modalidades curriculares, que podem e devem ser criticadas, porém, jamais ignoradas ou subestimadas.

Essas diferentes tendências, de acordo com a autora, estão relacionadas ao valor que é atribuído à ciência, à tecnologia ou à sociedade e podem ser classificadas em três categorias diferentes: as que continuam a privilegiar a ciência (Cts), as que deslocaram esse privilégio para a tecnologia (cTs) e as que deslocaram para a sociedade (ctS).

Apesar dessa diversidade, a autora aponta que essas propostas estão relacionadas, pois todas buscam estabelecer "laços", na educação, entre o desenvolvimento científico e tecnológico e a sociedade. Todas estão centradas numa "educação pela ciência", que está apoiada num ensino mais humanista das ciências e tem como foco conscientizar a sociedade de que a ciência e a tecnologia também são elementos da cultura. Ao expor a sua compreensão, ela afirma que são "pontos chave" da educação CTS: proporcionar aos alunos meios para emitirem julgamentos conscientes sobre os problemas da sociedade;

proporcionar uma perspectiva mais rica e mais realista sobre a história e a natureza da ciência; tornar a ciência mais acessível e mais atraente a alunos de diferentes capacidades e sensibilidades, e preparar os jovens para o papel de cidadãos numa sociedade democrática.

Também Auler (1998), ao fazer uma revisão dos pressupostos do movimento CTS a nível internacional, destaca que as implementações do mesmo não apresentam um consenso quanto aos objetivos, conteúdos, abrangências e modalidades. Há um amplo espectro de possibilidades, desde aquelas que contemplam interações CTS apenas como fator de motivação, até aquelas que, no outro extremo, acabam tornando secundário o ensino de conhecimentos científicos, postulando como fator essencial a compreensão dessas interações.

García *et al.* (1996), citando Waks (1990), Kortland (1992), Sanmartín e Luján (1992), identifica três modalidades de implementação: (i) *Projetos através de "Enxertos CTS"*: Consistem em desenvolver o conhecimento científico sem que ocorram alterações no currículo tradicional, havendo acréscimos, com maior ou menor intensidade, de temas CTS; (ii) *Projetos através de um enfoque CTS*: A ciência é desenvolvida através de um enfoque CTS. Os conteúdos científicos são estruturados segundo coordenadas CTS; (iii) *Programas CTS puros*: Nesses, o conhecimento científico desempenha um papel secundário. Em alguns casos o conteúdo científico é incluído para enriquecer a explicação dos conteúdos CTS, em outros as referências aos temas científicos ou tecnológicos são mencionados, mas não explicados.

Ainda que essas discussões e classificações destaquem a diversidade das propostas CTS, elas não aprofundam a questão no que se refere aos pressupostos das diferentes abordagens, ou seja, não permitem uma maior explicitação dos aspectos que as balizam e sobre quais os sentidos que podem ser atribuídos aos diferentes objetivos e estratégias propostos. Além disso, nem sempre se referem ao contexto brasileiro; grande parte desses trabalhos data da década de 90, quando as discussões sobre CTS estavam se iniciando aqui. Referem-se, portanto, principalmente a trabalhos europeus e norte-americanos e, ainda, contemplam relações CTS de realidades diferentes das nossas.

Essas colocações nos indicam a necessidade de uma melhor identificação e caracterização das diferentes abordagens CTS, na intenção de buscar entender o sentido desse interesse, principalmente no Brasil. Como campo em formação e em transformação, emerge com clareza a importância de se obter uma melhor compreensão das características e evolução do movimento CTS no contexto brasileiro da Educação Científica. Torna-se importante identificar suas limitações e potencialidades, não só no sentido de acompanhar tendências e localizar prioridades de pesquisa, mas, sobretudo, como condição necessária para o encaminhamento de novas práticas.

Nesse sentido, torna-se relevante a realização de um levantamento detalhado e análise das diferentes abordagens CTS presentes no contexto educacional brasileiro, em especial, na Educação Científica Brasileira. Com base nisso, o problema de investigação da presente pesquisa pode ser assim explicitado: *Quais pressupostos têm guiado as diferentes abordagens CTS presentes no contexto brasileiro da Educação Científica?*

Dentro desse quadro, podem ser levantadas várias questões que, de certa forma, complementam a anterior: *Como podem ser caracterizadas as diferentes abordagens CTS? Em quais aspectos se aproximam e em quais divergem? Quais os parâmetros mais apropriados para caracterizar a diversidade de abordagens CTS? Quais propósitos educacionais norteiam as pesquisas em CTS? Quais sentidos vêm sendo atribuídos às discussões sobre ciência, tecnologia e sociedade?*

A presente investigação centra-se, portanto, na busca de possíveis caracterizações da diversidade do movimento CTS no contexto brasileiro da educação científica. Como mencionado, o mesmo encontra-se polissêmico e, nessa perspectiva, o objetivo deste trabalho é buscar identificar abordagens CTS presentes no Ensino de Ciências, destacando aproximações e distanciamentos entre as mesmas.

Essa identificação e caracterização, no entanto, ao contrário de procurar simplesmente “enquadramentos” em diferentes categorias, tem a pretensão de uma sistematização de potencialidades e de espaços de atuação, que possam

favorecer o diálogo e vir a contribuir para um maior avanço desse movimento na Educação Científica.

Uma possibilidade de alcançar essas pretensões perpassa investigar a construção de uma matriz de referência, constituída por planos de análise de diferentes naturezas, onde possam ser representadas, ou onde seja possível localizar, de forma sistematizada, as diferentes abordagens e iniciativas, permitindo uma compreensão mais abrangente. Dessa forma, os planos de análise são, também, objetos da presente investigação e não passíveis de uma definição a priori. Para a construção dessa matriz de referência, torna-se necessário buscar parâmetros que permitam mapear as diferentes abordagens CTS presentes no contexto brasileiro da educação científica.

Com base nesses objetivos, optamos por desenvolver um percurso de pesquisa que envolve, resumidamente, quatro momentos: (1) Partimos da análise da produção recente da área de Ensino de Ciências no Brasil e (2) do estudo de referenciais teóricos, para, com isso, (3) buscar construir um instrumento de referência que dê conta de sistematizar a diversidade de abordagens. (4) De posse desse instrumento, voltou-se novamente para a análise da produção, validando, reformulando e reconsiderando o instrumento construído, ao mesmo tempo, em que são delimitadas possíveis contribuições e limitações da abordagem desenvolvida.

Ou seja, o objetivo do presente trabalho é caracterizar abordagens CTS presentes no campo da educação científica brasileira e, para isso, entendemos que é necessário o desenvolvimento de um instrumento (matriz de referência) capaz de sistematizar os diferentes recortes ou dimensões relevantes. Dessa forma, sendo um problema de duas faces, também o trabalho de investigação foi desenvolvido em dois âmbitos complementares, sendo um de base empírica e, o outro, de aproximação teórica.

Do ponto de vista empírico, buscamos analisar a produção CTS na área de Pesquisa em Ensino de Ciências. Paralelamente, do ponto de vista teórico, o aprofundamento de referenciais teóricos subsidiou a identificação de parâmetros relevantes para a constituição de uma matriz de referência específica para análise do Enfoque CTS.

A produção sobre CTS da área de Ensino de Ciências foi analisada sob dois pontos de vista, que se complementam: (i) a partir dos trabalhos sobre CTS apresentados em eventos da área e (ii) a partir de trabalhos sobre revisão da produção em CTS (que buscam construir o “estado da arte” em CTS). Para o primeiro caso, utilizamos como metodologia a Análise de Conteúdo (BARDIN, 2008) e, para o segundo conjunto de trabalhos utilizamos a Análise Textual Discursiva (MORAES & GALIAZZI, 2007).

A diversidade de olhares e propostas presentes nesses trabalhos dificultou a compreensão de quais seriam os parâmetros mais apropriados para representar as abordagens CTS. Assim, a partir desse primeiro ensaio de caracterização, foi possível identificar dificuldades teórico-conceituais, para além da simples construção de um mapa sobre os trabalhos em CTS.

Em virtude disso, optamos por privilegiar duas dimensões específicas do problema: (i) a maneira como as relações entre CTS são abordadas e (ii) as diferentes perspectivas educacionais envolvidas. A nosso ver, essas duas dimensões podem ser utilizadas como a base (ou os eixos) da matriz de referência. As mesmas representam uma maneira de articular discussões que vêm ocorrendo em diferentes áreas do conhecimento e se cruzam no âmbito da Educação Científica com Enfoque CTS, dentre elas, a função social da escola, da educação científica, da ciência e da tecnologia; e, além disso, “função” para qual modelo de sociedade. Ou seja: Que sociedade, que escola, que ciência, que tecnologia e que educação científica queremos?

Cabe destacar que, provavelmente, existem outros elementos que podem ser considerados para uma matriz de referência, mas, a nosso ver esses dois aspectos podem fornecer importantes compreensões sobre a questão, ainda que não contemplem sua totalidade.

Assim, optou-se por aprofundar as discussões sobre as relações CTS e sobre as perspectivas educacionais, na intenção de construir, para cada caso, um mapa de possibilidades que possa ser utilizado para caracterizar as diferentes abordagens CTS. Para tanto, foi necessário buscar subsídios em referenciais de certa forma externos ao movimento CTS no campo educacional; que discutem a ciência, a tecnologia e suas relações com a sociedade e que discutem intenções

educacionais e seus reflexos em diferentes práticas. A partir dessas revisões bibliográficas foi possível apontar alguns elementos que podem estar presentes em cada um dos mapas e na matriz de referência.

Num segundo momento, esses elementos foram organizados em parâmetros, ainda de maneira não articulada. Por fim, os “parâmetros CTS” e os “parâmetros educacionais” foram articulados e, a partir disso, foi possível construir uma matriz de referência capaz de situar as diferentes abordagens CTS, a qual foi validada a partir de uma nova análise de algumas pesquisas da área de Ensino de Ciências, identificadas como nossa base empírica inicial.

Em síntese, essa tese, guiada pela busca de parâmetros que possam contribuir para a caracterização das diferentes abordagens CTS, apresenta a seguinte estrutura:

No Capítulo 1, além de uma breve revisão sobre a origem do movimento CTS no contexto educacional, realiza-se uma primeira análise das pesquisas sobre CTS no Ensino de Ciências, no Brasil; apresenta-se, portanto, um primeiro panorama dessas pesquisas. Esse panorama é construído a partir de um levantamento realizado nos anais de seis Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC's), que ocorreram entre 1997 e 2007. Os trabalhos sobre CTS encontrados nesse levantamento foram analisados seguindo a metodologia de Análise do Conteúdo (BARDIN, 2008) guiada pela busca por investigar a natureza dos trabalhos, o que corresponde às perspectivas investigativas ou interesse central do problema investigado.

No Capítulo 2, investiga-se de que maneira os pesquisadores em Ensino de Ciências vem construindo o estado da arte das pesquisas sobre CTS. Para o levantamento de trabalhos sobre o estado da arte em CTS/CTSA foram consultadas as publicações, ocorridas entre 2000 e 2009, de periódicos e eventos da área. Os trabalhos selecionados foram analisados seguindo a metodologia da Análise Textual Discursiva (MORAES & GALIAZZI, 2007), investigando o objeto de estudo dos mesmos, o encaminhamento metodológico utilizado, o objetivo da análise, as perspectivas de análise e os principais resultados e considerações.

No Capítulo 3, a partir de referenciais externos ao contexto educacional, investiga-se, teoricamente, um dos “eixos” da matriz de referência (que pode ser

utilizado para caracterizar as abordagens CTS): os diferentes olhares que permeiam as discussões sobre a ciência, a tecnologia e as implicações sociais do desenvolvimento científico-tecnológico. Apresentamos diferentes correntes de pensamento que buscam explicar o que é a ciência, o que é tecnologia e como elas se relacionam com a sociedade (o que envolve suas implicações sociais). Com base nesse panorama geral, a partir da articulação dos *olhares para a ciência*, dos *olhares para a tecnologia* e dos *olhares para a sociedade*, foi possível organizar um mapa das muitas possibilidades e pontos de vista que permitem discutir as relações CTS. Os quais se articulam a partir de três parâmetros: Racionalidade Científica, Desenvolvimento Tecnológico e Participação Social.

No capítulo 4, investiga-se o segundo “eixo” da matriz que pode caracterizar as abordagens CTS: os diferentes propósitos educacionais presentes no contexto brasileiro do Ensino de Ciências. Para a definição de parâmetros, nesse caso, optou-se por utilizar uma perspectiva educacional como balizadora das discussões: a do educador brasileiro Paulo Freire. Porém, as abordagens CTS não necessariamente precisam ser orientadas por pressupostos freireanos. Sendo assim, a partir de uma releitura dos propósitos freireanos, foram definidos os parâmetros do eixo Educação da matriz, que se relacionam ao desenvolvimento de (i) percepções entre o conhecimento científico escolar e o contexto dos alunos; (ii) questionamentos sobre situações que envolvem ciência, tecnologia e/ou sociedade, e, (iii) compromisso social diante de problemas ainda não estabelecidos e que envolvem aspectos de ciência, tecnologia e/ou sociedade.

No Capítulo 5, primeiramente são discutidos os parâmetros que compõem o eixo CTS da matriz de referência. São apresentadas diferentes compreensões sobre (i) racionalidade científica; (ii) desenvolvimento tecnológico e (iii) participação social. As mesmas constituem-se em indicadores para caracterizar as abordagens CTS. Também, nesse capítulo, discute-se a articulação entre os três propósitos educacionais, discutidos no capítulo 4, e os parâmetros CTS, discutidos no início deste capítulo e no capítulo 3.

No Capítulo 6 é apresentada uma análise de trabalhos sobre CTS, com a intenção de validar a matriz de referência construída. Para o desenvolvimento

dessa investigação foi realizado um levantamento de pesquisas sobre CTS no periódico brasileiro “Ciência & Educação”, no período de 2000 a 2010. Justifica-se a escolha por esse periódico devido à sua representatividade na área de Ensino de Ciências e por abarcar pesquisas de diferentes áreas, como a Biologia, Física, Química e Matemática. Nesse levantamento foram encontrados 16 trabalhos que fazem referência à CTS no título, resumo ou palavra chave. Como a intenção dessa investigação é uma análise mais detalhada das abordagens CTS presentes nos artigos, optamos por selecionar, apenas, as seis primeiras e as seis últimas publicações. Nesse capítulo, portanto, é apresentada a análise de 12 trabalhos sobre CTS, seguindo a matriz de referência elaborada ao longo dos capítulos iniciais.

Por fim, nas Considerações Finais, é apresentada uma síntese dessa investigação, limites e potencialidades das diferentes abordagens e da matriz elaborada. Além disso, discutem-se perspectivas de continuidade do presente trabalho.

Em síntese, pretende-se com essa investigação, além de obter uma melhor compreensão das características do Enfoque CTS, contribuir para um maior diálogo entre os pesquisadores e educadores que se propõem a trabalhar nessa perspectiva, no sentido em que os mesmos possam perceber as diferenças e situar de forma consciente o seu trabalho em uma das várias abordagens CTS.

1. MOVIMENTO CTS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UM PRIMEIRO OLHAR

No presente capítulo investigam-se aspectos relevantes da produção recente dos estudos em Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) na Educação Científica do Brasil. Essas análises constituem-se, de acordo com a pesquisa desenvolvida, no ponto de partida para que seja possível compreender as diferentes abordagens CTS presentes no Ensino de Ciências, no Brasil. Caracterizam-se, assim, como um primeiro olhar para o problema de investigação.

Primeiramente, e para melhor situar as discussões, é apresentado um breve histórico do Movimento CTS, descrevendo suas origens, vertentes e repercussões. É dada uma atenção especial à repercussão desse movimento no campo educacional, contexto no qual se insere a presente pesquisa.

Num segundo momento, é construído um panorama das pesquisas sobre CTS no contexto brasileiro da Educação Científica, a partir de um levantamento realizado nos anais de seis Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC's). Essa investigação pode ser considerada uma primeira aproximação ou um ensaio de mapear as diferentes abordagens CTS.

Por fim, são traçadas algumas considerações sobre esse primeiro olhar, destacando as dificuldades envolvidas em investigações dessa natureza, que buscam construir um panorama das abordagens CTS, e a necessidade de aprofundamentos.

1.1 BREVE HISTÓRICO DO MOVIMENTO CTS

De acordo com García *et al.* (1996), o Movimento CTS surgiu, em meados do século XX, como resposta à insatisfação em relação à concepção tradicional da ciência e da tecnologia, aos problemas políticos e econômicos relacionados ao desenvolvimento científico e tecnológico e à degradação ambiental. Ou seja, surgiu com a preocupação em discutir a ciência, a tecnologia, a sociedade e as relações que se estabelecem entre as mesmas, buscando novas maneiras de compreender o desenvolvimento científico-tecnológico.

Presente em várias partes do mundo, principalmente nos países da América do Norte e Europa, essas discussões sobre CTS apresentavam-se com enfoques diferenciados, sendo classificadas em duas tradições, uma denominada tradição europeia (ou acadêmica) e outra tradição americana (ou social). (GARCÍA *et al.*, 1996).

A tradição europeia ou acadêmica foi assim denominada porque teve, em sua origem, uma institucionalização de natureza mais acadêmica, na Europa. Como programa acadêmico, composta por cientistas, engenheiros, sociólogos e humanistas, possuía como intenção investigar as influências da sociedade sobre o desenvolvimento científico e tecnológico. Possuía uma ênfase maior na ciência, na explicação da origem e das mudanças das teorias científicas, e, portanto, na ciência como processo.

A tradição americana ou social foi assim denominada por ter sido centrada em uma reação de caráter mais prático ou social (apesar de, em muitos ter se desenvolvido também nas universidades) que se desenvolveu nos Estados Unidos. Como movimento social, dos quais tomaram parte grupos pacifistas, ativistas dos direitos humanos, associações de consumidores e outros grupos que tinham relação com reivindicações sociais, estavam preocupados com as consequências sociais e ambientais dos produtos tecnológicos. Possuía assim, uma ênfase maior na tecnologia, que era vista como um produto capaz de influenciar a estrutura e dinâmica da sociedade.

Atualmente, no entendimento de García *et al.* (1996), pode-se dizer que esta divisão está superada e que foi importante apenas no início das discussões,

sendo que, hoje, os estudos em Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) abrangem uma diversidade de programas filosóficos, sociológicos e históricos, os quais, enfatizando a dimensão social da ciência e da tecnologia, compartilham certo núcleo comum:

- o rechaço da imagem de ciência como atividade pura e neutra;
- a crítica à concepção de tecnologia como ciência aplicada e neutra;
- a promoção da participação pública na tomada de decisão.

Para Cutcliffe (1990) os estudos CTS são um reflexo de uma época em que se busca exercer uma influência social e política mais forte e deliberada sobre a ciência e a tecnologia. Aspecto também destacado por Auler (2002), ao apontar que a origem do Movimento CTS está ligada ao questionamento do modelo de decisão tecnocrático, postulando uma participação da sociedade no direcionamento dado à atividade científico-tecnológica, reivindicando assim, decisões mais democráticas.

Garcia *et. al* (1996), Cutcliffe (1990) e outros centram sua revisão nos países da América do Norte e da Europa; contudo, não podemos esquecer que discussões sobre ciência, tecnologia e sociedade também ocorreram em outros locais. Em nosso caso, cabe destacar as discussões desenvolvidas na América Latina e que fazem parte do que Dagnino, Thomas e Davyt (2003) denominaram Pensamento Latino Americano em CTS - PLACTS. Os quais resultam de reflexões críticas sobre o modelo linear de desenvolvimento e de uma intenção de mudança social para os países latino-americanos (DAGNINO, THOMAS & DAVYT, 2003).

O PLACTS caracteriza-se não somente por questionar as consequências sociais do desenvolvimento CT ou seus antecedentes, mas, principalmente, por criticar o modelo de PCT adotado nos países Latino-Americanos, baseado em países de “Primeiro Mundo” e, assim, contrário às necessidades regionais. De acordo com o PLACTS, torna-se necessário a consolidação de um projeto de PCT nacional claro e coerente, que estabelecesse diretrizes para o desenvolvimento dos países latino-americanos, isso estaria na base da constituição de uma demanda social por conhecimento, o que puxaria o avanço científico e tecnológico

possibilitando, dessa forma, o desenvolvimento econômico e social dos países da América Latina (DAGNINO, 2003).

Assim, os fundadores do PLACTS também possuíam como perspectiva influenciar os rumos da CT, porém, não através da participação pública na ciência, mas de forma direta, por meio da política científico-tecnológica. De acordo com Dagnino (2003), essa opção pode ser explicada pela percepção da distância que separava a sociedade latino-americana - autoritária e periférica - do ideal de democratização das decisões. Essa distância também é enfatizada por Auler (2011) quando enfatiza a ausência de uma “cultura de participação” por parte do povo brasileiro. Para ele, a implementação do Movimento CTS no contexto educacional brasileiro só será possível se vier acompanhada do desenvolvimento de uma “cultura de participação”.

Atualmente esses estudos ganham outras vertentes, na medida em que ocorreram mudanças políticas e econômicas e uma diversidade maior de pesquisadores atentos para essa questão. Nesse sentido é possível perceber uma preocupação com a participação pública na ciência, a exemplo da discussão presente em Herrera (2003), que será retomada no capítulo 3 desta tese.

Para von Linsingen (2007) uma das questões centrais do PLACTS está em discutir de que ciência e de que tecnologia se está falando quando nos referimos à América Latina, para, a partir disso, buscar caminhos e instrumentos para o desenvolvimento local do conhecimento científico e tecnológico, de modo a satisfazer as necessidades da região.

Assim, em síntese, resgatar os pressupostos do PLACTS e atualizá-los torna-se importante quando falamos do Enfoque CTS no contexto brasileiro, pois representam uma matriz de pensamento legitimamente latino-americana e ressaltam o caráter estrutural do atraso da América Latina; aspectos evidenciados por Vaccarezza (2004).

Independente da vertente, Europeia, Norte Americana ou Latino Americana, desde sua origem, os estudos em CTS vêm se desenvolvendo em

três direções, que, apesar de diferentes, estão relacionadas e influenciam-se (GARCIA *et al.*, 1996)³:

- *No campo da investigação ou campo acadêmico*: promovendo uma visão mais contextualizada da ciência, centram-se numa análise de natureza mais conceitual da dimensão social da ciência e da tecnologia;
- *No campo das políticas públicas*: defendendo uma participação pública ativa em questões que envolvem ciência e tecnologia, possuem uma natureza mais prática e política, de ativismo ou militância, e estão mais centrados nas consequências sociais do desenvolvimento científico-tecnológico;
- *No campo da educação*: buscando um ensino de ciências mais crítico e contextualizado, que contribua para promover a participação da sociedade em questões relacionadas ao desenvolvimento científico - tecnológico.

No que se refere ao campo educacional, foco da presente investigação, dentre os primeiros a defender a necessidade de os educandos compreenderem as relações ciência, tecnologia e sociedade, estão Jim Galegher, em 1971 e Paul Hurd, em 1975 (AIKENHEAD, 2003).

Galegher em um artigo publicado na revista *Science Education*, propôs um novo objetivo para a educação científica, de acordo com ele:

Para futuros cidadãos em uma sociedade democrática, compreender a inter-relação entre ciência, tecnologia e sociedade pode ser tão importante como entender os conceitos e os processos da ciência. (GALLAGHER, 1971, p. 337 *apud* AIKENHEAD, 2003, p.115)

Hurd, em um artigo seminal publicado na revista *The Science Teacher*, intitulado *Science, technology, and society: new goals for interdisciplinary science teaching* (Ciência, tecnologia e sociedade: novas metas para o ensino interdisciplinar da ciência) ao traçar essas novas metas, elaborou e descreveu uma estrutura de currículo para o ensino de ciências que contemplava interações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade.

³ Garcia *et al.* (1996), ao apresentar essa classificação não se refere ao contexto Latino Americano, contudo, entendemos que a mesma também cabe para esse contexto.

Em 1977, com o *Projeto Synthesis*, essas ideias receberam um grande incentivo nos Estados Unidos. Esse projeto tinha como objetivo traçar um panorama da educação científica em escolas de todo o país dos Estados Unidos. Para tanto, foram realizadas análises de diversos fatores: entrevistas com professores e administradores de escolas (na qual foi levantada a percepção que os mesmos possuíam sobre os cursos de ciências), observações em aula, artigos publicados em periódicos da área de ensino de ciências e livros didáticos. Essas análises foram realizadas por um grupo de educadores em ciências e tinham, como base, quatro metas, ou seja, quatro objetivos para a educação científica: Ciência para a necessidade pessoal, Ciência para resolver questões sociais, Ciência para ajudar na escolha da carreira e Ciência para formar cientistas. O relatório final concluía que a educação em ciências no país não contemplava as três primeiras metas, ou seja, contribuía apenas para formar cientistas. A partir disso, os pesquisadores apontavam a necessidade de se alcançar as três primeiras metas, na direção de um ensino que enfocasse as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade (CRUZ, 2001).

De acordo com Aikenhead (2003), no final da década de 70 e início de 80 havia um consenso entre os educadores em ciências sobre a necessidade de inovar a educação científica, seja por influência dos movimentos sociais e acadêmicos, seja pelo descontentamento com o ensino de ciências. Porém, havia também uma variedade de pontos de vista: ciência e/na sociedade, ciência e tecnologia, a interação de ciência e tecnologia com a sociedade e a cultura, C/T/S, dentre outros. Assim, em 1982 os educadores ainda não haviam chegado a um consenso sobre a designação de seu movimento. Esse foi decidido em uma reunião informal durante o simpósio da IOSTE (*Internacional Organization for Science and Technology Education*) de 1982, com a presença de educadores em ciência precedentes da Austrália, Canadá, Itália, Holanda e Inglaterra, em que todos vinham desenvolvendo novos currículos científicos influenciados por várias dessas propostas. Iniciou-se assim, dentro da IOSTE um grupo com o lema CTS.

Ainda para esse autor, a influência mais poderosa na eleição de "CTS" como lema para esse novo movimento de renovação foi o livro de John Ziman (1980), *Teaching and learning about science and society*. Nesse, Ziman refere-se

constantemente à STS (*Science-Technology-Society*, sigla traduzida para o português como CTS, Ciência-Tecnologia-Sociedade), deixando claro que com essa denominação iria se referir a todos os movimentos que buscam uma nova função para a educação científica.

No começo da década de 1990, essas discussões, permeadas por diferentes pontos de vista, repercutiram no contexto educacional brasileiro. De acordo com Santos (2008), ainda que alguns educadores/pesquisadores tenham mencionado anteriormente a importância de discussões sobre as relações ciência, tecnologia e sociedade nos currículos de ciências do Brasil (a exemplo de Krasilchick, 1987), considera-se a década de 90 como um marco por, nesse período, ter início as primeiras pesquisas envolvendo a temática CTS na educação científica. Sendo apontadas como pioneiras as pesquisas realizadas por Santos (1992), Trivelato (1993), Amorin (1995), Cruz (2001) e Auler (2002). A seguir apresentamos uma síntese de duas dessas pesquisas, a primeira e a última, com a intenção de mostrar a diversidade de pontos de vista.

Santos (1992), preocupado com o Ensino de Química para formar cidadãos, mais especificamente, com as características desse ensino e condições para sua implementação no contexto brasileiro, utiliza os estudos em CTS como perspectiva balizadora desse ensino. De acordo com ele, isso é possível porque em vários trabalhos⁴ sobre CTS é mencionada a formação para a cidadania. Contudo, o autor destaca que há outros significados para o ensino CTS, que não apresentam preocupação com a formação dos alunos, mas com a sua motivação para estudar e aprender ciências, como afirma Holman (1988) citado por Santos (1992):

Para alguns, a principal importância de CTS é como um meio de assegurar justiça social: para eles o aspecto chave é fornecer aos estudantes meios para considerar julgamentos concernentes a temas relativos à sociedade. Outros enfatizam a importância de CTS para tornar a sociedade mais acessível para os estudantes de todas as habilidades e aptidões, uma abordagem adotada, por exemplo, pelos projetos *Salter's* da Inglaterra. Ao relacionar a ciência aos seus aspectos sociais e tecnológicos, argumenta-se que a ciência ficaria mais significativa para aqueles que têm pouco

⁴ Os trabalhos a que Santos (1992) se refere são todos estrangeiros. Ele busca, nesses trabalhos, elementos para construir uma perspectiva CTS para o contexto brasileiro.

interesse por essa matéria. (HOLMAN, 1988, p. 343 *apud* SANTOS, 1992, p. 131-132)

O que caracteriza o ensino CTS na perspectiva da formação para a cidadania, segundo Santos (1992), é a contextualização social do seu conteúdo, alcançada por meio da abordagem de temas sociais embasados numa perspectiva construtivista⁵; o desenvolvimento de atitudes próprias de cidadãos, como a tomada de decisão; a compreensão da natureza da ciência e do seu papel na sociedade e, por fim, a aquisição de conhecimentos básicos de ciência. Em suas palavras,

(...) o ensino para o cidadão, através de CTS, deve concentrar-se no desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão por meio de uma abordagem que inter-relacione a ciência, tecnologia e sociedade concebendo a primeira como processo social, histórico e não dogmático. (SANTOS, 1992, p. 138)

Assim, no que se refere ao contexto brasileiro, o ensino CTS deveria preparar o indivíduo para que ele compreenda e faça uso das informações científicas básicas necessárias para sua participação efetiva na sociedade tecnológica em que vive (SANTOS, 1992, p. 165). Ou seja, deveria preparar os estudantes para seu papel numa sociedade democrática no sentido de buscar alternativas para aplicações da ciência e da tecnologia dentro da visão de bem estar social.

Em síntese, Santos (1992) preocupa-se mais com a definição de objetivos para o Enfoque CTS e maneiras de implementar seus pressupostos no campo educacional brasileiro. Dentre as necessidades apontadas para sua implementação no contexto brasileiro, o autor destaca a construção de uma perspectiva CTS própria (que considere características da realidade brasileira), a elaboração de materiais didáticos e a formação dos professores.

Auler (2002) investiga compreensões de professores sobre CTS. Em sua concepção, o Enfoque CTS deveria voltar-se à discussão e problematização de

⁵ Para Santos, essa perspectiva construtivista “tem pressuposto básico a construção e reconstrução do pensamento do aluno a partir de suas concepções, o que implica a sua participação ativa (Driver & Oldhan, 1986).” (SANTOS, 1992, p. 157).

construções históricas sobre a atividade científico-tecnológica, que podem ser entendidas como mitos, quais sejam: (i) superioridade do modelo de decisões tecnocráticas (compreensão que entende que quem deve tomar as decisões referentes a questões científico-tecnológicas é somente o técnico/especialista.), (ii) perspectiva salvacionista da CT (refere-se à compreensão de que os problemas da humanidade serão solucionados em algum momento pelos avanços científico-tecnológicos.) e (iii) o determinismo tecnológico (compreensão que entende que o desenvolvimento científico-tecnológico é irreversível, arrastando atrás de si o desenvolvimento social).

A partir desses pressupostos o autor estabelece uma aproximação com os pressupostos do educador brasileiro Paulo Freire. Para Auler (2002) o ponto de convergência entre essas abordagens (CTS e Freireana) é a busca pela participação da sociedade, que no Enfoque CTS, comparece no sentido da reivindicação de democratização das decisões em temas sociais envolvendo ciência-tecnologia e que, em Freire, é central ao propor um ensino que proporcione uma “leitura crítica do mundo” para a transformação da realidade. Nesse sentido, para tornar possível uma “leitura crítica do mundo”, segundo esse autor, é fundamental problematizar as compreensões sobre a atividade científico-tecnológica, já que a dinâmica social está, cada vez mais, relacionada aos avanços no campo científico e tecnológico.

Dentre os resultados dessa pesquisa com os professores o autor destaca a rejeição à perspectiva salvacionista da CT; o endosso ao modelo de decisões tecnocráticas e um posicionamento próximo do determinismo tecnológico. No contexto em que a pesquisa foi realizada, para a discussão desses mitos, na perspectiva de superá-los, o autor propõe a abordagem de cinco temas: (1) Aparatos tecnológicos como o automóvel e a geladeira são neutros. O que define se são bons ou maus, para a sociedade, é o uso que se dá a eles; (2) Transgênicos: somente depois de termos certeza, depois de definitivamente comprovado que não causam danos ao organismo, seu plantio e comercialização poderão ser liberados; (3) O desemprego em Santa Maria, no Brasil e no Mundo; (4) Poluição do Arroio Cadena - Santa Maria/RS; (5) A internet no “mundo globalizado”.

Por fim, no que se refere às pesquisas pioneiras sobre CTS, destaca-se que, já nesse momento parece haver uma diversidade de pontos de vista, ainda que haja aproximações entre eles. Santos (1992), por exemplo, associava o Enfoque CTS à formação de cidadãos e, nesse sentido, defende que o mesmo centra-se na contextualização social do conhecimento científico. Auler (2002) articula CTS à perspectiva freireana e defende que implementações desenvolvidas com esses pressupostos podem contribuir para a formação de indivíduos capazes de transformar a realidade com a qual vivem.

Desde então, tem aumentado consideravelmente o interesse e as preocupações com abordagens CTS no Ensino de Ciências, que vêm se expressando em relatos de trabalhos, comunicações em eventos da área, artigos em revistas ou teses e dissertações. A esse aumento no número de trabalhos está associada uma maior diversidade de abordagens, o que nos leva a constatar a necessidade de haver uma sistematização dessas pesquisas. Defende-se a necessidade de identificar as possibilidades e potencialidades dos trabalhos sobre CTS, não só no sentido de acompanhar tendências e localizar prioridades de pesquisa, mas, sobretudo, como condição necessária para o encaminhamento de novas práticas. Como apontado por Cachapuz *et al.* (2008),

A análise da evolução das linhas de pesquisa em educação em ciência traduz o foco de interesse da comunidade científica e permite fazer um exercício de reflexão útil no sentido de, prospectivamente, identificar problemas e prioridades num sentido estrategicamente relevante para o desenvolvimento da área. (CACHAPUZ, *et al.*, 2008, p.28)

Com essa intenção foi realizada a investigação dessa Tese, que teve como ponto de partida um levantamento e análise dos trabalhos sobre CTS publicados nos anais dos seis primeiros Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), que será apresentado a seguir.

1.2 PESQUISAS SOBRE CTS NO CONTEXTO BRASILEIRO DO ENSINO DE CIÊNCIAS

Na intenção de mapear os interesses das pesquisas sobre CTS e obter uma melhor compreensão das características e evolução das diferentes abordagens CTS, realizamos um levantamento dos trabalhos publicados nos anais dos seis primeiros Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Esse conjunto corresponde ao intervalo de tempo que vai de 1997 a 2007, ou seja, dez anos de pesquisas. Justifica-se a escolha desse evento pela sua representatividade na área de Ensino de Ciências e seu caráter propositivo e dinâmico. A identificação dos trabalhos analisados restringiu-se àqueles em que os próprios autores mencionaram explicitamente a abordagem CTS e/ou CTSA.

Dentro desses critérios, foram selecionados 77 trabalhos, cuja distribuição ao longo dos eventos, como apresentada abaixo, expressa e confirma a significativa expansão dessa tendência, em termos absolutos, com uma produção que passa de 03 para 29 trabalhos. Ao mesmo tempo, é interessante observar que o percentual de trabalhos apresentados nos últimos três encontros analisados também teve um aumento, ainda que pouco expressivo.

Tabela 1 - Distribuição de trabalhos nos ENPEC's

Encontro	Local	Total	Sobre CTS
I - 1997	Águas de Lindóia/SP	139	3 (2%)
II - 1999	Valinhos/SP	117	8 (7%)
III - 2001	Atibaia/SP	161	4 (2,5%)
IV - 2003	Bauru/SP	434	9 (2%)
V - 2005	Bauru/SP	737	24 (3%)
VI - 2007	Florianópolis/SC	601	29 (5%)

Do ponto de vista metodológico, em uma pré-análise, ficou clara a dificuldade em identificar as abordagens CTS próprias de cada trabalho, uma vez que o grau de explicitação de seus pressupostos varia muito, em função da própria natureza da investigação proposta. Dessa forma, optamos, nesse primeiro

momento, por investigar a natureza dos trabalhos, o que corresponde às perspectivas investigativas ou interesse central do problema investigado.

Nossa intenção, portanto, nessa primeira análise é identificar e explicitar as perspectivas e focos de investigação, para, com isso levantar parâmetros que possam ser utilizados como indicadores para a construção de uma matriz de referência que permita situar as diferentes abordagens CTS.

A estratégia metodológica utilizada foi a análise de conteúdo (BARDIN, 2008) a partir da leitura integral dos trabalhos, uma vez que nem sempre os resumos permitiram uma compreensão adequada dos mesmos. Para identificar a natureza das investigações, procedeu-se ao inventário de elementos comuns nos trabalhos e sua classificação por analogia, em um procedimento de categorização que é comumente denominado por acervo. Em outras palavras, foram realizadas as operações de codificação, enumeração, classificação e agregação do material em função das semelhanças que apresentam.

Assim, por meio dessa metodologia, foi possível identificar quatro conjuntos de preocupações (perspectivas investigativas):

- (i) levantamentos e análises de concepções,
- (ii) análises de materiais didáticos,
- (iii) pesquisas e revisões teóricas,
- (iv) análises de propostas elaboradas e/ou implementadas.

Esses quatro conjuntos apresentam características que permitem identificá-los como pertencendo a categorias distintas. Cabe destacar que não há sobreposição dos trabalhos em uma mesma categoria. A relação de trabalhos classificados em cada uma dessas categorias será apresentada à medida que as mesmas forem discutidas. A tabela a seguir apresenta a ocorrência com que cada uma dessas preocupações comparece.

Tabela 2 - Ocorrência das preocupações

Preocupações	Ocorrência
Pesquisas e revisões teóricas	15 (19%)
Levantamentos de concepções	22 (29%)
Materiais didáticos	8 (10%)
Propostas de sala de aula	32 (42%)

As **pesquisas e revisões teóricas** envolvem trabalhos de diferentes naturezas. Na Tabela 3, são apresentados os trabalhos pertencentes a essa categoria juntamente com o respectivo foco de investigação.

Tabela 3 – Trabalhos sobre pesquisas e revisões teóricas

Autores (Ano)	Título	Foco
AULER, STRIEDER, CUNHA (1997)	O ENFOQUE CTS COMO PARÂMETRO E MOTIVADOR DE ALTERAÇÕES CURRICULARES	PRESSUPOSTOS
BATISTA, BORGES (1999)	EM BUSCA DE UM ENSINO DE CIÊNCIAS CONTEXTUALIZADO SOCIALMENTE	DOCS OFICIAIS
AULER, DELIZOICOV (2001)	ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA - TECNOLÓGICA PARA QUÊ?	PRESSUPOSTOS
ABREU (2001)	TECNOLOGIA E ENSINO DE CIÊNCIAS: RECONTEXTUALIZAÇÃO NO "NOVO ENSINO MÉDIO"	DOCS OFICIAIS
PINHEIRO, BAZZO (2003)	CIÊNCIA TECNOLOGIA E SOCIEDADE NO ENSINO MÉDIO: REFLETINDO SOBRE A CONTRIBUIÇÃO DO CONHECIMENTO MATEMÁTICO	RELEVÂNCIA PARA O EM
PINHEIRO, WESTPHAL, PINHEIRO (2005)	ABORDAGEM CTS E OS PCN- EM: UMA NOVA PROPOSTA METODOLÓGICA OU UMA NOVA VISÃO DE MUNDO?	DOCS OFICIAIS
CARVALHO, MION, SOUZA (2005)	ABORDAGEM CTS NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES (INVESTIGADOR ATIVO) DE FÍSICA EM REDE SÓCIO - TÉCNICA	APROX COM OUTROS REF.
BARROS (2005)	ENFOQUE CTS E A PROPOSTA CURRICULAR DE SANTA CATARINA	DOCS OFICIAIS
PINHEIRO, SILVEIRA, BAZZO (2005)	O ENFOQUE CTS NO ENSINO MÉDIO	RELEVÂNCIA PARA O EM
LORENZINI, BAZZO (2005)	O ASPECTO COLETIVO DA ENGENHARIA NA FORMAÇÃO E PRÁTICA PROFISSIONAL	ELEMENTOS PARA A FORM. DE ENG.
CARVALHO, MION, SOUZA (2005)	O DESENVOLVIMENTO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO CONTRIBUIÇÕES DE BRUNO LATOUR	APROX COM OUTROS REF.

GONÇALVES (2007)	ENSINO DE CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS: A TECNOLOGIA EM DISCURSOS DE INOVAÇÃO CURRICULAR	DOCS OFICIAIS
AULER, SANTOS, DALMOLIN (2007)	ABORDAGEM TEMÁTICA: TEMAS EM FREIRE E NO ENFOQUE CTS	APROX COM OUTROS REF
RAMOS, DA SILVA (2007)	CONTROVÉRSIAS CIENTÍFICAS EM SALA DE AULA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA CONTEXTUALIZADA NA ÁREA DE ENSINO DE CIÊNCIAS E NOS ESTUDOS SOCIOLÓGICOS DA CIÊNCIA & TECNOLOGIA	PRESSUPOSTOS
BRITO, GOMES (2007)	O ENSINO DE FÍSICA ATRAVÉS DE TEMAS NO ATUAL CENÁRIO DO ENSINO DE CIÊNCIAS	APROX COM OUTROS REF.

Alguns trabalhos realizam uma revisão bibliográfica sobre o Movimento CTS, discutindo seus pressupostos no campo educacional, a exemplo de Auler, Strieder e Cunha (1997). Outros buscam discutir a relevância do Movimento CTS para o Ensino Médio ou para a formação de profissionais (professores ou engenheiros), a exemplo de Pinheiro e Bazzo (2003), Pinheiro, Silveira e Bazzo (2005) e Lorenzini e Bazzo (2005). Em ambos os casos os autores defendem que discussões sobre CTS poderão promover um ensino-aprendizagem que propicie ao aluno (do Ensino Médio, Licenciatura ou Engenharia) habilidades para discutir assuntos relacionados à Ciência-Tecnologia, o que proporcionará ao mesmo uma autonomia profissional crítica.

Há também trabalhos que analisam aproximações e contrapontos entre o Enfoque CTS e os documentos oficiais, sejam eles federais ou estaduais, referentes ao Ensino Médio ou EJA, a exemplo de Pinheiro e Bazzo (2003), Pinheiro, Silveira e Bazzo (2005), Pinheiro, Westphal e Pinheiro (2005) e Gonçalves (2007). Dentre os resultados desses trabalhos destaca-se a aproximação encontrada pelos autores entre os pressupostos do Enfoque CTS e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), por exemplo, ao apresentarem uma preocupação com a abordagem de temas sociais, com o desenvolvimento de atitudes que favoreçam a tomada de decisão e com a compreensão das implicações dos conhecimentos científicos e tecnológicos (PINHEIRO, SILVEIRA & BAZZO, 2005). Além disso, a interdisciplinaridade e a contextualização dos conteúdos são apontadas como elementos comuns na LDB e no Enfoque CTS.

Buscar articulações, aproximações e contrapontos com outras perspectivas educacionais ou teorias, também é foco de algumas pesquisas, como é o caso de Auler, Santos e Dalmolin (2007) que analisam como se dá a abordagem de temas na perspectiva freireana e no Enfoque CTS, e de Carvalho, Mion e Souza (2005) que buscam articular as perspectivas do Enfoque CTS aos pressupostos do sociólogo e antropólogo Bruno Latour e do educador Paulo Freire, com o objetivo de contribuir para a formação inicial de professores. Na primeira pesquisa (AULER, SANTOS & DALMOLIN, 2007), ao buscar aproximações e contrapontos entre a natureza e abordagem dos temas em cada uma das perspectivas – analisando a abrangência dos temas; o surgimento dos temas; as disciplinas envolvidas na construção/desenvolvimento do trabalho e a relação tema/conteúdo - os autores acabam apresentando uma interessante revisão bibliográfica sobre as implementações do enfoque CTS. Na segunda pesquisa (CARVALHO, MION & SOUZA, 2005), a articulação com as ideias de Latour se dá no sentido de discutir a natureza da ciência e suas relações com a tecnologia e a sociedade (dito de outra forma, as relações CTS) e com Paulo Freire no sentido de orientar as práticas educacionais. Assim, de certa forma, os autores assumem a necessidade de buscar outros referenciais para aprofundar as discussões sobre o Enfoque CTS na formação de professores, e destacam, no caso da Educação, Paulo Freire.

Como **levantamento e análise de concepções**, foram classificados os seguintes trabalhos que, como indica a terceira coluna da Tabela 4, possuem focos diferentes:

Tabela 4 - Trabalhos sobre levantamento de compreensões

Autores (Ano)	Título	Foco
LEAL, GOUVÊA (1997)	MITO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS: O TEMPO NA ESCOLA E NO MUSEU	COMP. DE PROF
AULER, DELIZOICOV (1999)	VISÕES DE PROFESSORES SOBRE AS INTERAÇÕES ENTRE CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE (CTS)	COMP. DE PROF

SANTOS, MORTIMER (1999)	A DIMENSÃO SOCIAL DO ENSINO DE QUÍMICA – UM ESTUDO EXPLORATÓRIO DA VISÃO DE PROFESSORES	COMP. DE PROF
PERUZZI, TOMAZELLO (1999)	O QUE PENSAM OS ESTUDANTES SOBRE CTS: A INFLUENCIA DO PROCESSO ESCOLAR	COMP. DE ALUNOS
SILVA (2003)	PERCEPÇÕES DOS ALUNOS DE ENSINO MÉDIO SOBRE QUESTÕES BIOÉTICAS	COMP. DE ALUNOS
PIZZATO, MARCONDES (2003)	TEMAS AMBIENTAIS EM AULAS DE QUÍMICA	COMP. DE PROF
AULER, DELIZOICOV (2003)	CTS: RELAÇÕES ESTABELECIDAS POR PROFESSORES DE CIÊNCIAS	COMP. DE PROF
GURGEL, MARIANO (2005)	A CONCEPÇÃO DE NEUTRALIDADE E OBJETIVIDADE DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS: ARGUMENTOS PARA A INSERÇÃO DA HISTÓRIA E SOCIOLOGIA DA CIÊNCIA NA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO	COMP. DE FUTUROS PROF.
CABRAL, BAZZO (2005)	A COMPREENSÃO DE CT E VALORES DE PROFESSORAS DA ÁREA TECNOLÓGICA: BARREIRAS E CAMINHOS PARA UMA CONSCIÊNCIA CRÍTICA	COMP. DE PROF
AULER, STRIEDER, DELIZOICOV (2005)	COMPREENSÕES DE ALUNOS DA EDUCAÇÃO BÁSICA SOBRE INTERAÇÕES ENTRE CTS	COMP. DE ALUNOS
MIRANDA, <i>et. al</i> (2005)	PERCEPÇÕES DE SOCIEDADE DIANTE DO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO BRASILEIRO: CRIAÇÃO DE UM MODELO DE PERCEPÇÃO PÚBLICA	COMP. DA SOCIEDADE
VERASZTO, <i>et. al</i> (2005)	TECNOLOGIA E SOCIEDADE: PROJETO PARA MAPEAR MODELOS DE PERCEPÇÃO PÚBLICA	COMP. DA SOCIEDADE
MACIEL, DUARTE (2007)	A PERSPECTIVA DE ENSINO CTS-A NA FORMAÇÃO E NAS PRÁTICAS DE PROFESSORES PORTUGUESES DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS- CONTRIBUTOS PARA O SEU DIAGNÓSTICO	COMP. DE PROF
SILVEIRA, BAZZO (2007)	CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SUAS RELAÇÕES SOCIAIS: A PERCEPÇÃO DE GERADORES DE TECNOLOGIA E SUAS IMPLICAÇÕES NA EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA	COMP. DE PROF
VERASZTO, <i>et. al</i> (2007)	CONCEPÇÕES DE TECNOLOGIA DE PROFESSORES DO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA CONSTATAÇÃO DA APLICAÇÃO DO PROJETO TECKIDS	COMP. DE PROF
VERASZTO, <i>et. al</i> (2007)	TECNOLOGIA E SOCIEDADE: UMA BUSCA POR RELAÇÕES DA INFLUÊNCIA SOCIAL NAS CONCEPÇÕES E ATITUDES FRENTE AO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO	COMP. DA SOCIEDADE
LINDEMANN, <i>et. al</i> (2007)	BIOCOMBUSTÍVEIS E O ENSINO DE CIÊNCIAS: COMPREENSÕES DE PROFESSORES QUE FAZEM PESQUISA NA ESCOLA	COMP. DE PROF
MUENCHEN, AULER (2007)	ARTICULAÇÃO ENTRE PRESSUPOSTOS DO EDUCADOR PAULO FREIRE E DO MOVIMENTO CTS: ENFRENTANDO DESAFIOS NO CONTEXTO DA EJA	COMP. DE PROF
MARCONDES, <i>et.</i>	MATERIAIS INSTRUCCIONAIS NUMA PERSPECTIVA	COMP. DE

al, (2007)	CTSA: UMA ANÁLISE DE UNIDADES DIDÁTICAS PRODUZIDAS POR PROFESSORES DE QUÍMICA	PROF
FORGIARINI, AULER (2007)	ABORDAGEM DE TEMAS POLÊMICOS NO CURRÍCULO DA EJA: O CASO DO "FLORESTAMENTO" NO RS	COMP. DE PROF
MIRANDA, FREITAS (2007)	CONCEPÇÕES DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS SOBRE INTERAÇÕES CTS: O QUE NOS REVELOU O QUESTIONÁRIO E A ENTREVISTA	COMP. DE PROF
BONOTTO (2007)	ENSINO DE CIÊNCIAS, EDUCAÇÃO AMBIENTAL E EDUCAÇÃO EM VALORES NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS: VISLUMBRANDO O PROCESSO DE APRENDIZAGEM DOCENTE NAS PROPOSTAS DE ENSINO DO FUTURO PROFESSOR	COMP. DE FUTUROS PROF

A preocupação desses trabalhos está em conhecer as compreensões de grupos de pessoas sobre a natureza da ciência e da tecnologia, bem como sobre as relações desses com a sociedade, ou conhecer a opinião de professores sobre a implementação de propostas CTS na escola básica. Para tanto, utilizam como instrumento de coleta de dados entrevistas e/ou questionários.

No que se refere às pesquisas preocupadas em levantar compreensões sobre CTS, o público pesquisado refere-se tanto a professores em exercício quanto em formação, alunos da educação básica, profissionais de áreas técnicas e, também, a sociedade em geral. Muitos desses trabalhos inserem-se na perspectiva de um levantamento preliminar (FREIRE, 1987); buscam conhecer as compreensões na intenção de problematizá-las em implementações futuras (AULER & DELIZICOV, 1999).

Cabe destacar que não há uma compreensão única com relação à qual seria a concepção mais adequada no âmbito do Movimento CTS; sendo que em alguns desses trabalhos não há sequer uma discussão sobre o que representa essa compreensão. Em geral, os pesquisadores associam essa visão a uma compreensão adequada da natureza da ciência e/ou da tecnologia; o que inclui, por exemplo, a definição de Ciência e Tecnologia; a influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia e a influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade (MIRANDA & FREITAS, 2003); de certa forma, seguem a divisão que havia no início do Movimento CTS: europeia (acadêmica) e americana (social).

No que diz respeito à compreensão dos professores sobre interações CTS, alguns trabalhos centram sua atenção nos professores de ciências, a exemplo de

Auler e Delizoicov (1999 e 2003), outros em professores da área tecnológica, como por exemplo, Cabral e Bazzo (2005). Em geral, esses trabalhos apontam que os professores em exercício possuem uma visão “distorcida” ou ingênua sobre as relações CTS, sendo necessário, portanto, investir na formação, tanto inicial quanto continuada dos mesmos.

Em relação às compreensões dos alunos, encontramos trabalhos que procuram verificar em que sentido o processo escolar influencia nas concepções dos alunos (PERUZZI & TOMAZELLO, 1999) e outros que buscam levantar tendências de pensamento com o intuito de problematizá-las e superá-las no processo educacional (AULER, STRIEDER & DELIZOICOV, 2005). Esses trabalhos indicam que, de modo geral, as concepções dos alunos permanecem sem grandes alterações ao longo da trajetória escolar e que as mesmas se assemelham às compreensões dos professores.

Profissionais das áreas técnicas (pessoas envolvidas com o processo de geração de inovações tecnológicas dentro das incubadoras de empresas de base tecnológica) também foram entrevistados. Os resultados mostraram que a grande maioria possui uma visão incipiente sobre CTS. Os autores dessa pesquisa evidenciam a necessidade de haver uma mudança na educação tecnológica atual, a fim de transformar a concepção do profissional da área tecnológica e sua responsabilidade social nesse processo (SILVEIRA & BAZZO, 2007).

O levantamento das concepções da sociedade em geral, compareceu em alguns trabalhos analisados sob a forma de projeto, de intenção de pesquisa. Um grupo de pesquisadores (VERASTZO, *et. al*, 2005; VERASTZO, *et. al* 2007) está preocupado em levantar a percepção pública sobre tecnologia e desenvolvimento científico-tecnológico. Como no universo pesquisado não são apresentados resultados de pesquisa, somente projetos, destaca-se os resultados encontrados por Vogt e Polino (2003) que realizam um trabalho semelhante (no âmbito do Projeto Ibero-Americano de Indicadores de Ciência e Tecnologia, cujos resultados foram publicados sob a forma de livro), analisando a percepção pública, a cultura científica e a participação em assuntos relacionados à CT de cidadãos brasileiros, argentinos, uruguaios e espanhóis. Investigaram o imaginário social sobre CT, a compreensão de conteúdos de conhecimento científico, os processos de

comunicação social da ciência e a participação dos cidadãos em questões de CT. Dentre os resultados destaca-se a compreensão ingênua de grande parte da população, a ausência de participação e a necessidade de investimentos nessa área, principalmente em projetos de divulgação científica.

Conhecer o ponto de vista dos professores da educação básica sobre a possibilidade de implementação de propostas CTS parece ser algo importante para os pesquisadores da área. Alguns desses trabalhos investigam as concepções sobre contextualização de professores de Química do Ensino Médio (SANTOS & MORTIMER, 1999 e MARCONDES *et al.*, 2007), outros buscam conhecer a visão de professores do Ensino Médio ou da Educação de Jovens e Adultos (EJA) sobre as possibilidades e desafios de se trabalhar com temas socioambientais nesses níveis de Ensino (MUENCHEN & AULER, 2007; FORGIARINI & AULER, 2007 e LIDERMANN, MUENCHEN, GONÇALVES & GEHLEN, 2007). Alguns desses trabalhos discutem a possibilidade de um tema em específico, como por exemplo, biocombustíveis e reflorestamento. Como resultado comum a todas essas pesquisas, destaca-se a necessidade de redimensionamentos nos cursos de formação de professores, principalmente no que se refere à formação excessivamente fragmentada, unicamente disciplinar e desvinculada dos problemas do entorno (FORGIARINI & AULER, 2007, p.1).

Preocupados com os **materiais didáticos** estão os trabalhos apresentados na Tabela 5, que, assim como os anteriores, possuem focos diferentes, como mostra a terceira coluna da tabela:

Tabela 5 - Trabalhos sobre materiais didáticos

Autores (Ano)	Título	Foco
CARNEIRO (1999)	A UTILIZAÇÃO DO VÍDEO NO ENSINO DE CIÊNCIAS	TICS
SANTOS (1999)	ENCRUZILHADAS DE MUDANÇA NO LIMAR DO SÉC XXI CO-CONSTRUÇÃO DO SABER CIENTÍFICO E DA CIDADANIA VIA ENSINO CTS DE CIÊNCIAS	LIVROS DID.
REIS, CICILLINI (2001)	AS RELAÇÕES CTS E A SUA ABORDAGEM EM LIVROS PARADIDÁTICOS	LIVROS PARAD.
MASSABINI, ARRUDA (2003)	AS RELAÇÕES CTS E A SAÚDE NOS LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA	LIVROS DID.

TEIXEIRA, <i>et. al</i> (2005)	OS RECURSOS HIPERMÍDIA E OS PROBLEMAS ABERTOS: A TRAJETÓRIA DIDÁTICA PERCORRIDA NO DESENVOLVIMENTO DO HIPERMÍDIA CALOR E TEMPERATURA PARA O ENSINO MÉDIO.	TICS
ZUIN, FREITAS (2007)	A UTILIZAÇÃO DE TEMAS CONTROVERSOS NA FORMAÇÃO DE LICENCIANDOS NUMA ABORDAGEM CTSA	TICS
STRIEDER, KAWAMURA (2007)	CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM TEXTOS COMPLEMENTARES DE LIVROS DIDÁTICOS	LIVROS DID.
PRESTES, MARQUES DA SILVA (2007)	ARTIGOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA PARA O ESTUDO DE PROBLEMAS ENERGÉTICOS COM ENFOQUE CTS	ARTIGO S DC

Dentre os materiais didáticos analisados nos trabalhos sobre CTS encontram-se livros didáticos e paradidáticos além de materiais de divulgação científica, como, por exemplo, programas de televisão e textos publicados em revistas. Também são apresentados softwares e sites construídos de acordo com o Enfoque CTS; esses trabalhos, em particular, indicam dificuldades encontradas na elaboração desses materiais e potencialidade dos mesmos para o desenvolvimento de propostas CTS no ensino básico.

Em relação aos assuntos ou temas analisados nos livros, encontram-se concepções de meio ambiente em paradidáticos de Ciências; a forma como a saúde é abordada em livros de Biologia; a natureza e a representação da tecnologia em suas relações com o conhecimento científico, em livros de Física, e como as relações CTS comparecem em livros de Ciências portugueses. Ainda que analisando diferentes aspectos, os resultados desses trabalhos mostram que os livros estão aquém da proposta CTS, não se configurando, portanto, como potenciais para desenvolvimento do Enfoque CTS.

Quanto aos assuntos presentes nos demais trabalhos, vinculados a materiais de divulgação científica, podemos citar: efeito estufa, poluição ambiental, questão energética, calor e trabalho e transposição das águas do Rio São Francisco. Os trabalhos que analisam esses materiais de divulgação científica indicam a potencialidade dos mesmos para discussões relacionadas à CTS em sala de aula. Contudo, deixam claro que é necessária uma análise desses materiais, buscando os pertinentes à realidade escolar.

Em síntese, essas pesquisas apontam que, quando se busca abordar discussões que envolvem a tríade CTS, torna-se necessário ir além dos livros didáticos, utilizando também outros materiais, como por exemplo, de divulgação científica.

Por fim, com maior representatividade, há os trabalhos que discutem **propostas elaboradas e/ou implementadas em sala de aula**. A Tabela 6 apresenta a relações desses trabalhos que serão analisados com mais detalhes, de acordo com a abordagem dos temas, o que inclui uma análise de aspectos da ciência, tecnologia e articulação social presentes, e estratégias utilizadas; em virtude disso, não é apresentado, na tabela, o foco do trabalho.

Tabela 6 - Trabalhos sobre práticas de sala de aula

Autores (Ano)	Título
TRIVELATO (1997)	ESTUDO SOBRE OS EFEITOS DE ATIVIDADES DE ATUALIZAÇÃO EM CTS
LEAL, GOUVÊA (1999)	ENSINO DE CIÊNCIAS E CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE: COMPARANDO PERSPECTIVAS NO ENSINO FORMAL E NÃO FORMAL
MION, ANGOTTI, DE BASTOS (1999)	PROPOSTA EDUCACIONAL EM FÍSICA: DISCUTINDO CTS
ROSA, TERRAZAN (2001)	ENSINANDO CIÊNCIAS NATURAIS NUMA PERSPECTIVA DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA
BRITO, SOUZA, FREITAS (2003)	A BUSCA DE UM DIÁLOGO SOBRE A NATUREZA DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO E A RELAÇÃO CTSA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES (AS) DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA
DA SILVA, DE SOUZA, MARCONDES (2003)	ÁGUA DO MAR COMO FONTE DE MATÉRIA PRIMAS E CONHECIMENTOS EM QUÍMICA
TEIXEIRA, CICILLINI (2003)	EDUCAÇÃO E SAÚDE, EDUCAÇÃO AMBIENTAL E CTS: CONTRIBUINDO PARA A FORMAÇÃO DO CIDADÃO
DIAS, BALESTIER, MATTOS (2003)	ELEMENTOS PARA UMA EDUCAÇÃO DO USO RACIONAL DE ENERGIA
SILVA, NUÑEZ, MARTINS (2005)	(RE) LEITURA DE MATERIAL DIDÁTICO NO ENFOQUE CTS POR PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO
TAVARES, SOARES (2005)	CINEMÁTICA SEGUNDO A PERSPECTIVA DO MOVIMENTO CTS
MUENCHEN, <i>et. al</i> (2005)	ENFOQUE CTS: CONFIGURAÇÕES CURRICULARES SENSÍVEIS A TEMAS CONTEMPORÂNEOS
CARLETO, PINHEIRO (2005)	ENFOQUE CTS: REPERCUSSÕES DE UMA PRÁTICA PEDAGÓGICA TRANSFORMADORA
ALVES, CARVALHO (2005)	IMPLICAÇÕES CTSA NA VISÃO DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO A PARTIR DO ACESSO A MÚLTIPLAS PERSPECTIVAS DE UM CASO

	DE DANO AMBIENTAL
SOUZA, <i>et. al</i> (2005)	POLUIÇÃO SONORA NA FÍSICA DO ENSINO MÉDIO: CONSTRUINDO UMA PROPOSTA
SILVA, MOREIRA (2005)	UMA ABORDAGEM DE TEXTOS CIENTÍFICOS NO ENSINO MÉDIO NA PERSPECTIVA CTS
ALENCAR, SOUZA (2005)	ENSINO DE FÍSICA ATRAVÉS DE TEMAS E CTS: ALGUMAS REFLEXÕES NUM CURSO DE LICENCIATURA
MARTÍNEZ, ROJAS (2005)	ESTRATEGIA PEDAGÓGICA Y DIDÁCTICA DESDE EL ENFOQUE CIENCIA, TECNOLOGÍA SOCIEDAD Y AMBIENTE, A PARTIR DE LAS FUMIGACIONES CON GLIFOSATO
BERNARDO, <i>et. al</i> (2005)	A CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE POTÊNCIA COMO UM CONCEITO UNIVERSAL NA FÍSICA
OLIVEIRA, VIANNA, GERBASSI (2005)	RAIOS X NO ENSINO MÉDIO: O QUE DIZEM OS PROFESSORES DA ÁREA
OLIVEIRA, RODRIGUES, SANTIN FILHO (2005)	SIMULAÇÃO EDUCATIVA: PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DO ENFOQUE CTS (CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE)
PENHA, VIANNA (2007)	A FÍSICA E A SOCIEDADE NA TV
DE SOUSA, ALENCAR (2007)	AVALIANDO UMA PROPOSTA DE ENSINO ATRAVÉS DE TEMAS SOCIAIS E PRÁTICA CTS: O MOTOR À COMBUSTÃO
SASSERON, CARVALHO (2007)	ENSINO POR CTSA: ALMEJANDO A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO FUNDAMENTAL
FÁVARO, ROCHA FILHO, BASSO (2007)	CONTRIBUIÇÕES DE UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR NA FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS
FIRME, AMARAL (2007)	ANALISANDO A IMPLEMENTAÇÃO DE UMA ABORDAGEM CTS EM SALA DE AULA DE QUÍMICA
MEZALIRA, PANSERA DE ARAÚJO (2007)	A GENÉTICA COMO FOCO DE ANÁLISE QUANTO ÀS POSSÍVEIS RELAÇÕES CTS: REFLEXOS SOBRE A FORMAÇÃO DE PROFESSORES NO ENSINO SUPERIOR
BARBOSA, CASTRO (2007)	O ENSINO DE CONCEITOS DE TERMODINÂMICA A PARTIR DO TEMA AQUECIMENTO GLOBAL
BERNARDO, VIANNA, FONTOURA (2007)	A ENERGIA ELÉTRICA NA SALA DE AULA DO ENSINO MÉDIO: ESTRATÉGIAS DE ABORDAGEM EM CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE (CTS)
REGO, <i>et. al</i> (2007)	PENSAR O ENSINO DE CIÊNCIAS A PARTIR DO COTIDIANO: UMA ABORDAGEM CTS
ALVES, MION, CARVALHO (2007)	IMPLICAÇÕES DA RELAÇÃO CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE: SUBSÍDIOS PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA
CASTRO, LIMA, MAUÉS, SANTOS (2007)	CTSA: UMA ABORDAGEM PARA ENFRENTAR A COMPLEXIDADE DO MUNDO CONTEMPORÂNEO
GOULART, SANTOS (2007)	ELETRÔNICA E CIDADANIA EM UMA ABORDAGEM C.T.S. PARA O ENSINO MÉDIO: ANÁLISE DOS RESULTADOS DO INSTRUMENTO DE PESQUISA

Nessas propostas e implementações é possível constatar que as discussões giram em torno de temáticas centrais, sejam elas de natureza social

ou tecnológica. As questões que são abordadas com um caráter mais social relacionam-se ao meio ambiente, à saúde ou a alterações provocadas na sociedade em virtude de determinadas tecnologias. Como exemplo de assuntos abordados dessa forma destaca-se: aquecimento global (BARBOSA & CASTRO, 2007), poluição sonora (SOUZA, *et. al*, 2005), descarte de pilhas (FIRME & AMARAL, 2007), surgimento do plástico (CARLETTO, PINHEIRO, 2005) e motores de combustão (DE SOUSA & ALENCAR, 2007). Nos trabalhos que possuem como foco aparatos tecnológicos, a questão central está voltada para o funcionamento de equipamentos como liquidificador, bicicleta, ventilador (MION, ANGOTTI & DE BASTOS, 1999) e televisão (PENHA & VIANNA, 2007).

Também vêm sendo defendido, por alguns pesquisadores, o uso dos denominadas *temas controversos*. Esses temas abarcam problemas relacionados ao desenvolvimento científico-tecnológico, que envolvem diferentes pontos de vista. Geralmente enfocam situações simuladas, que possuem alguma analogia com problemas reais, como, por exemplo, na abordagem do tema *Pulverização Aérea com Herbicidas* (MARTÍNEZ & ROJAS, 2005).

No que diz respeito à seleção dos temas, não há um consenso. Nas propostas e implementações analisadas neste trabalho, em geral, as discussões partem de questões mais gerais e buscam estabelecer vínculos com a realidade próxima dos alunos, normalmente, a partir de questões sociais ou aparatos tecnológicos presentes no cotidiano dos mesmos. Esse resultado também foi encontrado no levantamento realizado por Auler *et al.* (2007), segundo esses autores os temas, em CTS, possuem um caráter mais universal, não sendo vinculados a comunidades específicas. Santos e Mortimer (2002), ao realizarem uma revisão bibliográfica sobre o Enfoque CTS (Movimento CTS no contexto educacional), destacam que alguns autores defendem a inclusão de temas locais, enquanto que outros de temas globais, contudo, todos concordam que o tema deve fazer parte da vida dos estudantes.

Outro aspecto em comum nesses trabalhos, é que o tema partiu dos pesquisadores, que não, necessariamente, são professores; eles é que foram buscar parceiros para elaborar e/ou desenvolver as propostas. Essa questão, de definição e apresentação dos temas sem a participação direta dos educandos, a

quem se destina o processo educativo, também é apontada por Carletto, von Linsingen e Delizoicov (2006) como características dos trabalhos sobre CTS.

Quanto ao nível de ensino, abarcam o Fundamental, Médio, EJA, Graduação, Formação Continuada e Pós Graduação. Em relação às áreas do conhecimento, há trabalhos de Física, Química, Biologia e Matemática. O universo das disciplinas envolvidas fica restrito, em geral, a uma área do conhecimento, abrangendo somente em alguns trabalhos discussões de natureza ética, econômica, política, filosófica ou histórica.

A ênfase dada ao aprofundamento do conhecimento científico escolar difere de uma proposta para a outra. Em algumas, o conhecimento científico assume uma posição central (ainda que o tema tenha uma natureza mais social ou tecnológica), por exemplo, na estruturação dos temas poluição sonora (SOUZA, *et. al*, 2005), a Física e a TV (PENHA & VIANNA, 2007), trânsito e onda verde (TAVARES & SOARES, 2005). Enquanto que em outras ele está praticamente ausente, como, por exemplo, nos temas: Contaminação da água por meio de indústrias de refrigerante (SILVA, NUÑEZ & MARTINS, 2005) e Surgimento do plástico (CARLETTO & PINHEIRO, 2005). Nesses casos o conteúdo central está vinculado a assuntos de natureza histórica, econômica, política e ética. Esse aspecto diz respeito à proporção entre os “conteúdos de CTS” e o “conteúdo puro de ciências”, que foi um dos aspectos centrais da classificação realizada por Aikenhead (1994). Nessa categorização, em um extremo estão as propostas que utilizam CTS apenas como motivação para aprender ciências, mantendo o foco no “conteúdo puro de ciências”, enquanto que no outro extremo há propostas que possuem como foco principal a compreensão das relações CTS, sendo que o conteúdo de ciências praticamente não é abordado.

Em nossa amostra, também é possível constatar que, em alguns dos trabalhos, o tema comparece apenas como um pano de fundo, sendo que o objetivo central é a própria relação CTS. Por exemplo, no trabalho de Brito, Souza e Freitas (2003), prevalece o objetivo de contribuir para o desenvolvimento de uma outra imagem a respeito da ciência; com essa preocupação foi visitada a Fábrica da *Faber Castell* e assistido o filme “Ponto de Mutação”. Da mesma

forma, na intervenção realizada por Carletto e Pinheiro (2005), as atividades desenvolvidas (com base no tema Surgimento do Plástico) tinham como objetivo mudar a visão dos alunos sobre a relação CTS. Em outros casos, o objetivo é compreender um determinado conceito científico, como, por exemplo, no trabalho de Bernardo *et al.* (2005), que busca discutir o conceito de potência por meio de equipamentos tecnológicos pertencentes ao cotidiano os alunos; o trabalho de Rego *et al.* (2007), que discute uma abordagem para o conceito de simetria a partir de desenhos presentes em carrocerias de caminhões; e o trabalho de Tavares e Soares (2005) que aborda conceitos de cinemática a partir da problemática “Trânsito e onda Verde”.

Quanto às estratégias utilizadas, é possível perceber que o Enfoque CTS não apresenta métodos/técnicas de ensino que sejam considerados exclusivos, o que reflete a diversidade de propostas e pressupostos. Entre as estratégias mais utilizadas nos trabalhos analisados destacam-se: trabalhos em grupos, pesquisas de campo, congressos de consenso e debates, palestras, discussões. As mesmas estão de acordo com as estratégias citadas por diferentes pesquisadores da área como sendo as mais utilizadas nos trabalhos CTS. De acordo com Cruz e Zylbersztajn (2001), o Enfoque CTS é bastante multifacetado no que diz respeito a estratégias de ensino, porém, há uma concordância sobre a importância de que estas favoreçam abordagens interdisciplinares e interativas.

Dentre as sugestões de etapas a serem seguidas, Santos e Mortimer (2002) entendem que o desenvolvimento de temas, numa abordagem CTS, deve dar-se da seguinte maneira: (1) introdução de um tema social, (2) estudo do conhecimento científico e tecnológico necessário para entender o tema, (3) retomada da discussão (tema) inicial. Essas etapas são também defendidas por Auler (2002). De acordo com esse, os conceitos científicos passam a ser meios para a compreensão dos temas. Ou seja, parte-se de um problema, estudam-se os conhecimentos científicos e tecnológicos para compreendê-lo e em seguida retorna-se ao problema inicial. Em geral, os trabalhos analisados, tanto os que partem de questões sociais quanto os que partem de aparatos tecnológicos, seguem essa ordem apresentada. Ou seja, inicialmente apresentam o assunto

principal, depois discutem os conhecimentos científicos relacionados e, por fim, voltam ao assunto inicial.

Os resultados apresentados nesses trabalhos são os mais variados possíveis. Em síntese, no que diz respeito às potencialidades, as análises realizadas indicam que propostas e intervenções referenciadas pelo Enfoque CTS contribuem para mudanças na percepção da relação CTS; renovações de atitudes; superação do ensino propedêutico; assimilação e aplicação de conteúdos científicos escolares no dia-a-dia. Em relação aos problemas e limitações, aspecto menos presente nos resultados apresentados, as pesquisas destacam a dificuldade em articular de forma adequada os três elementos (ciência, tecnologia e sociedade); a dificuldade de encontrar material didático e informações relacionadas ao tema em foco e que suportem as discussões na sala de aula, além de questões vinculadas à formação do professor, à natureza dos assuntos discutidos (em geral, por serem questões abertas e que permitem diferentes pontos de vista) e a estrutura curricular da educação básica e dos cursos de formação inicial.

1.3 APROFUNDAMENTOS NECESSÁRIOS

Mapear os interesses das pesquisas sobre CTS trouxe argumentos que reiteram a ideia de que o Movimento CTS encontra-se polissêmico no contexto brasileiro da Educação Científica, abarcando uma série de sentidos. Essa diversidade reflete a própria complexidade das questões envolvidas e, de certa forma, confere ao lema uma abrangência muito maior. Entende-se que a diversidade de preocupações, que possuem naturezas diferentes e nem sempre comparáveis, está relacionada às diferentes dimensões das abordagens CTS.

Nesse sentido, destaca-se que o mapeamento nos mostrou que é considerável a preocupação com as práticas de sala de aula (42% dos trabalhos) e com o levantamento de compreensões de professores e estudantes sobre CTS (29% dos trabalhos). Ao mesmo tempo, existe um esforço teórico crítico

significativo, indispensável para o avanço dessas questões que se expressa pelo fato de que 19% dos trabalhos são de natureza teórica.

Em virtude disso, entende-se ser necessária uma maior sistematização da abordagem CTS no Ensino de Ciências. Constatamos que não há um consenso no que diz respeito a instrumentos concretos para inserir discussões sobre CTS nos espaços escolares, ou seja, sobre como “alcançar” os objetivos propostos, quais elementos e estratégias precisam ser utilizados e/ou priorizados. Como propõem Cruz (2001): “Como construir e organizar conhecimentos que sirvam de base para análises e julgamentos dos cidadãos?”. Nesse sentido, a partir da análise realizada, apontamos que é ressaltada a natureza interdisciplinar e uma abordagem contextualizada dos conceitos científicos, embora em muitos trabalhos isso não esteja presente de forma efetiva.

A interdisciplinaridade é apontada, principalmente nas pesquisas e revisões teóricas, no sentido em que as discussões sobre CTS envolvem um conjunto de disciplinas, não ficando atreladas apenas às diretamente relacionadas às ciências exatas. Em outras palavras, o caráter interdisciplinar é enfatizado porque discussões sobre CTS devem abarcar também disciplinas como a filosofia, a história das ciências e da tecnologia, a sociologia, dentre outras.

Já a abordagem contextualizada dos conteúdos diz respeito à necessidade de relacionar a ciência, o conhecimento científico, com a tecnologia e situar ambas no contexto social, político e econômico em que se encontram ou foram desenvolvidas. Em outras palavras, de acordo com os trabalhos teóricos analisados, abordar as relações CTS implica no estudo do conhecimento científico articulado com a discussão de aspectos ambientais, econômicos, políticos, sociais, históricas, tecnológicos e éticos.

Contudo, nas práticas desenvolvidas, percebe-se que as questões abordadas são de fato muito pouco interdisciplinares e contextualizadas, mostrando, de forma geral, um descompasso ainda muito expressivo entre o ideal e o real, sinalizando fortemente a necessidade de ampliar as práticas e intervenções.

Associado a esse descompasso merece destaque a ausência de um olhar mais claro e crítico para as próprias relações CTS. Em muitos trabalhos essa

discussão não merece a atenção que deveria, sendo sequer levantada, em outros ela é realizada a partir de uma compreensão que remete, por exemplo, à discussão de que a ciência não é neutra nem objetiva e que a tecnologia não é mera aplicação da ciência. Ainda que essas discussões sejam importantes no contexto da Educação Científica, entendemos que as mesmas não são suficientes para uma compreensão mais crítica sobre CTS.

Já os trabalhos que apresentam uma preocupação com as relações CTS, enfocam ou a compreensão da dinâmica da atividade científica ou as implicações sociais do desenvolvimento científico-tecnológico. O que aponta que a divisão europeia (acadêmica) e americana (social) ainda não foi superada no campo educacional brasileiro. Relacionado a isso, é possível afirmar que os objetivos propostos por García *et. al* (1996) como sendo característicos do movimento CTS⁶ nem sempre estão presentes de maneira articulada nos trabalhos, principalmente quando os mesmos se referem a práticas efetivas de sala de aula.

Discussões sobre CTS no contexto da América Latina estão praticamente ausentes nesses trabalhos. Percebe-se que a maior parte dos trabalhos tem sido influenciada pelos pressupostos Europeus e/ou Norte Americano; o que, muitas vezes, torna a discussão distante da realidade brasileira.

Nessa mesma linha, é possível perceber (ainda que de forma intuitiva e não sistematizada) que há diferentes objetivos e perspectivas educacionais norteando os pesquisadores. Alguns parecem não buscar um ensino de ciências que contribua para promover a participação da sociedade em questões relacionadas ao desenvolvimento científico – tecnológico; mas, uma outra forma de abordar os conceitos científicos estabelecidos nos currículos escolares. Para esses, o Enfoque CTS parece se configurar como uma metodologia de ensino, o que concorda com os resultados encontrados no âmbito internacional (AIKENHEAD, 1992 *apud* SANTOS, 2001; AULER, 1999).

⁶ García *et. al* (1996) afirma que os estudos em CTS abrangem uma diversidade de programas que enfatizam a dimensão social da ciência e da tecnologia; defendem o rechaço da imagem de ciência como atividade pura e neutra, a crítica à concepção de tecnologia como ciência aplicada e neutra e a promoção da participação pública na tomada de decisão.

Além disso, e também concordando com os resultados encontrados no âmbito internacional, aqui no Brasil se faz presente a categorização elaborada por Santos (2001). Em alguns trabalhos prevalece uma ênfase na ciência (Cts), em outros na tecnologia (cTs) e, em uma minoria, na sociedade (ctS), sendo que a articulação entre esses três elementos raramente comparece de forma efetiva.

Por outro lado, ao analisar as intenções teóricas desses trabalhos, percebe-se que os mesmos compartilham de um núcleo comum, relacionado, por exemplo, à formação de cidadãos críticos, à inserção do aluno na sociedade, à busca de sentido para a ciência escolar e à contextualização do conhecimento científico – o que, de certa forma é entendido como característica do Enfoque CTS, porém permite diferentes interpretações.

Nesse sentido, ainda que todos defendam um discurso teórico que se aproxima, eles o fazem sob pontos de vista diferentes, sendo que em alguns trabalhos a incoerência entre a teoria e a prática sequer permite determinar qual a intenção educacional por trás da proposta. Na introdução e na revisão teórica do trabalho, por exemplo, são levantadas discussões mais críticas sobre as implicações sociais do desenvolvimento científico-tecnológico, contudo, na prática efetiva, percebe-se que essa questão é esquecida e a mesma volta-se à manipulação de artefatos e/ou à compreensão de conceitos científicos, entendidos como fim do processo de ensino-aprendizagem. Além disso, em muitos trabalhos os objetivos do Movimento CTS no campo educacional (Enfoque CTS) acabam se confundido com os objetivos atuais do próprio Ensino Médio (presente nas políticas públicas – LDB, PCN, PCN+), dificultando a definição de uma identidade própria ao CTS.

A nosso ver essa diversidade acontece porque CTS pode ser entendido como um movimento ou uma proposta ampla quanto aos objetivos formativos gerais, o que está relacionado à sua origem. As colocações de Aikenhead (2003), discutidas na apresentação dessa tese, deixam claro que, no campo educacional, o Movimento CTS não teve origem, apenas, nas vertentes europeia e americana. Questões intrínsecas à própria Educação Científica, como a desmotivação dos alunos e a baixa aprendizagem, também o influenciaram. O que acabou resultando numa diversidade de pontos de vista sobre esse movimento que

coincidem em defender a necessidade de uma reformulação no ensino de ciências, a contextualização dos conteúdos e a formação para a cidadania.

Nesse sentido, as discussões sobre CTS vêm sendo abordadas a partir de diversas perspectivas e pontos de vista, ainda que não perdendo seus horizontes gerais; o que resulta em diferentes identidades, todas com contribuições para a formação, mas contemplando diferentes aspectos. Em virtude disso, ao acompanhar as preocupações e os discursos de diferentes pesquisadores, acreditamos poder contribuir para encorajar o diálogo entre as várias abordagens, reconhecendo todas como importantes contribuições para a Educação Científica.

Sendo assim, buscar um panorama conceitual mais preciso, com elementos mais delineados para o campo CTS, é um dos objetivos da presente pesquisa. Nessa perspectiva, reconhecendo o caráter dinâmico do movimento que é objeto de atenção, entende-se ser importante a construção de um instrumento teórico capaz de sistematizar e situar os diferentes recortes ou dimensões relevantes. Trata-se de identificar planos de análise e indicadores que se inter-relacionam e são interdependentes, com potencial para estruturar teorias, resultados de investigação, propostas e práticas, permitindo representar essas pesquisas considerando sua complexidade.

Contudo, a ausência de clareza associada à diversidade de propostas, constatada a partir desse primeiro olhar para as pesquisas sobre CTS, dificulta a construção de um panorama sobre as diferentes abordagens CTS e, associado a isso, a compreensão de quais seriam os parâmetros mais apropriados para representar as abordagens CTS presentes no contexto brasileiro do Ensino de Ciências.

A partir desse primeiro ensaio de caracterização, portanto, foi possível identificar dificuldades teórico-conceituais, para além da simples construção de um panorama das abordagens CTS. Isso trouxe a necessidade de olhar para outras pesquisas que têm se preocupado com os trabalhos sobre CTS que vêm sendo publicados em anais de congressos e em periódicos da área de Ensino de Ciências o que será discutido no próximo capítulo.

2. PESQUISAS SOBRE O “ESTADO DA ARTE” EM CTS

A análise dos trabalhos sobre CTS, apresentada no capítulo 1, indicou que a diversidade de perspectivas dificulta a construção de um panorama que contemple as diferentes abordagens CTS presentes na educação científica. Isso nos motivou a realizar a investigação que é apresentada no presente capítulo: analisar quais encaminhamentos são utilizados em outras pesquisas que têm se preocupado com os trabalhos sobre CTS que vêm sendo publicados em anais de congressos e em periódicos da área de Ensino de Ciências.

Essas pesquisas são denominadas por “estado da arte” e têm sido realizadas com bastante frequência no Ensino de Ciências, a exemplo de Pierson (1997) que discutiu pesquisas sobre o cotidiano e a busca de sentido para o ensino de Física; de Salém e Kawamura (2005) e Megid, Fracalanza e Fernandes (2005) que investigam características e tendências mais gerais da pesquisa em Ensino de Ciências; e de Gehlen, Shroeder e Delizoicov (2007) que apresentam como o pensamento de Vygotsky baliza a produção na área de Ensino de Ciências.

Como destacado por Ferreira (2002),

Nos últimos quinze anos, no Brasil e em outros países, tem se produzido um conjunto significativo de pesquisas conhecidas pela denominação: “estado da arte” ou “estado do conhecimento”. Definidas como de caráter bibliográfico, elas parecem trazer em comum o desafio de mapear e de discutir uma certa produção acadêmica em diferentes campos do conhecimento, tentando responder que aspectos e dimensões vêm sendo destacados e privilegiados em diferentes épocas e lugares, de que formas e em que condições têm sido produzidas certas dissertações de mestrado, teses de doutorado, publicações em periódicos e comunicações em anais de congressos e de seminários. (FERREIRA, 2002)

As pesquisas do tipo estado da arte são de natureza muito abrangente no que se refere aos recortes e abordagens, e não dispõem de uma metodologia específica, além da própria análise bibliográfica. Essas características têm motivado vários pesquisadores a investigar os diferentes estados da arte sobre uma determinada área de conhecimento, a exemplo de Salém e Kawamura (2009). Para essas autoras, analisar essas pesquisas pode ser interessante para delinear e compreender suas diferentes contribuições e compreensões sobre o que seja descrever uma determinada área de pesquisa.

É nessa perspectiva que se insere a investigação que realizamos e que é apresentada nesse capítulo. Ou seja, considerando que as pesquisas sobre estado da arte em CTS apresentam diferentes intenções e metodologias de análise, torna-se necessário identificar características e preocupações das mesmas para, com isso, compreender suas diferentes contribuições e limitações.

2.1 O “ESTADO DA ARTE” DO “ESTADO DA ARTE” EM CTS

Para o levantamento de trabalhos sobre o estado da arte em CTS/CTSA foram consultadas as publicações, ocorridas entre 2000 e 2009, dos seguintes periódicos e eventos: Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Ciência & Educação, Ensaio, Investigações em Ensino de Ciências, Ciência & Ensino, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Alexandria, ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências), EPEF (Encontro de Pesquisa em Ensino de Física), SNEF (Simpósio Nacional de Ensino de Física) e *Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*.

Nessa pesquisa encontramos onze trabalhos, cuja relação encontra-se a seguir:

Tabela 7 - Trabalhos sobre estado da arte em CTS

	Autores	Título	Evento Periódico	Ano
1	CACHAPUZ; PAIXÃO; LOPES; GUERRA	DO ESTADO DA ARTE DA PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: LINHAS DE PESQUISA E O CASO CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE.	Alexandria	2008
2	SUTIL; BORTOLETTO; CARVALHO; CARVALHO	CTS E CTSA EM PERIÓDICOS NACIONAIS EM ENSINO DE CIÊNCIAS/FÍSICA (2000-2007): ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS E SOCIOLÓGICOS.	XI EPEF	2008
3	SUTIL; BORTOLETTO; CARVALHO; CARVALHO	CTS E CTSA NACIONAIS EM ENSINO DE CIÊNCIAS/FÍSICA (2000-2007): CONSIDERAÇÕES SOBRE A PRÁTICA EDUCACIONAL EM FÍSICA.	XI EPEF	2008
4	LOPES; ANDRADE; QUEIRÓS; SOUZA; NARDI; CARVALHO	TENDÊNCIAS DO MOVIMENTO CTS EM DOIS EVENTOS NACIONAIS DA ÁREA DE ENSINO DE CIÊNCIAS.	XVIII SNEF	2009
5	STRIEDER; KAWAMURA	PREOCUPAÇÕES E PERSPECTIVAS DA ABORDAGEM CTS: O CASO DAS PESQUISAS PUBLICADAS NA REEC.	VII Ense. de las Ciencias	2009
6	ABREU; FERNANDES; MARTINS	UMA ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE CTS (CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE) E, PERIÓDICOS DA ÁREA DE ENSINO DE CIÊNCIAS NO BRASIL.	VII ENPEC	2009
7	FAGUNDES; PICCINI; LAMARQUE; TERRAZZAN	PRODUÇÕES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS SOB A PERSPECTIVA CTS/CTSA.	VII ENPEC	2009
8	HUNSCHÉ; DALMOLIN; ROSO; SANTOS; AULER	ENFOQUE CTS NO CONTEXTO BRASILEIRO: CARACTERIZAÇÃO SEGUNDO PERIÓDICOS DA ÁREA DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS.	VII ENPEC	2009
9	STRIEDER; KAWAMURA	PANORAMA DAS PESQUISAS PAUTADAS POR ABORDAGENS CTS.	VII ENPEC	2009
10	TOTI; PIERSON; SILVA	DIFERENTES PERSPECTIVAS DE CIDADANIA PRESENTES NAS DISCUSSÕES ATUAIS EM DEFESA DA ABORDAGEM CTS NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA.	VII ENPEC	2009
11	PANSERA-DE-ARAÚJO; GEHLEN; MEZALIRA	ENFOQUE CTS NA PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: EXTENSÃO E DISSEMINAÇÃO.	Revista da Abrapec.	2009

Todos os trabalhos encontrados foram publicados nos dois últimos anos investigados (2008 e 2009), o que aponta ser uma preocupação recente dos

pesquisadores, possivelmente influenciados pelo crescimento da linha de pesquisa e pelo aumento de sua diversidade.

Cabe destacar que embora tenhamos considerado tanto trabalhos que utilizam a designação CTS quanto CTSA, essa distinção não foi levada em conta no processo de análise. Uma leitura preliminar indicou que isso seria desnecessário, devido à natureza das categorias e ao fato de os trabalhos fazerem alusão tanto à CTS e CTSA, utilizando a sigla CTS/CTSA. Além disso, em apenas um dos trabalhos há uma preocupação em identificar se existem diferenças entre as duas abordagens. Mesmo nesse caso, os autores apontam que não conseguiram encontrar evidências de distinção quanto aos objetos e interesses de pesquisa entre essas duas designações (ABREU, FERNANDES & MARTINS, 2009).

Nesse universo de trabalhos, encontra-se a investigação apresentada no capítulo anterior (investigação 9) que será desconsiderada na presente análise porque a intenção dessa é, justamente, encontrar subsídios para aprofundar aquela, considerada como um primeiro olhar para as pesquisas, ou uma primeira tentativa de caracterizar as diferentes abordagens CTS presentes no contexto educacional brasileiro.

Além disso, ainda que nossa atenção recaia para pesquisas brasileiras, optamos por analisar, também, os trabalhos 1 e 5, mesmo que eles se refiram a estados da arte de trabalhos sobre CTS publicados em outros países. Entendemos que essas pesquisas, ainda que possuindo diferentes naturezas, podem contribuir para o esclarecimento de limitações e encaminhamentos a serem seguidos.

Seguindo esses pressupostos, optamos por analisar, nos 10 trabalhos selecionados, cinco itens: objeto de estudo; encaminhamento metodológico; motivo ou objetivo da análise; perspectivas de análise e, principais resultados e considerações.

Para a análise desses trabalhos utilizamos a metodologia da Análise Textual Discursiva (ATD) que “corresponde a uma metodologia de análise de dados e informações de natureza qualitativa com a finalidade de produzir novas compreensões sobre os fenômenos e discursos” (MORAES & GALIAZZI, 2007).

Assim, a escolha dessa forma de análise é justificada por sua proposta de combinar análise rigorosa e síntese subsequente, permitindo a reconstrução do texto/discurso de forma a ampliar seus significados, especialmente no sentido da reconstrução dos discursos implícitos.

De acordo com os autores que a propõem, a ATD organiza-se em três etapas, que envolvem: (1) desorganização e fragmentação dos materiais textuais da análise; (2) formação de novas estruturas de compreensão dos fenômenos sob investigação e, (3) expressão dos resultados encontrados em forma de produções escritas (MORAES & GALIAZZI, 2007).

Seguindo essa proposta metodológica, para a análise dos trabalhos, após a definição do corpus de análise, realizamos a desconstrução dos textos e sua unitarização. Esse processo implica em identificar e destacar, no corpus, enunciados que nos interessam. Esses enunciados, que podem ser frases, parágrafos ou partes maiores dos textos, foram, num segundo momento, reunidos em grupos que abarcam elementos comuns. Nessa etapa “emergiram” as categorias, que representam o ponto de partida para a produção, sob a forma de metatextos, das descrições e interpretações possibilitadas pela análise, ou seja, o terceiro momento da investigação realizada.

Segue a apresentação dos resultados da investigação realizada, separada em três grupos: (i) características gerais dos trabalhos; (ii) intenções de pesquisa e (iii) perspectivas de análise.

2.1.1 Características gerais dos trabalhos

Os trabalhos analisados utilizam como objeto de estudo os anais de eventos ou os periódicos brasileiros da área de ensino de ciências entre 1995 e 2008. Nenhum trabalho apresenta análises de Teses e Dissertações da área, apesar de haver um número considerável sobre CTS. Cabe destacar, também, que ainda que os limites do período analisado sejam 1995 e 2008, a maior parte focaliza o presente século.

Dentre os eventos, o mais analisado é o ENPEC, devido à sua representatividade na área. Dentre os periódicos destaca-se: Caderno Brasileiro

de Ensino de Física, Ciência & Educação, Ensaio, Investigações em Ensino de Ciências, Ciência & Ensino e Alexandria. Também há um trabalho que analisa artigos publicados em três revistas de circulação internacional (*Science Education*, *Journal of Research in Science Teaching* e *International Journal of Science Education*) e outro que analisa os artigos publicados na *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* (REEC).

Os trabalhos selecionados, em geral, são analisados a partir de abordagens qualitativas. Dentre os encaminhamentos metodológicos utilizados, destacam-se a Análise Textual Discursiva (MORAES, 2003; MORAES & GALIAZZI, 2007) e a Análise de Conteúdo (BARDIN, 2008).

Algumas pesquisas apresentam, também, uma preocupação em quantificar os trabalhos sobre CTS, comparando essa quantidade com o total de trabalhos publicados nos eventos e revistas. Nesse sentido, destacam que tem aumentado o número de trabalhos, o que não necessariamente representa uma maior preocupação com as pesquisas em CTS. Embora possa ter havido um aumento em números absolutos, de forma articulada ao crescimento da área de Ensino de Ciências, isso não implica em um aumento de seu percentual na produção total. Ou seja, apesar de haver um aumento de trabalhos, a linha não se sobressai a outras da área de Ensino de Ciências. Os excertos a seguir retratam essa questão:

Os números mostram que a produção acadêmica em CTS ou CTSA ainda é pouco expressiva nos periódicos nacionais em relação à produção total do campo de pesquisa em ensino de ciências. Em um universo de 2921 artigos levantados, apenas 23 artigos se declaravam CTS ou CTSA, ou seja, apenas cerca de 0,78 % da produção. (ABREU *et al.*, 2009, p. 5)

Embora a porcentagem total dos estudos identificados, que abordam aspectos do movimento CTS, não apresente uma significativa evolução, a distribuição dos trabalhos nos eventos vem aumentando consideravelmente ao longo dos anos, independente da área do conhecimento. Na tabela 1 é possível notar um acréscimo na variação da porcentagem, por exemplo, o IV ENPEC com 4,0 % passa para 4,5 % no V ENPEC, assim como no IX EPEB que era de 1 % passa para 2,17 % no X EPEB. (PANSERA-DE-ARAÚJO *et al.*, 2009, p. 5)

2.1.2 Intenções de pesquisa

Para a investigação dos **motivos ou objetivos de análise**, tomamos por base a pesquisa de Salém e Kawamura (2009), que analisam trabalhos sobre o estado da arte da pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil. Essas autoras encontraram quatro grupos, entendidos como não excludentes: (1) “perspectiva” (preocupados em buscar perspectivas futuras), (2) “memória” (preocupados em resgatar as origens e caminhos traçados pela área); (3) “identidade” (buscam apresentar um panorama geral ou de elementos constituintes da área) e, (4) “disseminação” (objetivam promover o intercâmbio entre os diversos estudos realizados, compartilhar e comparar resultados e/ou trocar informações e reflexões).

Alguns autores evidenciam a necessidade de conhecer a linha de pesquisa em CTS, a natureza do conhecimento construído no âmbito dessas pesquisas, o que contribui para traçar prioridades futuras, representando assim o grupo “perspectivas”, a exemplo de Cachapuz, *et al.* (2008):

(...) o seu interesse [do estudo] é ajudar a uma melhor caracterização da área e sugerir pontos de reflexão que permitam uma maior e melhor compreensão da natureza do conhecimento que a PEC produz ao mesmo tempo que pode contribuir para impulsionar reorientações e prioridades a adoptar pela mesma. (CACHAPUZ *et al.*, 2008, p. 1)

Também encontramos um grupo que pode ser classificado como “identidade”. Esses pesquisadores chamam atenção, explicitamente, para a diversidade atual do movimento CTS e a necessidade de compreendê-lo melhor, a exemplo de Sutil, Bortoletto, Carvalho e Carvalho (2008a, 2008b); Abreu, Fernandes e Martins (2009), Strieder e Kawamura (2009), Hunsche *et al.* (2009) e Pansera-de-Araújo, Gehlen e Mezalira (2009). Os excertos apresentados a seguir retratam essa questão.

A pesquisa teve como objetivo discutir aspectos epistemológicos, sociológicos e educacionais dos pressupostos dos movimentos CTS (Ciência, tecnologia e sociedade) e CTSA (Ciência, tecnologia, sociedade e ambiente) no ensino de Ciências/Física, a partir da análise de artigos publicados em periódicos nacionais em ensino de Ciências/Física, no período 2000-2007. (SUTIL, BORTOLETTO, CARVALHO & CARVALHO, 2008a, 2008b, p. 1)

(...) com o crescimento da produção nessa área [Linha de pesquisa CTS] ocorreu também uma diversificação das perspectivas e abordagens CTS (SANTOS e MORTIMER 2002) gerando uma heterogeneidade no interior do campo, que tornam essas perspectivas plurais e, em alguns casos, até mesmo contraditórias entre si. Isto nos levou à tentativa de identificação dos principais temas, autores e referenciais teórico-metodológicos para as pesquisas identificadas com a linha CTS. (ABREU, FERNANDES & MARTINS, 2009, p. 2)

Nos últimos anos, é crescente o interesse e as preocupações com abordagens CTS no contexto educacional. Esse panorama mais recente, contudo, vêm apresentando novas características, atribuindo diferentes significados para essas abordagens. Para buscar compreender e acompanhar esse movimento, a presente investigação tem como objetivo identificar e caracterizar as diferentes tendências e perspectivas CTS presentes no Ensino de Ciências. (STRIEDER & KAWAMURA, 2009, p. 1)

O movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), com repercussões no campo educacional, surge, com mais vigor, em países do hemisfério norte. Contudo, no contexto brasileiro, particularmente na educação em ciências, têm ocorrido incrementos significativos. Neste sentido, o problema de pesquisa, do presente trabalho, foi definido como: quais têm sido os encaminhamentos dados, relativamente ao campo CTS, na educação em ciências, no contexto brasileiro? (HUSCHE, *et al.*, 2009, p.1)

O enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) tem permeado o contexto das pesquisas brasileiras em Educação em Ciências. Para compreender a extensão e disseminação dessa perspectiva, realizou-se um estudo das produções publicadas nas Atas dos eventos brasileiros sobre Ensino de Biologia, Química, Física e Ciências envolvendo o período de 2003 a 2006. (PANSERA-DE-ARAÚJO, GEHLEN & MEZALIRA, 2009, p.1)

Nessa mesma linha, mas preocupado com um aspecto específico, está a pesquisa de Toti, Pierson e Silva (2009), ao analisar, nos trabalhos sobre CTS, compreensões ou perspectivas de cidadania. Justificam sua análise a partir da importância e diversidade que o termo cidadania assume nos trabalhos sobre CTS. Segundo esses autores,

Esse argumento [necessidade de preparar para o exercício da cidadania] é especialmente importante no enfoque CTS, porém,

como observam Santos e Mortimer (2002), a idéia de cidadania ainda não está bem esclarecida nos trabalhos com este enfoque. Segundo os autores, falta, por exemplo, esclarecer que cidadão se pretende formar. Os autores constroem o seguinte questionamento: seria esse cidadão o indivíduo pronto a consumir demasiadamente e sem se preocupar com o ambiente e a qualidade de vida da maior parte da população? (TOTI, PIERSON & SILVA, 2009, p. 2)

Seguindo a categorização proposta por Salém e Kawamura (2009), encontramos pesquisadores preocupados em divulgar as produções dessa linha de pesquisa aos demais educadores, a exemplo de Lopes *et al.* (2009), o que caracteriza a categoria “disseminação”. O excerto a seguir retrata essa preocupação:

O objetivo desse mapeamento é de divulgar a educadores e pesquisadores da área a produção acadêmica e possíveis tendências das pesquisas produzidas nesta linha no país. (LOPES *et al.*, 2009, p.1)

Além desses grupos, que possuem semelhanças com os grupos encontrados por Salém e Kawamura, em nosso caso foi necessário acrescentar mais um, que busca “subsidiar as práticas docentes”. Representa as pesquisas realizadas com o objetivo de conhecer melhor as propostas CTS, na intenção de utilizá-las nas práticas dos autores, professores da Educação Básica, a exemplo de Fagundes *et al.* (2009):

Visando encontrar aportes teóricos - metodológicos que nos permitam enriquecer o trabalho docente em sala de aula e nos subsidiem junto à prática didática, analisamos 108 trabalhos apresentados nas seis edições do evento ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência sobre a perspectiva CTS/CTSA. (FAGUNDES *et al.*, 2009, p. 1)

Também é importante destacar que nenhum dos trabalhos apresenta uma preocupação com a “memória” da linha de pesquisa, possivelmente por essa ser recente, o que também foi apontado por Auler (2002), Delizoicov (2004), Lemgruber (2000) e Salem e Kawamura (2006).

Assim, no que diz respeito às motivações das pesquisas sobre o estado da arte em CTS, constatamos que se resumem à: (i) traçar prioridades futuras; (ii)

compreender as diferentes propostas e/ou tendências, (iii) compartilhar resultados e, (iv) subsidiar as práticas docentes. Sendo que a que mais se evidencia é a busca pela compreensão das diferentes propostas e/ou tendências CTS, ou seja, pela “identidade” do movimento CTS no campo educacional.

2.1.3 Perspectivas de análise

Para atingir esses objetivos, os pesquisadores analisam diferentes aspectos, ou seja, há diversas categorias de análise que implicam em diferentes resultados. Considerando que não há categorias pré-estabelecidas para a análise dessas duas últimas questões, e devido à diversidade e à riqueza desses diferentes olhares, optamos por apresentar, primeiro, o enfoque dado por cada trabalho. Num segundo momento serão discutidas aproximações e distanciamentos entre os mesmos.

Cachapuz *et al.* (2008) [trabalho 1] investigam orientações de pesquisa e as diferentes perspectivas CTS presentes nos trabalhos. Afirmam que os trabalhos possuem três orientações distintas: para a pesquisa, para a prática ou para as políticas, relacionadas à busca por: (1) avanços no conhecimento teórico, (2) alternativas ou meios de compreender e melhorar as práticas, (3) apoio à inserção do movimento CTS no campo educacional.

No que se refere às perspectivas, analisam (i) a articulação entre CTS e o conceito de literacia científica; (ii) os diferentes propósitos para a defesa da linha CTS, que são classificados em: influência e consequências sociais das inovações científicas e tecnológicas ou ênfase na dimensão social antecedente aos desenvolvimentos científicos e tecnológicos; (iii) a valorização de um enquadramento ecológico focando a controvérsia socioambiental. Com isso concluem que há três diferentes perspectivas CTS; duas relacionadas às vertentes norte americana e europeia e a terceira (que seria mais recente) preocupada com as questões socioambientais (sustentabilidade).

Com relação aos resultados, Cachapuz *et al.* (2008), destacam o pequeno número de trabalhos de natureza prática; a forte presença dos conceitos de cidadania e literacia científica, evidenciando uma perspectiva CTS focada na

relação ciência-sociedade; a pequena presença de artigos que se referem ao paradigma sócio-ambiental e, recomendam a necessidade de reconhecimento, por parte dos professores, de que a educação CTS deve ir além do ensino de conceitos estanques.

Sutil *et al.* (2008a) [trabalho 2] mapearam as regiões e instituições de pesquisa e a metodologia de pesquisa empregada (se tratam de trabalhos teóricos ou empíricos). Para isso fazem uso de elementos característicos da Sociologia da Ciência, mais especificamente, as propostas de Pierre Bourdieu e Bruno Latour, destacando que:

A escrita de artigos científicos traz implícito o reconhecimento das relações de poder em um campo de conhecimento, assim como faz parte de sua constituição – Pierre Bourdieu. A escrita de artigos científicos se insere no processo de consolidação de uma área ou disciplina científica; ela constitui um intenso processo de recrutamento de aliados na transformação de opiniões em fatos, em conhecimento tácito – Bruno Latour. Tais considerações possibilitam algumas discussões sobre os movimentos CTS e CTSA no ensino de Ciências/Física. (SUTIL *et al.*, 2008, p.5)

Com base nisso, reconhecem que há duas fases distintas, mas sobrepostas no processo de consolidação da linha de pesquisa. Uma referente ao processo de reconhecimento da linha, percebida nos trabalhos centrados em CTS, devido a presença de outras propostas/aliados que dão sustentação à CTS. A outra, relacionada à consolidação do movimento CTS e reconhecida, principalmente, nos trabalhos que fazem alusão à CTS; no qual os autores deixam de buscar aliados e passam a sustentar outros enfoques. Quanto às regiões de pesquisa, destacam que comparece em número maior trabalhos oriundos da região sul, seguida pela sudeste e centro-oeste. Em relação à metodologia de pesquisa, os autores apresentam que os trabalhos empíricos estão baseados em intervenções curriculares e investigações de compreensões. Os trabalhos teóricos em exposições e considerações sobre os fundamentos dos movimentos CTS e CTSA e suas relações com ensino e aprendizagem; estudo de documentos como currículos, diretrizes, leis, parâmetros nacionais e internacionais, textos e livros didáticos e pesquisas “estado da arte”.

Sutil *et al.* (2008b) [trabalho 3], considerando a mesma amostra de Sutil *et al.* (2008a) apresentam uma análise voltada para as seguintes categorias: concepções educacionais, objetivos CTS, atividades educacionais sugeridas nos trabalhos, organização curricular (de que forma o conteúdo programático das propostas está organizado), avaliação das propostas desenvolvidas e as disciplinas escolares envolvidas.

No que se refere aos resultados, destacam que diversos trabalhos não explicitam as concepções educacionais envolvidas. De acordo com os autores, entre as concepções educacionais apresentadas estão: a concepção dialógico-problematizadora freireana – que corresponde à maioria desses artigos (principalmente na região sul); o construtivismo (principalmente no sudeste) e a pedagogia histórico-crítica (região nordeste). Dentre os objetivos educacionais (relacionados aos objetivos do movimento CTS), destacam: desenvolvimento de concepção de Ciência relacionada a aspectos sociais e culturais; participação pública e tomada de decisões em questões de ciência, tecnologia e, em alguns casos, ambiente; sustentabilidade e defesa de direitos. Contudo, não há uma discussão sobre essas categorias, elas apenas são apresentadas o que não permite saber quais os trabalhos classificados nessas categorias, nem os critérios utilizados para classificá-los. Os autores também chamam atenção para a diversidade de termos relacionados à educação científica, que vem sendo utilizados nesses artigos: alfabetização científica e tecnológica (identificado na maioria dos trabalhos), alfabetização científica, literacia científica, letramento científico tecnológico e letramento científico. Contudo, não aprofundam essa questão.

Lopes *et al.* (2009) [trabalho 4] classificam os trabalhos de acordo com sete categorias, que, para eles, representam grandes áreas de aplicação dos estudos CTS: (i) Formação de professores; (ii) Materiais Didáticos e Paradidáticos; (iii) Ensino em Espaços não formais; (iv) Ensino por temas; (v) História e Filosofia da Ciência; (vi) Educação Ambiental e (vii) Estado da Arte. Também foram estabelecidas algumas subcategorias gerais, que podem ser entendidas como ênfases educacionais (ou preocupações): posicionamento/mudança de atitude; ensino voltado ao exercício da cidadania e à

reflexão crítica; controvérsias científicas; linguagens; utilização do questionário VOSTS; e envolvimento de discussões sobre o tema em documentos oficiais e levantamento de concepções (essa última foi criada devido ao grande número de trabalhos sobre o assunto). Contudo, os autores não deixam claro o que seriam essas subcategorias, que relação apresentam com as anteriores, nem quais os elementos usados para classificar um trabalho em cada categoria.

Esses autores alertam que, devido a amostra reduzida, não podem apresentar tendências, mas que os resultados indicam semelhanças com outros trabalhos sobre estado da arte (CACHAPUZ, 2008). Também apontam uma ausência de coerência entre a teoria e a prática, como exemplificado com o excerto a seguir:

Os trabalhos analisados trazem discussões importantes acerca das relações CTS, mas, por vezes, apresentam descuidos ao transporem os pressupostos desse movimento para a sala de aula. (LOPES, *et al.*, 2009, p. 9).

Strieder e Kawamura (2009a) [trabalho 5] analisam três aspectos diferentes, que dizem respeito: (1) Aos objetivos propostos para as abordagens CTS – foram utilizadas as perspectivas expressas por Acevedo *et al.* (2003): Epistemológica, Social e Didática. (2) Às ênfases CTS adotadas – segundo a dimensão da ciência, da tecnologia ou da sociedade, de acordo com as categorias expressas por Santos (2001), representadas por Cts, cTs e ctS. (3) Às preocupações educacionais implícitas - ênfases predominantemente educacionais referente às questões de ensino-aprendizagem ou à seleção e organização do conhecimento escolar (Salém e Kawamura, 2005); identificando três tendências: Formação de professores; Propostas e Implementações e Reforma curricular.

As autoras destacam que há uma compreensão diversificada do que seja a abordagem CTS, mas que, no universo pesquisado a maioria vem propondo a abordagem CTS com o objetivo de incentivar a participação cidadã, contribuindo para uma sociedade em que se instaure uma compreensão de mundo e capacidade para a participação em decisões relacionadas ao desenvolvimento científico-tecnológico.

Abreu, Fernandes e Martins (2009) [trabalho 6] classificam os trabalhos analisados em três grupos, de acordo com a natureza das investigações: relato de pesquisa empírica, ensaio e revisão de área. Além disso, foi realizado um mapeamento dos autores/pesquisadores mais citados e a nacionalidade dos mesmos. Também apresentaram uma preocupação com os termos CTS e CTSA, classificando os trabalhos de acordo com esses termos.

A partir dessa investigação concluem que há dois grupos de pesquisadores, organizados de acordo com as suas preocupações que envolvem: (1) situações do ensino em sala de aula e espaços não formais e (2) a elaboração teórica de um pensamento autônomo em relação às linhas europeias e norte-americanas. Esses autores chamam atenção para a necessidade de aprofundamento das pesquisas realizadas, como mostram os excertos a seguir:

Considerando as características da comunidade de Educação em Ciências no Brasil, pensamos ser necessária a continuidade desta investigação tomando por base anais de eventos, congressos e encontros de pesquisa em ensino de ciências para avaliarmos os rumos que a pesquisa com enfoque CTS/CTSA está tomando no país e quais contribuições prática e teórica estão sendo dadas para o ensino de ciências a partir desse referencial. (ABREU, FERNANDES & MARTINS, 2009, p. 12)

Fagundes *et al.* (2009) [trabalho 7] classificam os trabalhos em: (i) concepções, (ii) atividades didáticas, (iii) currículo em ciências, (iv) revisão bibliográfica, (v) análise de livros didáticos, (iv) análise de artigos em periódicos/trabalhos em eventos. Além disso, apresentam uma preocupação com as práticas de sala de aula, analisando nos trabalhos os temas/assuntos que aparecem, como são abordados (o que inclui as estratégias), para que níveis de escolaridade são propostos e quais as dificuldades encontradas.

Ao final da investigação, Fagundes *et al.* (2009), destacam lacunas a serem preenchidas no âmbito da perspectiva CTS, principalmente, em relação às atividades planejadas e/ou desenvolvidas. Essas lacunas referem-se, por exemplo, a ausência de discussões que envolvem ética, economia, política e ambiente.

Hunsche *et al.* (2009) [trabalho 8], num primeiro momento agrupam os trabalhos em três categorias: Implementações, Concepções e Pressupostos/Reflexões. Em seguida, investigam aspectos mais específicos, associados às práticas educacionais. Analisam as propostas de implementações do enfoque CTS a partir das seguintes questões: abrangência dos temas; surgimento dos temas; disciplinas envolvidas na construção/desenvolvimento do trabalho; relação tema/conteúdo; conteúdo tradicional designado de tema.

A partir dessa investigação, Hunsche *et al.* (2009), chamam atenção para a carência de efetivas implementações de propostas e, além disso, para a ausência de uma discussão mais clara sobre esses pressupostos teórico-metodológicos do movimento CTS no campo educacional. Associado a isso, destacam a necessidade de haver uma maior articulação entre teoria e prática e a compreensão, presente na maioria dos artigos, de que é necessária uma mudança curricular para a efetiva implementação do movimento CTS.

Toti, Pierson e Silva (2009) [trabalho 10], investigam as compreensões de cidadania nos trabalhos sobre CTS. Destacam que o termo é empregado com dois sentidos diferentes: como justificativa da relevância do trabalho realizado ou como objeto específico de pesquisa. A partir dessa análise, apresentam uma série de questionamentos, dentre os quais merece destaque o apresentado a seguir, voltado para os pressupostos teóricos do movimento CTS:

As idéias aqui desenvolvidas nos levam ao seguinte questionamento, pensando na elaboração de futuras pesquisas: que contribuições podem as diferentes perspectivas, quanto a idéia de cidadania, significar no avanço das discussões alicerçadas nos movimentos CTS e na implementação de propostas com as abordagens CTS? (TOTI, PIERSON & SILVA, 2009, p. 12)

Pansera de Araújo, Gehlen e Mezalira (2009) [trabalho 11] analisam produções publicadas nas atas dos eventos brasileiros sobre Ensino de Biologia, Química, Física e Ciências, identificando as áreas mais envolvidas, as referências utilizadas para o embasamento das propostas CTS e as instituições de ensino que fomentaram as pesquisas. Além disso, analisam a produção em CTS utilizando a epistemologia de Ludwik Fleck, buscam caracterizar estilos de

pensamento (FLECK, 1986) e destacam que a mesma segue duas abordagens, que podem caracterizar dois estilos de pensamento: os que explicitam os pressupostos e configurações e os preocupados com a relação CTS no currículo de ensino de Ciências da Natureza.

A tabela a seguir sintetiza as diferentes categorias em três grupos, que enfocam: *a natureza das investigações* (presente nos trabalhos 1, 2, 4, 5, 6, 7 e 8); *os pressupostos do movimento CTS* (presente nos trabalhos 1, 3, 4, 5 e 10) e *as práticas de sala de aula* (presente nos trabalhos 3, 7 e 8).

Tabela 8 - Categorias de síntese

	Categorias de análise presentes nos trabalhos	Categorias de síntese
1	Pesquisa, prática ou políticas: conhecimento teórico, compreender e melhorar as práticas, CTS no campo educacional.	Natureza das investigações
	Perspectivas CTS (americana, europeia e socioambiental)	Pressupostos CTS
2	Teóricos: relações com ensino e aprendizagem; currículos, diretrizes, leis, parâmetros nacionais e internacionais; textos e livros didáticos; estado da arte. Empíricos: intervenções curriculares e investigações de compreensões.	Natureza das investigações
3	As implementações: atividades sugeridas, organização curricular, avaliação e disciplinas envolvidas	Práticas de sala de aula
	Concepções educacionais e objetivos (dialógico-problematizadora; construtivismo e histórico-crítica)	Pressupostos CTS
4	Form. de professores; Mat. Didáticos; Ensino em Espaços não formais; Ensino por temas; História e Filosofia da Ciência; Ed. Ambiental e Estado da Arte.	Natureza das investigações
	Posicionamento/mudança de atitude; cidadania e reflexão crítica; controvérsias científicas	Pressupostos CTS
5	Objetivos propostos para as abordagens CTS (Epistemológica, Social e Didática); Ênfases C/T/S	Pressupostos CTS
	Form. de professores; Implementações e Reforma curricular	Natureza das investigações
6	Empírica, ensaio e revisão (sala de aula e espaços não formais e elaboração teórica)	Natureza das investigações
7	Concepções, atividades didáticas, currículo em ciências, revisão bibliográfica, livros didáticos, artigos	Natureza das investigações
	As implementações: Temas/assuntos, abordagem, níveis de escolaridade e dificuldades encontradas	Práticas de sala de aula
8	Implementações, Concepções e	Natureza das

	Pressupostos/Reflexões	investigações
	As implementações: abrangência e surgimento dos temas; disciplinas envolvidas na construção e desenvolvimento do trabalho; relação tema/conteúdo; conteúdo tradicional designado de tema	Práticas de sala de aula
10	Compreensões de cidadania	Pressupostos CTS
	Pressupostos e configurações e CTS no currículo	Natureza das investigações

Os trabalhos que buscam caracterizar a **natureza das investigações**, ainda que utilizando recortes e categorizações diferentes buscam compreender as preocupações dos pesquisadores. Essas preocupações podem ser reagrupadas em três grandes conjuntos que envolvem: (i) a construção de uma compreensão sólida e crítica sobre as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade – presente nos trabalhos caracterizados como levantamento de compreensões e algumas revisões bibliográficas; (ii) situar e articular o movimento CTS ao contexto educacional brasileiro - que engloba, por exemplo, os trabalhos caracterizados como formação de professores, currículo, ensaios e algumas revisões teóricas; (iii) inserir os pressupostos das abordagens CTS em sala de aula – caracterizando as implementações e análise de materiais didáticos.

Os trabalhos preocupados em caracterizar os **pressupostos das abordagens CTS** (1, 3, 4, 5 e 10), o fazem sob dois pontos de vista: (i) analisando a forma como as relações entre CTS são abordadas (1 e 5) e/ou (ii) analisando as concepções educacionais que permeiam as discussões sobre CTS (3, 4 e 10).

Nos trabalhos que envolvem as **práticas de sala de aula** (3, 7 e 8), a atenção volta-se em mapear: os temas/assuntos, níveis de escolaridade, disciplinas envolvidas, organização curricular, atividades desenvolvidas e dificuldades encontradas. Está relacionada, portanto, aos diferentes encaminhamentos seguidos nas implementações. Esses, por sua vez, fundamentam-se em pressupostos teóricos. Assim, percebe-se que as práticas de sala de aula relacionam-se, ainda que implicitamente, às perspectivas CTS e aos pressupostos educacionais e podem ser entendidas como resultado de uma articulação entre ambos.

Dessa análise resulta, portanto, que os pesquisadores que tem se preocupado em construir o estado da arte das pesquisas em CTS no Ensino de Ciências, utilizam categorias que podem ser agrupadas em dois conjuntos e dizem respeito à maneira como as relações entre CTS são abordadas e às diferentes perspectivas educacionais envolvidas.

2.2 EM BUSCA DE EIXOS PARA A MATRIZ DE REFERÊNCIA

As pesquisas analisadas, ainda que não apresentem divergências no que se refere aos objetos de estudo, períodos e metodologias de análise, apresentam diferentes intenções de pesquisa e perspectivas de análise. As intenções de pesquisa estão relacionadas à: (i) traçar prioridades futuras; (ii) compreender as diferentes propostas e/ou tendências, (iii) compartilhar resultados e, (iv) subsidiar as práticas docentes. As perspectivas de análise envolvem considerações sobre: (i) a natureza das investigações; (ii) os pressupostos do Enfoque CTS e (iii) as práticas de sala de aula. A tabela a seguir relaciona as principais intenções de pesquisa de cada trabalho às suas perspectivas de análise.

Tabela 9 - Intenções de Pesquisa e Perspectivas de análise

Trabalho	Intenção de pesquisa	Perspectivas de análise
1	Perspectiva	Natureza das investigações e Pressupostos CTS
2	Identidade	Natureza das investigações
3	Identidade	Práticas de sala de aula e Pressupostos CTS
4	Disseminação	Natureza das investigações e Pressupostos CTS
5	Identidade	Natureza das investigações e Pressupostos CTS
6	Identidade	Natureza das investigações
7	Subsidiar as práticas	Natureza das investigações e Práticas de sala de aula
8	Identidade	Natureza das investigações e Práticas de sala de aula
10	Identidade	Pressupostos CTS
11	Identidade	Natureza das investigações

Como é possível perceber, ainda que a preocupação da maior parte dos pesquisadores seja a busca pela construção da identidade desse movimento, as perspectivas de análise utilizadas não são as mesmas. Alguns pesquisadores buscam compreender as diferentes propostas e/ou tendências CTS presentes no contexto educacional analisando a natureza das investigações e os pressupostos das abordagens CTS, outros analisam a natureza das investigações e as práticas de sala de aula e, por fim, há um grupo que analisa as práticas de sala de aula e os pressupostos CTS.

Além disso, de certa forma, esses resultados apontam que as perspectivas de análise independem da intenção de pesquisa. Indicam que parece ser necessária, para a construção de um panorama das pesquisas em CTS, mais de uma perspectiva de análise e, além disso, a articulação entre diferentes intenções e perspectivas. Cabe destacar que ainda que muitos pesquisadores analisem os trabalhos a partir de mais de uma perspectiva, os resultados não são articulados nem utilizados com a intenção de sistematizar as diferentes abordagens CTS.

Por um lado, isso pode estar relacionado ao nível de aprofundamento das pesquisas; como destacam os próprios autores dos trabalhos analisados, as mesmas representam um recorte, uma primeira aproximação para a questão. Também, esses resultados indicam que as abordagens parecem ser de difícil sistematização, o que também havíamos concluído na investigação apresentada no capítulo 1, e que não poderão ser categorizadas se seguirmos as perspectivas de análise utilizadas até então.

Parece-nos que a natureza dessas perspectivas associada à ausência de articulação entre elas, levou as construções sobre o estado da arte a se constituírem em trabalhos com pontos de vista diferentes sobre a área, sem que se obtenha, ainda, uma visão abrangente dos percursos e abordagens dessa linha de pesquisa, o que reitera o problema de pesquisa dessa tese. Ou seja, defrontamo-nos com inúmeros mapeamentos, sendo que esses, de certa forma, parece, insuficientes para construir um panorama das diferentes abordagens CTS.

Uma investigação mais detalhada das diferentes perspectivas e análises, associada aos resultados da primeira tentativa de caracterização, levou-nos a

supor que as abordagens CTS podem ser caracterizadas a partir de duas questões que envolvem: (i) a natureza das discussões sobre as relações CTS e (ii) as diferentes perspectivas educacionais envolvidas.

Assim, a nosso ver, essas duas questões podem ser utilizadas como a base (ou os eixos) da matriz de referência que pretendemos construir com a intenção de caracterizar as diferentes abordagens CTS. E, nesse sentido, essas duas questões foram investigadas com mais detalhes e, com isso, foi possível pontuar alguns elementos, que, a nosso ver podem servir de indicadores para a matriz de referência.

Cabe destacar que a presença de diferentes perspectivas educacionais no âmbito do Movimento CTS, tem sido levantada, também, em vários eventos - a exemplo das discussões realizadas no XV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, em Florianópolis, em novembro de 2009; no II Seminário Ibero-Americano CTS no Ensino de Ciências, em Brasília em julho de 2010, e no XX Simpósio Nacional de Ensino de Física, em Manaus, em janeiro de 2011. Além disso, vários educadores (por exemplo, AULER, 2002; STRIEDER, 2008) têm defendido a necessidade de se definir a perspectiva educacional que permeia as discussões sobre CTS. Também nos trabalhos analisados, ainda que de forma incompleta, há diversas tentativas de classificação das perspectivas educacionais.

Contudo, o mesmo não tem ocorrido com relação à natureza das discussões sobre CTS. Em eventos da área os pesquisadores não têm chamado atenção para a necessidade de clarificar qual a perspectiva de ciência, tecnologia e sociedade tem permeado o seu trabalho. Essa não preocupação dá margem para inferir (equivocadamente) que todos apresentam uma mesma perspectiva das relações, funções e espaços da ciência, tecnologia e sociedade. Cabe destacar que, mesmo nos trabalhos sobre o estado da arte que analisamos, essa preocupação comparece de forma explícita apenas em dois trabalhos que estão preocupados em analisar os pressupostos CTS (no 1, ao analisar as perspectivas – americana, europeia e socioambiental - e no 5, ao analisar a ênfase C/T/S).

Associado a isso, merece destaque a carência de uma discussão atualizada de aspectos da função social da ciência no âmbito do Enfoque CTS (Movimento CTS - Ensino de Ciências). De certa forma, quando as preocupações

CTS repercutiram para o campo da educação em ciências, aparentemente mantiveram um *status* mais ou menos inalterado ao longo das décadas seguintes; genericamente reconhecido como uma crítica a possíveis impactos negativos do desenvolvimento científico e tecnológico em relação à sociedade. No entanto, as discussões sobre as articulações e relações da ciência e tecnologia com o espaço social tem ganhado novos aprofundamentos, discussões essas pouco incorporadas. O próprio conceito de tecnologia, e as transformações de sua compreensão que deram origem ao conceito de tecnociência, reconhecida por muitos autores como unidade indissociável, não encontra praticamente espaço no campo do ensino de ciências. Dessa forma, parece indispensável uma atualização das discussões sobre as funções, dinâmicas e espaços sociais da ciência e tecnologia, no contexto de trabalhos mais recentes, de forma a que se construam elementos de referência nesse campo.

Com base nisso, optou-se por aprofundar as discussões sobre as relações CTS (Capítulo 3) e sobre os propósitos educacionais (Capítulo 4), na intenção de construir, para cada caso, um mapa de possibilidades que possa ser utilizado para caracterizar as diferentes abordagens CTS, o que será apresentado na sequência desta tese.

3. CIÊNCIA - TECNOLOGIA - SOCIEDADE: ORGANIZANDO UM MAPA

Como discutido, o interesse com abordagens Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), no contexto educacional brasileiro, vem crescendo ao longo dos últimos anos. Com isso tem aumentado, também, a diversidade de suas propostas, apontando a necessidade de investigações sobre os sentidos que vem sendo atribuídos às mesmas. Uma análise da produção em CTS na área de Ensino de Ciências (apresentada nos Capítulos 1 e 2) indicou que, nesse contexto, há uma diversidade de maneiras de discutir as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. Entendemos que essas “maneiras” estão associadas a diferentes correntes ou referenciais teóricos e, assim, a forma como as relações CTS vêm sendo abordadas é considerado um dos eixos da matriz de referência que pretendemos construir.

Esse eixo é o foco de discussão do presente capítulo que tem como intenção fornecer subsídios para essas discussões. Para tanto, será apresentado, inicialmente, um panorama geral sobre diferentes correntes de pensamento que buscam explicar o que é ciência, o que é tecnologia e como elas se relacionam com a sociedade e vice-versa (como a sociedade se relaciona com a ciência e a tecnologia).

Com base nesse panorama geral, a partir dos *olhares para a ciência*, dos *olhares para a tecnologia* e dos *olhares para a sociedade*, foi organizado um primeiro mapa, composto pelas muitas possibilidades e pontos de vista que permitem discutir a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade. Os mesmos foram revisamos e combinados e, a partir disso, foram definidos parâmetros que, a

nosso ver, sintetizam os diferentes olhares e podem servir de aporte para caracterizar as abordagens CTS.

Cabe destacar que esse panorama foi construído a partir de referenciais externos ao contexto educacional, pertencentes aos campos da história e filosofia da ciência, da sociologia da ciência e da política tecnológica e científica. Como há muitos autores que analisam essas questões e, considerando que não seria possível mencionar todos, optamos por apresentar os discursos dos que estão presentes de forma mais intensa nos trabalhos sobre CTS e os que entendemos que podem trazer contribuições para o debate. Assim, neste capítulo, alguns importantes autores que estudam essas questões não serão mencionados, outros serão apenas citados e poucos serão discutidos. Essas escolhas representam, portanto, um dado recorte que, esperamos, não comprometam a intenção mais geral, que é apontar a necessidade de um mapeamento das diversas ideias sobre ciência, tecnologia e sociedade presentes no campo.

3.1 OLHARES PARA A CIÊNCIA

Ao longo dos anos, diferentes explicações foram construídas para esclarecer o que é ciência. Apesar disso, não existe um conceito único e consensual, mas noções que variam ao longo do tempo e do espaço. Essas noções foram construídas a partir de olhares variados, que, muitas vezes, dependem de elementos distintos.

Nesse universo, cabem algumas perguntas: Que fazem, na verdade, os cientistas? De onde tiram suas ideias, seus métodos, suas conclusões? Como conseguem convencer os outros de suas verdades? Será que a ciência é um produto de condições econômicas e sociais mais gerais, ou ela tem uma dinâmica específica e própria? Como fazer se queremos ter mais ciência, de melhor qualidade e com um impacto social mais significativo? Como desenvolver uma política científica adequada? Como essas questões vêm sendo respondidas?

Como destaca Schwartzman (1984), essa diversidade de questões e de olhares mostra que "ciência" não é uma coisa simples, que possa ser definida

com facilidade recorrendo a uma boa enciclopédia. Muito pelo contrário, trata-se de um fenômeno social e humano bastante complexo e variado, e, além disso, importante a tal ponto de gerar todo um esforço para compreendê-lo e poder em seguida agir sobre ele.

Preocupados com isso estão, principalmente, os filósofos e os sociólogos da ciência, que analisam a ciência sob diferentes pontos de vista. Esses olhares podem, até certo aspecto, ser caracterizados como partindo de perspectivas ou pontos de vista diferentes no que diz respeito aos fatores que influenciam na construção da ciência. Por um lado, estão aqueles que buscam compreender como se dá a construção conceitual da ciência, e, para isso, buscam identificar também os aportes da vida social sobre essa atividade. Por outro, estão aqueles que priorizam a produção social da ciência, sem tanta preocupação pelas construções conceituais internas desse conhecimento, ainda que, em muitos casos, as considerando. Não se trata, aqui, de voltar a mais que superada divisão entre internalistas e externalistas, na medida em que compartilhamos a convicção de uma estreita e diversificada relação entre a ciência e o meio social. No entanto, analisando os âmbitos de discussão e o ponto de partida de diferentes autores, emerge uma diferença de perspectiva que é nítida, embora de difícil demarcação, permitindo a abordagem dessas questões de dois pontos de vista distintos. Sendo assim, essas duas perspectivas serão discutidas como sendo a da ciência do ponto de vista de sua “construção conceitual” e a ciência do ponto de vista da sua “produção social”. Essas designações sinalizam, apenas, as ênfases que emergem nas discussões e que permitem sistematizar a compreensão do campo.

Cabe destacar que, apesar de seguir essa divisão, não entendemos que há conflitos entre ambas, mas sim que elas se complementam. A visão voltada à “construção conceitual”, de natureza epistemológica, é permeada por aportes sociais e é enriquecida pela visão da “produção social”, que investiga mais de perto as influências sociais, econômicas, religiosas e culturais na produção do conhecimento científico. Sabemos, também, que em grande número de estudos, esses olhares estão entrelaçados e acabam se interconectando.

Pensando nessas possíveis interconexões destaca-se, ao final deste item, a discussão sobre ciência e desenvolvimento social, a partir de considerações sobre as relações entre ciência e valores.

Por fim, e para iniciar a discussão sobre os diferentes olhares para a construção/produção da ciência, destacamos que nossa revisão está centrada nas ciências ditas naturais, e, por isso o termo é utilizado no singular. Essa escolha foi feita em virtude da ênfase que têm recebido as ciências naturais nos trabalhos sobre CTS. Contudo, entendemos que CTS não envolve só as ciências naturais. No âmbito das discussões sobre CTS é importante considerar, também, as ditas ciências sociais e humanas, principalmente porque CTS nasce numa perspectiva multidisciplinar, de superação entre essas duas culturas; essa questão é enfatizada no momento em que são apresentados os *olhares para a sociedade*.

3.1.1 A ciência do ponto de vista da “construção conceitual”

A busca por compreender a ciência, o modo como se organiza a atividade científica e o modo como são produzidos novos conhecimentos científicos, está presente na sociedade há longa data, ainda que com olhares diferenciados. De certa forma, pode-se afirmar que isso ocorre desde o nascimento da filosofia que data do período anterior a Cristo. Contudo, partindo do pressuposto de que a Ciência Moderna nasceu nas primeiras décadas do século XVII (JAPIASSU, 2007), consideraremos os estudos realizados desde então. Nesse universo, e preocupados com fatores que influenciam na construção conceitual da ciência, serão destacados os trabalhos de Francis Bacon, do Círculo de Viena, de Karl Popper e de Thomas Kuhn.

Reconhecemos que os mesmos, certamente, não esgotam os trabalhos e as diferentes visões de ciência construídas ao longo dos séculos; mas satisfazem nossos interesses: explicitar que há diferentes explicações de cunho filosófico/epistemológico sobre a construção da ciência.

Francis Bacon (1561 - 1626), por ser considerado como um dos primeiros pensadores a buscar refletir sobre a natureza da ciência (CHALMERS, 1993;

JAPIASSU, 2007), será o ponto de partida da discussão. Sua preocupação girava em torno de diferenciar a ciência da não ciência.

Ele propôs, no início do século XVII, que a meta da ciência é dominar a Natureza, na intenção de melhorar a vida dos homens na Terra. Para ele, essa meta seria alcançada através da observação organizada dos fatos, da qual derivariam teorias. Para elucidar melhor essa questão ele propõe que a ciência é construída a partir de um método, o que veio posteriormente a ser denominado por método empírico – indutivista.

De acordo com esse método, a atividade científica centra-se em coletar o maior número de dados sobre o fenômeno investigado e, a partir da observação das regularidades desses dados, elaborar teorias e leis. Nessa perspectiva, a ciência é, portanto, uma forma de conhecimento que deriva unicamente dos dados obtidos via experimentação, excluindo espaços para opiniões pessoais ou crenças. Para Bacon e seus seguidores: “se quisermos compreender a natureza, devemos consultar a natureza e não os escritos de Aristóteles” (CHALMERS, 1993, p.23).

Essa explicação para a construção da ciência permanece hegemônica até o final do século XIX/início do XX e dela derivam vários outros olhares para a questão, a exemplo dos desenvolvidos a partir dos trabalhos do **Círculo de Viena**, na década de 1920 (PESSOA JR., 1993). Denominada “visão recebida” ou “ortodoxa” da natureza da ciência (PESSOA, 1993; SHINN & RAGOUET, 2008), essa corrente de pensamento também estava preocupada em diferenciar as teorias científicas da metafísica, na intenção de expurgar o “erro metafísico”. Sua epistemologia geral é conhecida como “positivismo lógico”.

O positivismo lógico defende que a formação de leis e enunciados científicos universais se dá por meio da indução, ou seja, a partir da observação de fatos semelhantes se induzem leis ou enunciados universais. Por exemplo, observa-se que em certa região só existem cisnes brancos, o que também é observado em outra região, logo, conclui-se que todos os cisnes são brancos. Passa-se de um “este é um cisne branco”, “ali está outro cisne branco”, e por aí em diante, para um enunciado universal como “todos os cisnes são brancos”. No entanto, para além da indução, reconhece a importância de diferentes aportes

teóricos e dedutivos, a serem submetidos à prova da consistência experimental, desde que passíveis de serem viabilizados.

Os membros do Círculo de Viena (dentre os quais merecem destaque: Moritz Schlick, Otto Neurath, Rudolf Carnap, Carl Hempel, Hans Hahn, Herbert Feigl, Friedrich Waismann), seguidores dessa corrente positivista, entendem a ciência como verdade única e destacam a necessidade da observação, afirmando que resultados não sustentáveis empiricamente são desprovidos de valor científico. Trata-se de um pensamento elaborado, que não pode ser reduzido ao simples indutivismo baconiano. Assim, para distinguir ciência de pseudociência (metafísica) defendem ser necessário submeter as teorias ao processo de verificabilidade, analisando a clarificação lógica e a comprovação empírica dos enunciados. Nesse sentido, a identificação do método científico seria a garantia da ciência, o que implica no reconhecimento de um método único e próprio.

Um dos primeiros críticos a elementos dessa concepção proposta pelo Círculo de Viena foi **Karl Popper** (1902 - 1994), que também buscava estabelecer um critério de demarcação entre o que pode e o que não pode ser considerado conhecimento científico. De acordo com ele,

(...) o conceito positivista de «significado» ou «sentido» (ou de verificabilidade, confirmabilidade indutiva, etc) não é apropriado para realizar a demarcação entre ciência e metafísica, simplesmente porque a metafísica não é necessariamente carente de sentido, embora não seja uma ciência. (POPPER, 1982, p. 281)

Dessa forma, Popper rechaçou o recurso à indução, defendendo que não havia fundamento racional para poder se inferir uma lei científica universal a partir de dados particulares. Assim nunca poderíamos realizar todas as experiências possíveis que comprovassem, por exemplo, que todos os cisnes existentes (e os que vierem a existir) são brancos. O que implica na constatação de que as teorias científicas não seriam simplesmente resultados da observação e que, portanto, estariam contaminadas por teorias e pressupostos.

De acordo com Popper, o que separa a ciência da não-ciência é o critério do *falseacionismo* e não o critério do *verificacionismo*. O que caracteriza a ciência não é a observação, indução e a verificação, mas a sobrevivência de

determinada teoria ou hipótese nos testes a que é submetida. Com base nesses pressupostos, Popper propõe um método hipotético-dedutivo, que pode ser descrito da seguinte maneira:

A ciência começa com problemas, problemas estes associados à explicação do comportamento de alguns aspectos do mundo ou universo. Hipóteses falsificáveis são propostas pelos cientistas como soluções para o problema. As hipóteses conjecturadas são então criticadas e testadas. Algumas serão rapidamente eliminadas. Outras podem se revelar mais bem-sucedidas. Estas devem ser submetidas a críticas e testes ainda mais rigorosos. Quando uma hipótese que passou por uma ampla gama de testes rigorosos com sucesso é eventualmente falsificada, um novo problema, auspiciosamente bem distante do problema original resolvido, emergiu. Este novo problema pede a invenção de novas hipóteses, seguindo-se a crítica e testes renovados. E, assim, o processo continua indefinidamente. (POPPER, 1982, p. 247)

Em síntese, Popper entende a ciência como um empreendimento que cresce através da resolução de problemas que aparecem quando as teorias trazem dificuldades ou contradições. Para solucionar esses problemas são utilizadas observações, que não são a fonte do conhecimento, pois são determinadas pelas expectativas, hipóteses, problemas e outros conhecimentos que habitam o intelecto humano. Compreende, assim, que a ciência cresce progressivamente e de maneira cumulativa. Como destacado por Zanetic (2006, p. 37), a proposta epistemológica de Popper pode ser resumida na seguinte frase: “Cientista é o homem (ou mulher) que procura provar que as teorias científicas existentes são falsas”.

Vale ressaltar que embora Popper tenha criticado algumas concepções do Círculo de Viena há aproximações entre as duas teses. Além de ambas se oporem à especulação metafísica, creditam o sucesso da ciência à obtenção de uma metodologia rigorosa, válida para todas as ciências e aplicável independentemente do contexto temporal e cultural. Ou seja, apesar de Popper ter combatido a indução, acreditava no poder da dedução lógica, assim como os positivistas do Círculo de Viena e, em virtude disso, tentava explicar a dinâmica da ciência simplesmente de um ponto de vista cognitivo.

Assim como Popper, mas sob outro ponto de vista, **Thomas Kuhn** (1922-1996) criticou a concepção positivista da ciência. Kuhn (1962) inicia sua tese

afirmando que os olhares até então lançados para a ciência pecam pelo fato de não corresponderem à mesma tal como ela realmente é praticada. Cabe destacar que Kuhn não se preocupou em delimitar a linha divisória entre ciência e pseudociência, mas em entender como é a ciência de fato. Para analisar a ciência como ela de fato se desenvolve, segundo Kuhn, torna-se necessário considerar os rumos tomados por ela ao longo da história, ou seja, levar em conta fatores sociais para além dos cognitivos.

Com base nisso propõe uma nova imagem de ciência que revela que seu desenvolvimento ocorre segundo períodos distintos e complementares: a *ciência normal* e a *revolução científica*. A ciência normal representa o período (e prática de investigação) no qual os cientistas estão preocupados em solucionar quebra-cabeças, ou seja, em articular fenômenos e teorias já existentes. A revolução científica representa o período em que os cientistas estão preocupados em trazer à tona novas espécies de fenômenos ou em propor novas teorias com poder explicativo para esses novos fenômenos.

No período de ciência normal são estabelecidos paradigmas que são constituídos por conceitos, princípios, leis, metodologias, instrumentos matemáticos e experimentais, etc. e cabe ao cientista tornar esse paradigma cada vez mais claro, e não contestá-lo (como propunha Popper). À medida que ocorre esse “polimento” do paradigma podem surgir anomalias (resultados não esperados que contradigam o paradigma vigente) que podem resultar na substituição do paradigma por um novo, incompatível e incomensurável com o anterior, entrando assim, num período de revolução científica. A aceitação desse novo paradigma pela comunidade científica se dá, unicamente, pela crença de que ele será mais exitoso que o outro, crença essa que é influenciada pelo contexto no qual estão inseridos os cientistas.

Além de utilizar abordagens diferentes para analisar a ciência (de incluir argumentos históricos e sociológicos como inerentes ao debate filosófico sobre a ciência), a grande inovação do trabalho de Kuhn envolve, por um lado, a afirmação de que o desenvolvimento científico como um todo não é cumulativo (se caracteriza pelo abandono/substituição de paradigmas) e, por outro lado, que a escolha entre paradigmas alternativos não se fundamenta apenas em aspectos

lógicos internos à atividade científica (como o verificacionismo ou o falceacionismo), mas também em fatores históricos, sociológicos e psicológicos; são questões de natureza subjetiva que acabam tendo um papel decisivo na imposição de determinadas teorias em detrimento de outras. Dito de outra forma, Kuhn destacou o papel da comunidade científica, e o contexto em que ela se insere, no estabelecimento dos paradigmas científicos.

Em **síntese**, nesse ensaio foram abordadas três visões sobre a produção da ciência:

- (i) **Indutivismo**, proposto por Bacon, e o **Positivismo Lógico**, defendido pelo Círculo de Viena: sustentam a visão de que a ciência cresce a partir de observações, que servem para o levantamento de dados que são coletados através dos órgãos dos sentidos ou dos instrumentos – entendidos como “prolongação” dos órgãos dos sentidos. O tratamento lógico-matemático destes dados leva às leis e teorias científicas, validadas pelo método científico.
- (ii) **Refutacionismo**, proposto por Popper: reconhece o papel da teoria como anterior à observação.
- (iii) **Contextualismo**, proposto por Kuhn: considera o papel das influências filosóficas, religiosas e políticas na criação e aceitação das teorias científicas.

Como dito anteriormente, ao apresentar essas visões, estamos longe de esgotar todas as possibilidades de explicação sobre a ciência do ponto de vista de sua “construção conceitual”. As mesmas poderiam ser complementadas, por exemplo, com os trabalhos de Bachelard, Feyerabend, Laudan, Fleck, etc. Porém, ao mesmo tempo, as que aqui foram apresentadas dão conta de explicitar que há diferentes explicações de cunho filosófico/epistemológico sobre a construção da ciência; sendo, dessa forma suficientes para a problematização da natureza da ciência que perpassa as discussões CTS e sobre o qual se debruça o presente trabalho.

3.1.2 A ciência do ponto de vista da “produção social”

Mais recentemente, e em paralelo a estudos de natureza epistemológica, também se desenvolveram os estudos da sociologia do conhecimento científico, dentre os quais serão destacados: os trabalhos de Robert Merton, do Programa Forte, as abordagens etnográficas, os trabalhos de Pierre Bourdieu, de Loet Leydesdorff e Henry Etzkowitz e de Terry Shinn e Pascal Ragouet. Esses estudos aproximam-se no sentido em que focam sua atenção para as influências sociais que permeiam a produção do conhecimento científico.

Como destaca Boaventura de Sousa Santos (1978), a análise sociológica do conhecimento científico remonta à obra de Marx, Durkheim, Scheler e Mannheim e teve grande desenvolvimento na Europa nas três primeiras décadas do século XX. Contudo, foi nos Estados Unidos, no final de 1930, com **Robert Merton** (1910 - 2003), que houve o efetivo despertar do interesse pela investigação da ciência, dando origem à Sociologia do Conhecimento Científico (FONSECA, 2007). Assim, em outras palavras, a abordagem iniciada por Merton é considerada a origem das análises sociológicas do conhecimento científico⁷.

Merton (1938), no livro *Ciência, Tecnologia e Sociedade na Inglaterra do Século XVII*, investigou a revolução científica e técnica que ocorreu na Inglaterra nesse século, buscando identificar e explicar as condições em que a ciência tinha maiores ou menores possibilidades de se desenvolver. Assim, buscou apontar em quais sociedades esse desenvolvimento seria mais favorável ou menos favorável (RODRIGUES JR, 2002).

Nesse estudo, constatou que favoreceram a produção científica da época, na Inglaterra, a fundação de estabelecimentos como a *Royal Society*, a expansão industrial e a ética puritana vigentes na sociedade anglo-saxã.

⁷ Apesar de ter havido, antes de Merton, estudos da sociologia sobre a ciência (Marx, Durkheim, Scheler e Mannheim), Merton é considerado o “pai fundador” da sociologia da ciência, porque foi seu arsenal conceitual e seu programa de pesquisa que orientaram os estudos da sociologia até 1970.

Além disso, ele percebeu que um conjunto de normas morais e técnicas eram praticadas pelos cientistas da época, organizados em comunidades científicas. Dentre essas normas, destacam-se o *universalismo*, o *comunismo*, o *desinteresse* e o *ceticismo organizado*, que representam, respectivamente, que a aceitação ou rejeição de enunciados científicos não deve depender das circunstâncias pessoais ou sociais do cientista; que os avanços científicos são produtos de colaboração social e assim devem ser acessíveis a toda comunidade; que a atividade do cientista não deve visar ao interesse próprio e que o cientista deve suspender temporariamente suas opiniões e juízos de valores e estar aberto à crítica. Devido a essas normas, a ciência estaria menos exposta às pressões sociais e econômicas, representando um subsistema social quase autônomo, distinto de outros subsistemas como a economia, a religião e a política, que estão sujeitos a influências sociais.

Apesar de tratar a ciência de um ponto de vista internalista (em relação às normas e funcionamento), Merton considera as condições sociais de produção e apropriação da ciência, destacando as pressões sociais exercidas sobre a mesma.

Segundo Merton, a ciência tende a sofrer os impactos do que ocorre na sociedade, mas cabe aos cientistas, organizados em comunidades e por meio da adoção de instrumentos, regras e métodos científicos, superar esses impactos e influências. Com base nisso Merton conclui que a existência da ciência depende da manutenção da comunidade científica, que deve permanecer autônoma para crescer, corroborando, portanto, uma ideologia da autonomia científica.

A visão mertoniana, portanto, permitiu identificar um *ethos* científico orientador de práticas características do cientista, mas sem romper com a visão de ciência hegemônica na época, predominantemente caracterizada por uma compreensão positivista e empirista da ciência. Para isso se atem ao problema da ciência como instituição e entende a ciência livre de qualquer imposição/necessidade social. (SHINN & RAGOUET, 2008)

De acordo com Shinn e Ragouet (2008), outras abordagens da sociologia da ciência, que, aos poucos, vão substituir a mertoniana, começam a se ocupar da ciência como ação/atividade, ou seja, passam a investigar a ciência a partir da

própria produção do seu conhecimento (passando a considerar também o conteúdo do conhecimento) e não mais considerando apenas aspectos organizacionais e institucionais. E, além disso, passam a entender que a ciência está sujeita a demandas político-econômicas.

Dentre essas novas abordagens, destaca-se a do Programa Forte (cujos maiores representantes são Bloor, Barnes e Edge) e as etnográficas (aqui representadas pelo trabalho de Latour e Woolgar). As discussões sobre essas abordagens serão feitas com base no trabalho de Shinn e Ragouet (2008) e de Dusek (2009).

O **Programa Forte**, que teve sua origem na Universidade de Edimburgo na década de 1970, buscou estabelecer um método científico para o trabalho do sociólogo da ciência, baseado em quatro princípios básicos, segundo os quais os sociólogos deveriam: detectar as causas e as razões (sociais) às quais obedecem as descobertas científicas (causalidade); de maneira imparcial, sem prejudicar sobre a verdade ou a falsidade dos conhecimentos que estuda (imparcialidade); utilizando as mesmas explicações seja para teorias verdadeiras ou falsas (simetria) e utilizando argumentos que podem ser aplicados à sociologia (reflexividade).

Seu interesse centrava-se em analisar os fatores que influenciam o conteúdo intelectual das ciências. Analisando a ciência feita, mais especificamente as tomadas de posições dos cientistas em controvérsias, os seguidores do Programa Forte afirmam que o que pesa nas decisões científicas é um conjunto de “fatores extrínsecos” à atividade científica, como por exemplo, as crenças políticas e religiosas, os interesses sociais, o clima sociopolítico da época, etc. Dessa forma, afirmam que as normas que distinguem a ciência da não-ciência variam no espaço e no tempo, pois sofrem modificações impostas por fatores sociais, que independem da ciência em si.

O Programa Forte enfatiza, portanto, o enfoque macro-social, descrevendo de que forma a diversidade dos fatores sociais (políticos, econômicos, culturais, religiosos etc) influenciam na atividade científica.

De acordo com García *et al.* (1996), o Programa Forte teria orientado a vertente europeia do movimento CTS, sendo entendido como um impulsionador da mesma. Para García *et al.* (1996),

Bloor apresenta seu Programa Forte como uma ciência da ciência. Seu significado, tal e como é defendido, implica a morte da reflexão epistemológica tradicional e a reivindicação da análise empírica: só uma ciência, a sociologia, pode explicar adequadamente as peculiaridades do mundo científico. (Tradução da autora⁸) (GARCIA, *et al.* 1996, p. 76).

As **abordagens etnográficas** se caracterizam por olhar para a ciência no curso em que ela é feita; têm Bruno Latour e Steve Woolgar como seus maiores representantes. As pesquisas etnográficas de Latour e Woolgar culminam na publicação do livro *Vida de Laboratório* (*Laboratory Life*, 1979), que se centra no relato e análise do dia-a-dia de uma comunidade científica, cujos dados foram coletados em um laboratório de neuroendocrinologia norte-americano. Estão preocupados, portanto, com os objetos sobre os quais os cientistas trabalham e as consequências de suas ações e não nas lutas de poder que ocorrem entre os cientistas (interesse de Merton).

Em síntese, as abordagens etnográficas, enfatizam o enfoque micro-social, descrevendo os acontecimentos inerentes aos lugares onde se produz a ciência, ou seja, aos laboratórios. De acordo com as análises realizadas nesse âmbito, o motor das práticas científicas seria a procura por credibilidade e crescimento dos grupos de pesquisa. Além disso, destacam que o trabalho científico apóia-se fortemente na escrita, ou seja, na produção de enunciados impessoais e de pretensão universal.

Também preocupado em analisar as condições sociais da ciência encontra-se **Pierre Bourdieu**, que defende que essa análise deve ser permeada por uma concepção de ciência livre das compreensões: “ciência pura” (mertoniana - que entende a ciência livre de qualquer necessidade social) e “ciência escrava” (programa forte e etnográfica - que entende que a ciência está

⁸ Tradução de: “Bloor presenta su Programa Fuerte como una ciencia de la ciencia. Su significado, tal y defendido, implica la muerte de la reflexión epistemológica tradicional y la reivindicación del análisis empírico: sólo una ciencia, la sociología, puede explicar adecuadamente las peculiaridades del mundo científico.” (GARCIA, *et al.* 1996, p. 76).

sujeita a todas as demandas político-econômicas) (BOURDIEU, 2004). Nessa perspectiva ele introduz a ideia de “*campo científico*”, que seria um microcosmo relativamente autônomo, dotado de leis próprias, que faz imposições, solicitações, pressões, etc., independentes do mundo social global (macrocosmo) que o envolve. Para entender a ciência deve-se considerar, portanto, interações presentes no interior do próprio campo e suas relações com outros campos, como o social, político e econômico.

Nessa proposta, a ciência e o conhecimento científico resultam de lutas entre posições e agentes que disputam a autoridade e legitimidade científica; o campo científico está baseado, portanto, na competição e na disputa pela hegemonia. Para Bourdieu (1994, p. 122) “a verdade científica reside numa espécie particular de condições sociais de produção; isto é, mais precisamente, num estado determinado da estrutura e do funcionamento do campo científico”.

Para muitos autores, dentre eles Shinn e Ragouet (2008), a ideia de “campo científico”, proposta por Bourdieu, parece ser sinônimo de disciplina e isso torna-se um problema pois a ciência está multifacetada, e não se desenvolve apenas sob o regime disciplinar (centrado em comunidades de pesquisa). Nesse sentido, Shinn e Ragouet, defendem que é preciso considerar mais três regimes: utilitário (centrado em associações profissionais interessadas em patentes, além de publicações – seriam, por exemplo, as empresas e indústrias); transitório (representando os grupos intermediários, que trabalham sob o regime disciplinar e utilitário); transversal (representando os grupos ou pessoas que não trabalham em instituições, mas para elas, seriam os profissionais autônomos que prestam serviços e assim, tem um grau de liberdade maior).

Nessa perspectiva, os autores defendem que não basta mais olhar para a ciência, e para as comunidades de pesquisa, do ponto de vista disciplinar, é preciso ampliar esse olhar, considerando os outros regimes. Dito de outra forma, a ciência é uma “coisa” muito complexa para ser analisada somente do ponto de vista das comunidades de pesquisadores.

Preocupados com isso, Shinn e Ragouet, propõem seguir o modelo da “Tripla Hélice”, proposto por **Loet Leydesdorff** e **Henry Etzkowitz**, que sugere uma articulação entre o Estado, as universidades e as empresas (o setor

produtivo). De acordo com esse modelo, o estado, as universidades e as empresas estariam articulados de modo não hierarquizado, compartilhando responsabilidades na construção das bases científicas. A universidade, nesse contexto, deixou de ser apenas fornecedora de conhecimentos e de capital humano e passa a ser responsável pela criação de propriedade intelectual e até de novas empresas (ETZKOWITZ & LEYDESDORFF, 2001 *apud* CZELUSNIAK; CORDEIRO & DERGINT, 2010).

Cabe destacar que, no âmbito brasileiro vem sendo traçadas algumas críticas com relação a esse modelo. De acordo com Trigueiro (2001) ele é limitado pra analisar as peculiaridades do desenvolvimento científico-tecnológico brasileiro porque ele pode incluir inúmeras outras organizações e atores - não-governamentais e não-empresariais. Nesse sentido o autor argumenta que o mais adequado seria falar numa “hélice ênupla (n-upla)”, numa múltipla articulação, de enésimo grau, entre instituições e organizações da sociedade, sendo o enésimo ou a ênupla um indicativo de um número bastante grande - “n” - de elementos ou instituições articuladas (TRIGUEIRO, 2001, p.30).

Ainda assim, com base nos trabalhos de Pierre Bourdieu, que concebe a ideia de “campo científico”, e de Loet Leydesdorff e Henry Etzkowitz que propõem o “modelo da Tripla Hélice”, Shinn e Ragouet sugerem uma abordagem *transversalista da atividade científica*; que, mesmo reconhecendo a historicidade e as fortes ligações entre ciência e sociedade, entende a ciência enquanto esfera dotada de alguma especificidade (social e cognitiva).

Em **síntese**, foram apresentadas três visões sobre as “influências” sociais na produção da ciência (SHINN & RAGOUET, 2008):

- (i) **Diferenciacionista:** *que defende que a ciência é uma atividade social diferente das demais atividades e que não sofre influência de outras esferas sociais, a exemplo da abordagem mertoniana;*
- (ii) **Antidiferenciacionista:** *que nega qualquer separação entre ciência e sociedade; a atividade científica não tem especificidades relevantes que a difere de outras atividades, como, por exemplo,*

a política e a economia. Como exemplo, temos o Programa Forte e as abordagens Etnográficas.

- (iii) **Transversalista:** que defende a autonomia relativa do *campo científico*, que resulta de forças transversais que atravessam esse campo e o ligam com outros campos sociais; nessa perspectiva existem fluxos migratórios transversais aos espaços disciplinares.

Shinn e Ragouet (2008) destacam que o *diferenciacionismo* mertoniano falhava por corroborar a ideologia da autonomia científica e o *antidiferenciacionismo* por potencializar uma ideologia anti-ciência. Assim, ao passar do cenário diferenciacionista ao antidiferenciacionista, perde-se a unidade e autonomia relativa da ciência, as formas de divisão do trabalho que a caracterizam e suas particularidades epistemológicas; por outro lado, aprende-se muito sobre a ciência como ela realmente é, ou seja, como ela é feita nos laboratórios.

Nesse sentido, de acordo com os autores, a abordagem transversalista tem como objetivo uma visão realista e dinâmica dos campos disciplinares e procura apreender, ao mesmo tempo, as dinâmicas internas desses campos, a emergência de dinâmicas transversais e restituir as relações de interdependência entre o campo científico e outros microcosmos sociais (SHINN & RAGOUET, 2008, p. 136).

3.1.3 Considerações, articulações e limitações

Foram apresentadas diferentes propostas que abordam a produção do conhecimento científico com a intenção de buscar elementos que iluminem o debate acerca das relações CTS. Essas propostas destacam, ainda que sob diferentes pontos de vista, as relações entre ciência e verdade, objetividade e autonomia científica; e a produção social da ciência: quem produz o conhecimento e como é produzido. Além disso, cabe destacar que a maior parte delas, tem em comum o fato de considerar que a ciência sempre é “feita a muitos”; como destaca Fonseca (2007),

Não há um processo inerte e separado em que cientista e natureza interagem dialogicamente resultando na produção da ciência. Nessa relação sempre haverá outros atores e é essencial que nas análises sobre a ciência haja um olhar que considere não só o sujeito/cientista e o seu objeto de estudo, mas também as interações e relações que se estabelecem neste processo de produção de verdade científica. (FONSECA, 2007, p. 368)

Esses olhares surgiram em épocas distintas, possuem forte relação com o contexto social, político e econômico de cada período. Nesse sentido, para situar melhor essas discussões, nos parece importante relacioná-las ao contexto histórico em que se desenvolveram.

Com essa intenção, destaca-se que o olhar de Bacon foi proposto em um período de crença inabalável no progresso; em que a esperança dos homens repousava nos poderes que eram proporcionados pelo crescimento de seus saberes, do domínio que esses conhecimentos proporcionavam sobre a natureza, ou seja, do poder da ciência (JAPIASSU, 2007). Assim, não havia porque temer a ciência. Para caminhar em direção ao progresso, partir para a conquista e transformação do mundo, o Saber precisava deixar de ser especulativo ou contemplativo e passar a seguir um método racional.

De certa forma, é ainda com uma concepção, sob alguns aspectos semelhantes, que vários séculos depois foram propostos os olhares Circulo de Viena e de Merton. A preocupação centrava-se, portanto, em descrever o que era ciência, na intenção de distingui-la da pseudociência.

Na primeira metade do século XX, em virtude do desconforto com relação à ciência, surgem críticas a essa maneira de olhar para a ciência e, com isso, surgem novas propostas, a exemplo do olhar falsificacionista (ou hipotético - dedutivo), proposto por Popper.

Esse desconforto, de acordo com Hobsbawm (1995), não se devia ao temor dos resultados práticos da ciência - ou seja, não tinha relação com as questões tecnológicas mais diretas pois a ciência tinha poucas aplicações práticas - mas às incertezas sobre o que fazer com as teorias e descobertas científicas. Ele caracteriza esse período como sendo de “complacência científica” (HOBBSAWM, 1995, p. 515) e para exemplificar, cita uma frase que Robert

Milikan (que recebeu o Prêmio Nobel em 1923) escreveu em 1930: “Pode-se dormir em paz com a consciência de que o Criador pôs alguns elementos à prova de erro na obra de suas mãos, e de que o homem é impotente para causar qualquer dano titânico”.

De acordo com Boaventura de Souza Santos (1978), é na primeira metade do século XX que têm início as críticas à função social da ciência, e associado a isso, tem origem um movimento em defesa de uma compreensão mais clara sobre a funcionalidade da ciência, com o intuito de definir as condições em que essa deveria ser praticada principalmente para reunir argumentos a favor de sua autonomia. A preocupação centrava-se em evitar os abusos da ciência, que começavam a ser notados na sociedade, relacionados, por exemplo, à “prostituição” da ciência para fins bélicos e ao aumento do desemprego, acarretado pelo desenvolvimento científico-tecnológico (industrialização). Essas implicações poderiam ocasionar uma intervenção maior por parte do estado, o que resultaria em uma perda de autonomia por parte da ciência e, conseqüentemente, num menor desenvolvimento.

Como destaca Boaventura de Souza Santos,

A ideologia da fé na ciência, que o século XIX transportara aos píncaros da aceitação social, começava a receber os primeiros golpes significativos. Os resultados da aplicação da ciência impediam que o progresso científico continuasse a ser considerado incondicionalmente bom. Criavam-se condições para perguntar pelas funções sociais da ciência. (SANTOS, 1978, p. 5)

Essas críticas vão se intensificar no final de 1950, depois da Segunda Guerra Mundial e da explosão das bombas atômicas em Hiroshima e Nagasaki, com isso, começam a surgir, também, críticas a forma com que se olhava para a ciência, que se distanciava da prática científica real. Até então a ênfase maior dos estudos se dava em explicar o que significava a atividade científica; definir o método científico, para que se pudesse demarcar o que era ciência e o que não era; tudo isso com a intenção maior de apoiar uma posição ideológica de liberdade da ciência. Dentre os estudos que tem esse caráter de crítica, merece destaque o realizado por Thomas Kuhn. Como apresentado anteriormente, Kuhn começa a se preocupar com a ciência como ela realmente é.

Os trabalhos de Thomas Kuhn influenciam, também, a sociologia da ciência. Como ressaltado por Lamo de Espinosa e colaboradores *apud* Rodrigues Jr. (2002), o trabalho de Kuhn

(...) foi um dos marcos mais importantes e desde logo o detonador mais direto que desencadeou a reorientação dos objetivos abordados pela Sociologia da Ciência. A repercussão de sua obra influenciou de forma notável a mudança de problemática daqueles sociólogos (Merton e sua escola principalmente) ocupados com a ciência como instituição social (LAMO DE ESPINOSA, 1994, p. 515).

As novas perspectivas que vão progressivamente substituir a abordagem mertoniana afirmam que os conteúdos da ciência são passíveis de análise sociológica e, além disso, adicionam realismo às explicações sobre a organização e construção da ciência. De acordo com Dagnino (2008), a maior contribuição dessas novas abordagens (denominadas por “Nova Sociologia do Conhecimento”), foi a de adicionar realismo às explicações da vertente mertoniana, que caracterizavam a ciência como sendo produzida em um ambiente asséptico, livre de interesses e valores, onde imperavam o método e a busca da verdade. Além disso, cabe destacar que também contribuíram para identificar as condições sociais internas de produção do conhecimento científico, da qual participam vários atores (cientistas e não-cientistas) que reúnem uma série de argumentos (técnicos e não-técnicos).

Durante a Segunda Guerra, como destaca Hobsbawm (1995), começou-se a perceber que as “descobertas” da ciência tinham um potencial tecnológico imediato, e, com isso, passou-se a acreditar que investimentos em ciência e tecnologia poderiam resolver os mais difíceis problemas num tempo relativamente curto. O que acarretou em investimentos astronômicos nessa área, principalmente por parte dos governos, compreendendo o poder real que advinha de seu domínio. Contudo, a ciência e a tecnologia ainda não eram algo sem as quais a vida diária seria inconcebível, como o são hoje; apenas poucas pessoas tinham acesso aos seus grandes feitos. Assim, as críticas à ciência vinham dos que achavam que podiam controlá-la e não da população leiga em ciência, ou seja,

partiam das próprias comunidades científicas, a exemplo dos estudos de Kuhn e do Programa Forte.

Em torno da década de 1960, ao perceber que a ciência tinha forte relação com o desenvolvimento econômico e poder de produzir grandes mudanças – talvez irreversíveis – no planeta Terra, a sociedade “externa” à ciência passou a intrometer-se de forma mais direta e com mais força na atividade científica. Surgiram assim, debates sobre a necessidade de limitações práticas e morais à atividade científica, o que está presente, por exemplo, nas discussões de Bourdieu e no modelo da Tripla Hélice, que aqui são consideradas abordagens transversalistas.

Por fim, vale lembrar a frase com que Hobsbawm inicia a discussão sobre os “Feiticeiros e Aprendizizes” da “Era dos Extremos”: *“Nenhum período da história foi mais penetrado pelas ciências naturais nem mais dependente delas do que o século XX. Contudo, nenhum período desde a retratação de Galileu, se sentiu menos à vontade com elas.”* (HOBBSAWM, 1995, p. 504).

Esse desconforto, ainda que ocorrido em épocas distintas e relacionado a diferentes questões, levou a mudanças na maneira de olhar para a ciência. Num primeiro momento, o desconforto relacionava-se a questões mais internas da ciência, que preocupava os próprios cientistas. Num segundo momento o desconforto atinge, também, o mundo externo da ciência e isso amplia as discussões, que deixam de estar voltadas unicamente para a organização e construção da ciência. Tem início discussões voltadas para as relações entre a ciência e a tecnologia e para as implicações sociais do desenvolvimento científico-tecnológico, o que será discutido a seguir.

As críticas às implicações sociais do desenvolvimento científico-tecnológico se intensificam no final de 1950, depois da Segunda Guerra Mundial e da explosão das bombas atômicas em Hiroshima e Nagasaki. Contribuíram para isso, os movimentos ativistas e pacifistas, que receberam incentivo com a publicação do livro *“Primavera Silenciosa”* de Rachel Carson, em 1962.

Nesse livro, Carson (2010) sintetiza uma série de informações e fatos que denunciam o efeito dos pesticidas, em especial do DDT, e de outros poluentes químicos tóxicos sobre o meio ambiente e a saúde. Conforme relatado por

Edward Wilson (no posfácio do livro publicado em 2010), os cientistas e ambientalistas já tinham conhecimento do problema, assim, o grande feito de Carson foi sintetizar esse conhecimento o que acabou repercutindo em âmbito nacional e dando origem a um debate sobre a responsabilidade da ciência e os limites do progresso tecnológico, ainda que essas questões não estejam presentes, de maneira explícita, no livro. De acordo com Linda Lear (que escreveu a introdução da edição de 2010), “O livro de Carson deu início a uma transformação na relação entre os seres humanos e o mundo natural, e incitou o despertar da consciência pública ambiental” (CARSON, 2010, p.11).

A obra de Carson surge num período áureo da Guerra Fria, no qual predominava uma visão de ciência salvacionista, redentora de todos os problemas da humanidade. Como destacado por Linda Lear,

A Guerra Fria, com seu clima de suspeição e intolerância, estava em seu zênite. A indústria química, uma das principais beneficiárias da tecnologia do pós-guerra, era também uma das principais autoras da prosperidade nacional norte-americana. O DDT possibilitou a vitória sobre as pragas de insetos na agricultura e as velhas doenças transmitidas por insetos tão certamente quanto a bomba atômica destruíra os inimigos militares dos Estados Unidos e alterara dramaticamente o equilíbrio de poder entre os seres humanos e a natureza. A população atribuía aos químicos, trabalhando em seus aventais brancos engomados em remotos laboratórios, uma sabedoria quase divina. Os resultados de seu trabalho eram ornamentados com a presunção de beneficência. Nos Estados Unidos do pós-guerra, a ciência era Deus, e a ciência era masculina. (Linda Lear em CARSON, 2010, p.12)

Cabe destacar que essa discussão de cunho mais ambientalista, aqui sintetizada a partir do trabalho de Carson, não se resume a ela e, sem dúvida, envolve vários atores e acontecimentos. Também vale ressaltar outra crítica que surge nesse período e tem ganhado força nos últimos anos: a discussão sobre as questões de gênero na ciência. De acordo com García e Sedeño (2002) ela começa com o reconhecimento da escassa presença de mulheres nas ciências e relaciona-se a questões epistemológicas mais amplas, voltadas ao papel do sujeito na construção do conhecimento, defendendo que não é possível compreender a ciência, ignorando o contexto social do sujeito cognoscente.

Sendo assim, mesmo apresentando diferentes olhares, de uma forma geral, é possível afirmar que as propostas e esquemas que se preocupam unicamente com a organização das comunidades científicas e a dinâmica das atividades desenvolvidas pelas mesmas, não são suficientes se pretendemos olhar para a ciência nos tempos atuais. Precisamos buscar outros quadros para dar conta das inúmeras injunções e articulações que hoje sustentam e condicionam a prática científico-tecnológica, ou seja, a ciência e a tecnologia e suas relações com o desenvolvimento social. Nesse sentido, e no que se refere à construção da ciência, merecem destaque os trabalhos de Hugh Lacey, que defende uma mudança de postura com relação às estratégias de pesquisa utilizadas na produção do conhecimento científico. Segue uma discussão dos pressupostos defendidos por esse autor.

3.1.4 Ciência e desenvolvimento social – Uma questão de valores

Lacey (2010) discute a interação entre a ciência e os valores e afirma que o senso comum da ciência nega qualquer lugar para os valores na construção da mesma e, dessa forma, a pergunta de como a ciência deve proceder para promover o bem estar humano é imprópria. Essa concepção, segundo ele, está alicerçada em três teses: imparcialidade, neutralidade e autonomia.

O conhecimento científico seria imparcial no sentido em que a escolha entre teorias se fundamenta apenas e tão somente em um procedimento baseado em regras ou em valores cognitivos; essa subtese se refere, portanto, às razões epistêmicas consideradas legítimas para a aceitação ou rejeição de teorias. A concepção de neutralidade defende que a ciência não atende a interesses ou perspectivas de valor em particular, podendo se adequar a qualquer ideologia ou visão de mundo. Por fim, a subtese da autonomia defende que a ciência deve ser financiada por instituições autônomas, para ser livre de qualquer tipo de pressão ou interferência, seja de ordem econômica, política ou moral.

As teses da imparcialidade e da neutralidade poderiam ser sustentadas, caso houvesse uma articulação maior entre valores cognitivos e valores sociais, ainda que prevaleçam os cognitivos, e caso houvesse uma pluralidade de

estratégias metodológicas. A tese da autonomia, porém, não se sustenta; a ciência sempre sofrerá pressões e interferências.

As estratégias, algo semelhante aos paradigmas de Kuhn, permitem selecionar as perguntas a serem feitas e, além disso, as teorias capazes de responder às perguntas. Na perspectiva de Kuhn as estratégias são variáveis historicamente, assim, como, conseqüentemente, o objeto da investigação científica. Para Lacey, além de influências históricas, há influências relacionadas aos valores dos responsáveis por sua construção. Assim, a decisão sobre quais problemas de pesquisa são escolhidos e como resolvê-los reflete os valores de quem os define.

Para ele, a ciência tem se orientado, unicamente por estratégias materialistas, que assumem uma variedade de formas, mas reduzem a ciência a teorias que representam evidências empíricas de fenômenos, explicados e mensurados exclusivamente a partir de estruturas, processos, interações e leis subjacentes, abstraídos de qualquer contexto e dos valores sociais. Essa ciência, orientada por estratégias materialistas, segundo Lacey, é reducionista:

Uma característica da ciência reducionista é fornecer compreensão dos fenômenos exclusivamente em termos de suas estruturas subjacentes e componentes moleculares, de seus processos e interações, e das leis que os governam, abstraindo de suas relações com a vida e a experiência humanas, bem como de suas relações sociais e econômicas. Dessa forma, seus objetos são em si mesmos, nas palavras de Shiva, “mortos, inertes, sem valor” (Shiva, 2001, cap. 2). (LACEY, 2010, p.211)

Assim, a ciência reducionista, guiada por estratégias materialistas, é criticada não pelo que inclui, em termos de conhecimento, mas pelo que deixa de fora. Por tratar os problemas de forma fragmentada, como um conjunto de aspectos que podem ser investigados individualmente. O que, na concepção de Lacey, não acontece por acaso, mas em função dos valores da sociedade atual (na concepção de Kuhn isso acontece em função do momento histórico). Nesse sentido, ainda que muitos defendam que na perspectiva dessas estratégias materialistas, a ciência esteja livre de valores, ela não está.

Para Lacey, a aplicação tecnológica tem um papel central, não somente a partir do desenrolar da própria tradição científica, mas também a partir do domínio da vida e experiências cotidianas, e das estruturas das práticas sociais. Nessa perspectiva, a estratégia adotada na pesquisa depende da localização social do investigador, e da maneira pela qual tais aplicações são avaliadas a partir dessa localização. Diferentes lugares sociais levam a adoção de estratégias completamente diferentes, podendo ser, inclusive, rivais. O que leva a um determinado conhecimento não estar disponível e/ou ser aplicável em outros contextos. Em suas palavras,

As aplicações [da ciência] envolvem não somente questões de eficácia, mas também de legitimação ou valor social, é simplesmente arbitrário insistir que o que “conta” como um fenômeno cientificamente interessante é determinado unicamente tendo em vista o desenrolar interno da tradição científica, e não também pelos interesses relativos às aplicações. (LACEY, 2010, p.96)

Sendo assim, ele defende que a ciência deveria se orientar, também, por outras estratégias e não somente pelas materialistas. Assim, seria possível minimizar a probabilidade de um conjunto de valores ser preponderante no direcionamento da pesquisa científica, fazendo com que ela tenha um alcance maior. Somente esse pluralismo permite à ciência contribuir para o bem estar da população; entendido como a capacidade de agir frente a aspectos importantes da sua vida, guiada por convicções sustentadas por valores. De acordo com Lacey,

Todas as estratégias têm um alcance “local” ou “limitado”; nenhuma pode pretender encapsular todas as possibilidades de fenômenos. A obtenção de um entendimento abrangente dos fenômenos requer o cultivo de uma multiplicidade de estratégias, sendo cada uma (em princípio) capaz de identificar uma classe particular de possibilidades cujo interesse talvez derive da valorização do fato de algumas dessas possibilidades serem realizáveis na prática tecnológica. (LACEY, 2010, p.124)

Em geral, valores do capital e do mercado têm ditado as regras; ou seja,

O prestígio das estratégias materialistas e o usual estreitamento do significado da “ciência” refletem não credenciais epistêmicas superiores, mas o maior valor social de suas aplicações entre

aqueles que dão prioridade a relações de controle sobre os objetos naturais e o valor econômico das coisas. (LACEY, 2010, p.170)

Os valores sociais não desempenham um papel camuflado na aceitação e na rejeição e teorias; e, sendo assim, as controvérsias sobre valores deveriam tornar-se parte do debate na comunidade mundial dos cientistas. Esses deveriam ter liberdade de optar por abordagens que lhes permitam identificar possibilidades que servem aos interesses a movimentos sociais mais amplos, a exemplo do Fórum Social Mundial. Somente assim será possível um conhecimento científico capaz de informar projetos valorizados em outras perspectivas de valor.

Lacey (2010) exemplifica esses argumentos analisando as controvérsias sobre as pesquisas com transgênicos, que, segundo ele, são marcadas pela polarização a respeito dos valores. Dependendo de quais os valores adotados (comerciais ou não comerciais) as respostas a questões, como as relacionadas aos riscos do plantio e comercialização dos transgênicos, são diferentes. O que não torna a pesquisa científica irrelevante, apenas mostra que ela não pode, sozinha, responder questões relativas à legitimação, sendo necessária uma interação entre essa e a ética, entendida enquanto visão moral. Isso, por sua vez, implica em políticas públicas sobre esses temas, determinadas por comissões formadas por cientistas e, também, por grupos que representam diferentes perspectivas de valores da sociedade como um todo.

Assim, ele afirma que essas questões controversas, a exemplo dos transgênicos, podem ser tratadas cientificamente, mas somente se incluirmos uma variedade de estratégias, das quais a materialista é apenas uma (embora muito importante). Ou seja,

No conflito sobre as sementes, dois modos de vida fundamentalmente incompatíveis se contrapõem: um enfatizando os agroecossistemas sustentáveis, o outro a primazia do mercado. A ciência (pesquisa empírica e sistemática), dada sua multiplicidade de estratégias, pode informar a ambas, porém não legitima a nenhuma. (LACEY, 2010, p. 173)

Essa não legitimação ocorre porque ela é orientada por estilos de vida, ou seja, por valores. Ainda que a ciência possa contribuir para esclarecer uma séria

de dúvidas, uma determinada pesquisa será legítima para um determinado grupo social se ela for coerente com os valores assumidos por esse grupo. Ter clareza com relação a essa incapacidade de legitimação por parte da ciência contribui para percebermos sua insuficiência, mas não a desqualifica.

Em síntese, Lacey defende que a solução é reconhecer que a ciência não está livre de valores (que direcionam as questões a serem investigadas e seus resultados) e isso implica em adotar diferentes estratégias, além da materialista, usualmente utilizada. As estratégias alternativas devem considerar, principalmente, as relações sociais e econômicas, encarando que os problemas (ou, como no caso dos transgênicos, as sementes) não se reduzem a entidades abstratas, neutras, livres de quaisquer juízos de valor. Muito pelo contrário, elas apresentam uma multiplicidade de facetas, que devem ser incluídas nas investigações.

Assim, Lacey (2010) amplia o olhar sobre a ciência. Deixa de analisar, somente, a organização das comunidades de pesquisa e a produção de conhecimentos e passa a enfatizar as relações com o desenvolvimento social, destacando que isso se refere a uma questão de valores sociais e de estratégias de pesquisa.

3.2 OLHARES PARA A TECNOLOGIA

Considerando que a intenção desse ensaio é buscar subsídios para a construção de um panorama sobre as diferentes visões a respeito da ciência, da tecnologia e da sociedade, entendemos que é preciso olhar para as questões tecnológicas e as relações estabelecidas entre essas, a ciência e a sociedade. Nessa linha, destacam-se dois grupos de trabalhos. Um com o olhar mais voltado para definição da tecnologia e suas relações com a ciência e outro preocupado com as relações entre tecnologia e desenvolvimento social; aqui representado através das discussões sobre Política Científico-Tecnológica.

Essas discussões serão traçadas com base nos trabalhos de Milton Vargas, Val Dusek, Marcos Barbosa de Oliveira, Alberto Cupani, Álvaro Vieira

Pinto, Carlos Osório, Miguel Quintanilla, Carl Mitchan, Andrew Feenberg, Renato Dagnino, Maíra Baumgarten e Amilcar Herrera. Esses autores foram definidos a partir de sua presença em trabalhos sobre CTS e, também, porque trazem considerações relevantes para construirmos um panorama das diferentes visões sobre tecnologia. Certamente há vários outros que também poderiam contribuir para o debate, porém seria impossível considerar todos.

Cabe destacar que embora tenhamos separado em dois grupos, alguns dos autores discutidos no primeiro item (“a tecnologia e suas definições”) apresentam considerações importantes sobre as relações entre a tecnologia e o desenvolvimento social e vice versa. Assim, a separação é apenas uma maneira de organizar a discussão e ressaltar essas duas formas de olhar para a tecnologia, que, certamente, não esgotam as possibilidades, mas permitem construir um panorama sobre o assunto em questão.

3.2.1 A tecnologia e suas definições

A tecnologia, de acordo Dusek (2009) e Cupani (2006), foi esquecida nas discussões filosóficas sobre a ciência, até meados do século XX. Como justificativa para esse esquecimento, estaria a compreensão hegemônica da época: que a tecnologia é mera aplicação da ciência e que a tecnologia é sempre benéfica. Sendo assim, não haveria nenhum problema filosófico que se refere a ela e, portanto, a mesma não despertava o interesse dos filósofos da época.

Cabe lembrar que desde a era romântica de fins do século XVIII havia críticas em relação ao progresso e aos efeitos totalmente benéficos da tecnologia. Contudo, apenas em meados do século XX - influenciados pelos acontecimentos em Hiroshima e Nagasaki, pelo conhecimento do poder de destruição da bomba atômica e da bomba de hidrogênio, pela consciência de que a poluição industrial e sua degradação no meio ambiente eram um problema importante - surgiu uma onda de interesse sobre as implicações (em especial, os efeitos colaterais negativos) da tecnologia.

Dessa forma, cerca de três séculos após o início das discussões sobre a natureza do conhecimento científico, foi fundada a Sociedade para a Filosofia da

Tecnologia (em 1976). Porém, de acordo com Dusek (2009), o campo da filosofia da tecnologia ainda não está consolidado; isso ocorre em virtude do seu início tardio e por envolver diferentes áreas do conhecimento, como por exemplo, filosofia da ciência, filosofia política e social, ética, estética e filosofia da religião (DUSEK, 2009, p. 10).

Uma das discussões que tem ocorrido no âmbito desses estudos é a que se refere ao conceito ou à definição de tecnologia. Nesse sentido, destaca-se, num primeiro momento, o trabalho de Álvaro Vieira Pinto e, a partir dele a relação técnica-tecnologia. Cabe destacar que Pinto apoia-se nos trabalhos de Marx, sendo assim, articula seu estudo sobre o desenvolvimento tecnológico às explicações históricas e o considera como principal motor da história.

Com relação à obra de Karl Marx, é importante deixar claro que ele não desenvolveu uma teoria específica sobre a ciência ou a tecnologia. O que aparece como central em sua obra são as relações de produção, as relações trabalhistas e a questão da divisão de classes e, a partir disso, discussões sobre Tecnologia e sobre Ciência. Também cabe destacar sua posição dúbia – em alguns momentos há críticas à evolução tecnológica e sua capacidade de alienar a sociedade, e, em outros, é possível perceber a admiração pelas mudanças técnicas que aconteciam desde o século XIX. Em função disso, as suas obras podem levar ao entendimento de que há um triplo ponto de vista em relação ao tema. Isto é, nos trabalhos de Marx a tecnologia é apresentada ora como elemento neutro ou instrumental, ora como elemento de subordinação e exploração do trabalhador e também como determinante das mudanças responsáveis pela sucessão dos modos de produção. (DAGNINO, 2008; GERALDES *et al.*, 2008)

Com base nos pressupostos marxistas, Álvaro Vieira Pinto (2005) inicia sua discussão sobre “o conceito de tecnologia” chamando atenção para o “maravilhamento” do homem face à “era tecnológica”. Para ele a utilização desse termo e a ideia de que é algo recente, nunca visto antes, é um artifício ideológico das classes dominantes, que procuram, com isso, glorificar sua dominação. Nas palavras de Pinto (1970) *apud* Lima Filho (2010, p.86) “Não existe “concepção

tecnológica da sociedade” como conceito respeitável, mas apenas como expressão literária, usada por articulistas ou sociólogos impressionistas”.

Pinto (2005) coloca que o “maravilhamento” é intrínseco ao ser humano, contudo tem mudado ao longo dos séculos; primeiramente, o homem maravilhava-se diante da natureza; hoje, maravilha-se diante de suas próprias obras. Isso acontece porque ele perdeu a noção de ser autor de suas obras; encontra-se tão distante das mesmas e do mundo, impossibilitado de usar os resultados de seu trabalho que não os reconhece como produto seu. Cabe a ele, portanto, maravilhar-se diante das máquinas e aparelhos, diante da comodidade e do conforto dessa era, que é superior a todas as outras. Esse discurso, imposto pela chamada “civilização técnica”, faz com que a mesma tenha cada vez mais prestígio, credibilidade, admiração e proteção.

Para Pinto (2005) isso acontece porque a sociedade não analisa o presente com sensibilidade histórica, o que torna absolutos os modos de existência de cada época, ou seja, as criações humanas nela possíveis. De acordo com o que ele defende, a era tecnológica existe desde que homens e mulheres se constituíram em seres capazes de elaborar projetos e de realizar os objetos ou as ações que os concretizam. Para ele a tecnologia é algo inerente ao desenvolvimento do homem. Nesse sentido, destaca que:

Todas as sociedades que até agora existiram foram tecnológicas, no sentido de serem dependentes das técnicas produtivas, materiais e ideais, de que dispunham, inclusive as de administração e governo. O que seria de espantar é que assim não fosse. ... A idéia de estarmos vivendo uma época de esplendor tecnológico é inteiramente ingênua, pois o mesmo pensaram os homens de todas as fases históricas precedentes em relação ao seu tempo. (PINTO, 1970 *apud* LIMA FILHO, 2010, p.86)

Associado a essa compreensão, o autor destaca que, o termo “tecnologia” tem sido usado de formas variadas, sendo possível distinguir pelo menos quatro significados principais: (1) tecnologia entendida como a teoria, a ciência, o estudo, a discussão da técnica; nas palavras do autor, “as artes, as habilidades do fazer, as profissões e, generalizadamente, os modos de produzir alguma coisa” (PINTO, 2005, p. 219); (2) tecnologia equivalendo pura e simplesmente a técnica; consiste

no sentido mais frequente, popular do termo, onde as duas palavras mostram-se intercambiáveis no discurso habitual, coloquial e sem rigor; (3) tecnologia entendida como o conjunto das técnicas de que dispõe uma sociedade, em qualquer fase histórica de seu desenvolvimento; é a esta acepção que se costuma fazer menção quando se procura referir ou medir o grau de avanço do processo das forças produtivas de uma sociedade; (4) tecnologia como a ideologização da técnica, onde, para o autor, “pode-se dizer que a palavra tecnologia menciona a ideologia da técnica” (PINTO, 2005, p. 220).

Para ele a abordagem de tecnologia mais consistente leva em conta a diversidade e a complexidade dos significados escondidos sob esse termo, especialmente no seu aspecto ideológico, ou seja, a quarta concepção seria a que merece mais atenção. Só essa abordagem, da tecnologia como ideologização da técnica, permitiria compreender o caráter mistificador e falso que se encontra por trás da ideia de “sociedade tecnológica”.

Como é possível perceber, a compreensão de tecnologia de Pinto vem associada a uma discussão sobre técnica. Contudo, para esse autor, a tecnologia não seria o uso ou o estudo da técnica em si, mas a técnica nas relações sociais entre homens. De fato, devido sua complexidade, a tecnologia não pode ser confundida com o mero estudo da técnica ou de um conjunto de técnicas, ainda que essa definição esteja presente nos dicionários da língua portuguesa e tenha sido proposta por alguns estudiosos no assunto.

A distinção entre técnica e tecnologia também é enfatizada por Vargas (1994) ao abordar a “essência” da tecnologia. Para ele, o que caracteriza o homem é o uso da técnica e da linguagem (considerada um sistema simbólico básico), que surgiram junto com ele – “só é humano aquele que possui a capacidade de se comunicar pela linguagem e a habilidade de fabricar utensílios pela técnica” (VARGAS, 1994, p. 171). Assim, a essência da técnica relaciona-se à procura do homem em adaptar circunstâncias naturais aos seus desejos de viver melhor. A essência da tecnologia, por sua vez, está associada ao emprego do saber científico moderno para a solução de problemas técnicos; é entendida, portanto, como “logos” da técnica. Teria originado no início do século XVII, em função da crença no conhecimento científico e da necessidade de instrumentos

de medida precisos, e se estabelecido depois da Segunda Guerra Mundial, momento em que a ciência passa a conduzir, de maneira efetiva, as realizações técnicas.

Para Vargas, portanto, a tecnologia não pode ser considerada como simples mercadoria que se vende ou se compra, mas antes como cultura que se adquire evoluindo; já que tanto os problemas técnicos como o conhecimento científico estão relacionados à cultura de uma nação, sendo produtos da mesma. Com base nesses pressupostos, Vargas analisa a evolução da tecnologia no Brasil, destacando que a mesma adentrou no Brasil em meados do século XIX, com a fundação das escolas de engenharia, e que obteve sucesso quando associada à prática da pesquisa, como nos casos do concreto armado e energia hidroelétrica.

Cupani (2006) também coloca que a diferença entre a tecnologia (contemporânea) e a técnica (de épocas e culturas anteriores) deve-se, em grande medida, à presença da ciência experimental na tecnologia. Contudo, o autor destaca que nem por isso é consenso que a tecnologia seja (mera) ciência aplicada e que há uma continuidade de propósitos entre a técnica e a tecnologia.

Na mesma linha, Winner (1979 *apud* OSÓRIO, 2002) nos diz que em épocas anteriores (nos séculos XVIII e XIX), a tecnologia esteve diretamente relacionada e limitada à técnica, contudo hoje ela pode ser entendida como um conjunto extremamente diversificado de fenômenos, ferramentas, equipamentos, máquinas, organizações, métodos e sistemas.

Osório, ao apresentar essa compreensão de Winner, destaca que em publicações posteriores, o mesmo teria apresentado uma definição diferente de tecnologia, que considerava, também, aspectos políticos. Com isso aquele autor chama atenção para a diversidade de pontos de vista e transformações que o conceito de tecnologia vem sofrendo ao longo dos anos.

Dusek (2009) também afirma que não é possível uma definição única para a tecnologia (embora os principais teóricos da tecnologia dos primeiros dois terços do século XX acreditassem na possibilidade). Ele entende que para definir e entender a tecnologia é importante levantar/analisar as relações estabelecidas, as aplicações do termo e seus limites.

Dessa forma, para o autor, qualquer tentativa de definição de tecnologia será uma definição sumarizante, pois “tenta aguçar as fronteiras de aplicação da palavra descrevendo o âmbito de aplicação e pontos de corte” (DUSEK, 2009, p. 45). Além disso, o autor destaca que não há uma essência ou característica única que define tecnologia: “as coisas que são incluídas sob a tecnologia são muito variadas e diversas e por isso não compartilham de uma única essência” (DUSEK, 2009, p. 46).

Com base nesse pressuposto o autor apresenta três definições ou caracterizações de tecnologia: (1) A tecnologia como instrumental – tecnologia é ferramenta e/ou máquina. (2) A tecnologia como regra – tecnologia relacionado à técnica, envolvendo relações de meios-fins e organizações para o estabelecimento dessas relações. (3) A tecnologia como sistema – leva em consideração o contexto humano de uso e compreensão da tecnologia. Além do instrumental, inclui as habilidades e organizações humanas necessários para operá-lo e mantê-lo. Nessa perspectiva, para que um determinado artefato seja considerado tecnologia é preciso estar inserido no contexto das pessoas que o usam, que o mantém e que o reparam (então, o que pode ser tecnologia para um grupo de pessoas pode não ser para outro grupo, depende do uso, da função atribuída pela sociedade).

Essa última definição (abordagem de sistemas tecnológicos) é entendida como definição de consenso da tecnologia, pois, de acordo com Dusek, é a mais aceita atualmente. Assim, sob esse ponto de vista, “tecnologia envolve a aplicação de conhecimento científico ou de outro tipo a tarefas práticas por sistemas ordenados que envolvem pessoas e organizações, habilidades produtivas, coisas vivas e máquinas” (DUSEK, 2009, p. 53).

A definição proposta por Pacey (1990) *apud* Santos e Mortimer (2002), também destaca a necessidade de diferentes olhares, ele entende que a compreensão de tecnologia deve vir acompanhada de três aspectos: (1) técnico: que representam os conhecimentos, habilidades e técnicas; instrumentos, ferramentas e máquinas; recursos humanos e materiais; matérias-primas, produtos obtidos, dejetos e resíduos; (2) organizacional: que representa a atividade econômica e industrial; atividade profissional dos engenheiros, técnicos

e operários da produção; usuários e consumidores; sindicatos; (3) cultural: que representa os objetivos; sistema de valores e códigos éticos; crenças sobre o progresso, consciência e criatividade.

Também Osório (2002) e Quintanilla (1988) consideram que há três abordagens acerca da tecnologia: (i) instrumental, que entende a tecnologia como ferramenta; (ii) cognitiva que analisa a tecnologia como produto da aplicação da ciência; (iii) sistêmica, na qual a tecnologia é entendida como sistema de ações intencionalmente orientadas à transformação de objetos para obter de forma eficiente um resultado valioso.

Com essa mesma perspectiva, Mitcham (1994), destaca que a tecnologia pode se abordada a partir de quatro pontos de vista: (i) como objeto – visão centrada nos artefatos; (ii) como uma classe de conhecimento – como saber tecnológico; (iii) como um conjunto de atividades que se resumem na produção dos artefatos; (iv) como uma manifestação de determinada vontade dos seres humanos e, portanto, associada aos valores.

Dagnino (2008a, p. 20) ao apresentar as classificações de diferentes autores - dentre eles Osório (2002), Quintanilla (1988), Mitcham (1994) – destaca a abordagem sistêmica. Nas palavras de Dagnino (2008a, p. 22)

Ao entender a tecnologia não como dependente da ciência representada com um conjunto de artefatos, mas como produto de uma unidade complexa, em que participam os materiais, os artefatos e a energia, assim como agentes que a transformam, esse Enfoque [sistêmico] considera que o fator fundamental do desenvolvimento tecnológico seria a inovação social e cultural, a qual envolve não somente as usuais referências ao mercado, como os aspectos organizativos, mas os valores e a cultura. (DAGNINO, 2008a, p. 22)

De acordo com Dagnino (2008a), o enfoque que considera a tecnologia como sistema seria o mais interessante, pois abre caminho para a participação da sociedade nas decisões sobre CT, já que entende a tecnologia como fruto da interação de distintos grupos sociais. Os enfoques que consideram a tecnologia como ferramenta e/ou como produto da aplicação da ciência, por sua vez, estariam enraizados por uma concepção de C&T neutra e determinista.

Dessa forma, para Dagnino (2008a), as diferentes compreensões sobre tecnologia vêm associadas a concepções sobre as relações ciência, tecnologia e sociedade, que podem ser classificadas em quatro grupos: (1) Tese forte da não-neutralidade, que entende que C&T, devido à sua funcionalidade, inibe a mudança social; (2) Tese fraca da não-neutralidade, que entende que C&T é determinada socialmente; (3) Neutralidade da C&T: que entende que C&T não influencia a sociedade e, (3) Determinismo tecnológico: que entende que C&T determina o desenvolvimento econômico e social.

Para ele, esses quatros grupos podem ser separados em dois grandes, de acordo com o modo como as relações entre CTS são abordas: com foco na sociedade ou na C&T. A “Tese fraca da não-neutralidade” e a “Tese forte da não-neutralidade”, fazem parte do grupo que possui como foco a sociedade, de acordo com o qual C&T são determinadas socialmente e tendem a reproduzir as relações sociais prevalecentes, podendo inclusive, inibir as transformações sociais. A “Neutralidade da C&T” e o “Determinismo Tecnológico” fariam parte do grupo que possui como foco a C&T que, nessa compreensão, “avança contínua e inexoravelmente, seguindo um caminho próprio, podendo ou não influenciar a sociedade de alguma maneira” (DAGNINO, 2008, p. 15).

Essa classificação, como apresentada por Dagnino, foi inspirada nas colocações de Andrew Feenberg, autor de filiação marxista, para quem a tecnologia é hoje entendida como um meio para se atingir fins. Assim, da mesma forma que a mercadoria em Marx, a tecnologia para Feenberg (2010) encobre uma relação de classes de uma época histórica determinada. Isso o leva a utilizar o conceito de *fetichismo da tecnologia* para mostrar que a tecnologia que nos é apresentada como politicamente neutra, eterna, a-histórica, sujeita a valores estritamente técnicos e, portanto, não permeada pela luta de classes, é construída historicamente. E, assim como a mercadoria, tende a obscurecer as relações de classe diluindo-as no conteúdo da técnica.

Para Feenberg, portanto, a tecnologia é entendida como um artefato cultural e, por isso, não está livre de influências históricas, políticas, culturais. Com base nesse discurso, Feenberg entende que as diferentes visões sobre

tecnologia podem ser classificadas em quatro vertentes distintas: (i) instrumentalista, (ii) determinista, (iii) substancialista e (iv) teoria crítica.

Na perspectiva instrumentalista a tecnologia é vista como uma ferramenta utilizada para realizar necessidades pessoais e, como tal, é sempre benéfica e visa o progresso da sociedade; só terá implicações indesejáveis se não for usada com ética (é, portanto, passível de controle). Na visão determinista a tecnologia também é vista como uma ferramenta capaz de ser usada para qualquer projeto político, porém é entendida como a força motriz da história, quem controla a humanidade e a molda às exigências de eficiência e progresso. A vertente substancialista entende que a tecnologia contém propósitos individuais e/ou sociais, ou seja, incorpora valor substantivo e não pode ser usadas para propósitos diferentes desses. Por fim, a teoria crítica, incorpora pressupostos instrumentalistas e substancialistas; vê na tecnologia uma promessa de maior liberdade, mas também, reconhece as consequências catastróficas do desenvolvimento tecnológico. Nessa perspectiva, a tecnologia não é mera ferramenta e, muito menos, neutra; é, acima de tudo, como coloca Feenberg, uma estrutura para um estilo de vida.

O quadro a seguir representa a maneira que Dagnino organiza as diferentes concepções sobre Tecnologia, considerando uma releitura dos trabalhos de Feenberg:

Figura 1 - Concepções sobre Tecnologia (DAGNINO, 2008c)

Assim, Dagnino mantém as denominações de Feenberg para três das quatro vertentes: determinismo, instrumentalismo e substantivismo. À Teoria Crítica ele denomina Adequação Sócio-Técnica.

Na perspectiva defendida por Dagnino e Feenberg, a tecnologia não é uma ferramenta capaz de ser usada para qualquer projeto político ou em qualquer regime social como entendem os Deterministas. Também não é algo que deve ser usado e orientado pela ética, como defendem os Instrumentalistas. Nem é como um apêndice indissociável de valores e estilos de vida particulares, privilegiados em função de uma escolha (ou imposição) feita na sociedade, como querem os Substantivistas.

A tecnologia, na Teoria Crítica (Feenberg) ou na Adequação Sócio-Técnica (Dagnino), é entendida como uma construção social e, assim, traz embutidos valores e interesses. Os quais, no modelo atual, relacionam-se à reprodução do sistema capitalista. Porém, e é isso que defendem os seguidores dessa perspectiva, pode servir como suporte para estilos de vida alternativos. Para isso, precisa ser “reprojetaada” segundo critérios alternativos, com características democráticas (essa perspectiva será melhor discutida no item “Tecnologia e desenvolvimento social”, a partir de questões voltadas à PCT).

Também, no universo de discussões sobre tecnologia tem merecido destaque a relação entre essa e a ciência. Por exemplo, na classificação que Dagnino (2008) propõe não há uma separação entre a ciência da tecnologia; o autor trata-as em conjunto e no singular: C&T. Ao mesmo tempo Dagnino (2008) deixa claro que não as entende como *tecnociência*, pois, para ele, utilizar esse termo é ignorar as características próprias do conhecimento científico e do conhecimento tecnológico e, além disso, incentivar um discurso que acaba por conformar a prática científica, voltada unicamente para aplicações tecnológicas e, nesse sentido, dependente delas. Por outro lado, em trabalhos mais recentes (DAGNINO, 2011), o autor tem utilizado e defendido o termo *tecnociência*.

Oliveira (2003), por sua vez, defende o emprego do termo *tecnociência*, ou seja, entende que a ciência e a tecnologia são tão intimamente interligadas que, embora abstratamente se possa distinguir, na prática é impossível separá-las. Essa junção teria se originado, segundo ele, em função de um processo maior de desenvolvimento do capitalismo. Nessa perspectiva, a *tecnociência* é co-responsável pelos problemas que afligem a humanidade no presente momento, a exemplo da persistência da miséria, da fome, da violência e das desigualdades sociais, da degradação do meio ambiente e do esgotamento dos recursos naturais. E, sendo assim, somente com uma apropriação cidadã ampla entre ciência, técnica e interesses sociais e econômicos, será possível enfrentar os desafios de nosso tempo. De acordo com o autor, torna-se necessária a construção de um espaço de cooperações abertas, de debates públicos, amplos e democráticos, entre cientistas e organizações do movimento social em escala planetária.

Contudo, cabe lembrar que Oliveira (2003, p. 6) também destaca que ainda persistem algumas diferenças que podem ser usadas para separar a ciência e a tecnologia: o local de institucionalização das mesmas - a pesquisa básica/científica na Universidade e outros institutos públicos e a pesquisa tecnológica nas empresas privadas; e o processo de mercantilização - da tecnologia apoia-se no sistema de patentes e data da época em que elas viraram mercadorias e da ciência está em curso no momento, fazendo parte da essência

do processo de reforma neoliberal imposto à Universidade (caracterizado pelo fortalecimento do sistema de patentes, pelo produtivismo, etc).

Não querendo por fim a essa discussão, mas apenas nos posicionando com relação a ela, destacamos que no presente trabalho optamos por não utilizar o termo tecnociência, mas Ciência e Tecnologia (CT), buscando manter as especificidades e, ao mesmo tempo, ressaltar suas imbricações.

Assim, em síntese, a partir dessa revisão bibliográfica, é possível afirmar que não há um consenso com relação à “essência” da tecnologia; ou seja, há diferentes olhares para essa questão. Esses olhares, que estão associados a compreensões sobre a tecnologia, enfatizam discussões sobre a mesma enquanto: estudo da técnica; relacionada à ciência; artefato; instrumento; organização de ações; sistema de relações e sistema sociotécnico. Em cada caso, como colocam Feenberg e Dagnino, estão implícitos níveis de compreensão sobre neutralidade e determinismo, que na perspectiva dos autores, sintetizam as diferentes concepções.

Dessa revisão conclui-se que, como também destaca Miranda (2002), uma discussão sobre a tecnologia não pode ser construída sem levar em conta as dimensões epistemológicas, ontológicas e axiológicas da mesma. A primeira refere-se à gênese ou à essência da tecnologia; a segunda ao conhecimento que é subjacente à tecnologia; e, a terceira, diz respeito ao sentido ético da tecnologia, aos valores atribuídos a mesma.

Ou seja, uma análise centrada apenas na etimologia das palavras e/ou na definição de termos como “técnica”, “ciência” e “tecnologia”, não é suficiente para compreender a complexidade do assunto e o que é tecnologia em sua totalidade. É preciso, também, analisar a presença e o significado da tecnologia na sociedade, como destacam Pinto, Dusek, Vargas, Dagnino e Feenberg. Com a intenção de aprofundar essa discussão e relacioná-la ao contexto brasileiro, a seguir são discutidas relações entre tecnologia e desenvolvimento social.

3.2.2 A tecnologia e o desenvolvimento social

Outra discussão que vem sendo ocorrendo no âmbito da tecnologia refere-se às relações entre essa e o desenvolvimento social. Neste trabalho, essa discussão será realizada a partir de considerações sobre a Política Científico-Tecnológica, com base nos trabalhos de Dagnino (2003, 2007a, 2007b, 2008a, 2008b, 2008c); Baumgarten (2008) e Herrera (2003). Esses pesquisadores têm analisado e criticado o modelo de política científica e tecnológica (PCT) adotado por países subdesenvolvidos, a exemplo do Brasil e outros da América Latina.

De acordo com Baumgarten (2008) o discurso que tem guiado a PCT do Brasil é: “precisamos de uma ciência com níveis de excelência internacional para, transferindo-a e imprimindo-a ao setor produtivo, ganhar condições de competitividade nos mercados internacionais” (BAUMGARTEN, 2008, p. 222). Com base nisso, Baumgarten questiona se em uma sociedade excludente como a da Brasil faria sentido trabalhar apenas com a ideia de progresso da ciência, sem levar em conta as desigualdades econômicas, sociais, regionais e, se seria adequada a utilização, aqui, de políticas e estratégias de ação, relativas à CT, desenvolvidas nos países centrais (BAUMGARTEN, 2008, p. 222).

Também Dagnino destaca que a PCT segue modelos exógenos e está voltada para a “inovação e competitividade”. Além disso, coloca que ela é comandada, quase que unicamente, pela comunidade de pesquisa que possui uma visão de CTS baseada na neutralidade da ciência e no determinismo tecnológico (DAGNINO, 2008b). Nessa visão, CT não modificam a sociedade, são objetivas e compatíveis entre si (sem conflitos), livres de valores e isentas de deformações ideológicas.

Essa tendência tecnocrática da sociedade, na qual os interesses são defendidos por cientistas ou técnicos, de acordo com DUSEK (2009), também pode ser percebida em outros contextos ao longo dos tempos, a exemplo das propostas de “sociedades ideais”: a “República” (370 a.C), idealizada por Platão, que usa a matemática como modelo de conhecimento intelectual; a “Nova Atlântida” (1624), de Bacon, que propõem a “casa de Salomão” para explorar a natureza; o Conselho de Newton, proposto por St. Simon, que apresenta planos

para o governo da sociedade industrial; as ideias de “sociedade positiva” de Comte, que defendem que o conhecimento científico é superior e por isso os cientistas substituiriam o clero; e, por fim, a sociedade sugerida por Thorstein Veblen, que seria dirigida por engenheiros em vez de comerciantes (economistas, contadores, etc).

Ao mesmo tempo, alguns governos da era pós industrial (principalmente durante a Guerra Fria) se desenvolveram seguindo alguns dos pressupostos sugeridos nessas sociedades ideais. Utilizando, por exemplo, como importantes conselheiros cientistas que participaram do projeto *Manhattan*. De acordo com Dusek (2009), nesse período a centralidade na pesquisa e o desenvolvimento científico-tecnológico foram reconhecidos como imprescindíveis para o desenvolvimento econômico de uma nação, o que acontece até hoje. Em virtude disso, de acordo com esse autor, é possível afirmar que a sociedade atual é dirigida por cientistas e engenheiros que possuem uma influência muito grande nas decisões de cunho político.

Seguindo esses ideais, no núcleo central da PCT brasileira encontra-se a ideia de que a capacitação de recursos humanos e a pesquisa básica levam linear e automaticamente ao desenvolvimento tecnológico, econômico e social, na mesma perspectiva do modelo linear de progresso, criticado pelos precursores do movimento CTS. Segundo esse modelo, o desenvolvimento científico (DC) gera o desenvolvimento tecnológico (DT), este gerando desenvolvimento econômico (DE) que determina, por sua vez, o desenvolvimento do bem estar social (DS).

Portanto, de acordo com esse modelo, mais desenvolvimento científico resulta, inevitavelmente, em mais bem estar social. Em outras palavras, o desenvolvimento científico - associado à formação de pessoas capacitadas e à produção de conhecimento - é a base da promoção social. Essa visão linear dificulta uma análise capaz de incorporar uma preocupação com as possíveis consequências sociais e ambientais negativas do desenvolvimento CT. Como a concepção hegemônica é a de que mais CT resultarão, inevitavelmente, em bem estar social, não há motivos para haver discussões a respeito das implicações negativas da CT; quando elas ocorrem certamente serão inferiores aos benefícios proporcionados.

Ainda de acordo com essa perspectiva, o problema das implicações negativas da CT, quando pertinente, encontra-se unicamente associado a sua utilização e não a sua produção, como se não incorporasse os valores e interesses presentes no ambiente em que é produzida. Para Dagnino (2007a) essa estratégia tende a isentar de responsabilidade a comunidade de pesquisa (maior responsável pela PCT) dessas implicações negativas, aumentando seu poder de decisão sobre os rumos da CT no país. Considerando que os problemas estão no uso da CT, não há motivos para regulamentar de outra maneira a sua produção.

Nesse modelo de PCT, o papel da comunidade de pesquisa, representada por professores-pesquisadores, alocados, em sua grande maioria em universidades públicas, é determinante na formulação, implementação e avaliação da PCT do Brasil. Os professores-pesquisadores participam (por meio das agências de fomento – CNPq, CAPES, FAPESP - comitês *ad hoc* etc.) ativamente na definição das prioridades de pesquisa e na alocação de recursos; são eles que coordenam e/ou realizam as pesquisas aprovadas e são eles os responsáveis por avaliar os resultados, dando novas ideias de projetos, programas e pesquisas, realimentando o circuito. Todas as decisões são tomadas pelo processo de avaliação por pares, que acaba reforçando o conteúdo conservador desse mecanismo; faz com que os professores-pesquisadores façam parte do sistema por mérito científico e indicação dos pares, assim, possuem compromisso com os seus pares e não com os problemas e necessidades nacionais. Nesse sistema, cientistas que se preocupam com questões como o significado e aplicabilidade social da ciência são considerados cientistas de segunda classe (BAUMGARTEN, 2008).

A competitividade, estabelecida como central na PCT, tem afastado, cada vez mais, as investigações acadêmicas e as universidades do papel que deveriam desempenhar num país subdesenvolvido: a compreensão e superação dos graves problemas sociais e dos principais desafios enfrentados por essa sociedade. Por outro lado, tem tentado aproximar as universidades das empresas, o que também tem fracassado. As empresas – brasileiras ou implantadas no Brasil - optaram por não investir em pesquisa e desenvolvimento (P&D),

importando tecnologias ou mantendo os polos de pesquisa em países “avançados”. Isso levou à incapacidade das empresas, inclusive para a construção de demandas (de mão de obra e de projetos) para a universidade.

Em outros países (“avançados”), há uma participação maior de burocratas e das empresas privadas na PCT; essas últimas, preocupadas com pesquisa e desenvolvimento (P&D), encontram-se articuladas às universidades. Na PCT brasileira, os burocratas e as empresas não têm muito poder; os primeiros por não fazer parte do *ethos* científico e ter seu poder enfraquecido diante dos professores-pesquisadores e os segundos por não fazer pressão política e não demonstrar interesse em assumir um papel mais ativo na elaboração da PCT (DAGNINO, 2007a).

De acordo com Dagnino (2003, 2007b), ainda que tenha havido um incentivo para a participação dos outros atores (burocratas e empresas) na PCT brasileira, isso não ocorreu. O que se observa, segundo Dagnino (2007b), é que setores da comunidade de pesquisa, possivelmente querendo seguir modelos de países avançados (principalmente no que se refere a transformar o conhecimento em tecnologias “de ponta”), passam a defender os interesses das empresas no processo de elaboração da PCT. Ou seja, a PCT, comandada pela comunidade científica, tem incentivado a articulação Universidade – Empresa (U-E), por exemplo, por meio da criação de incubadoras tecnológicas, porém não tem surtido os mesmos efeitos dos alcançados nos países avançados. Um dos motivos concentra-se no acesso que a população brasileira tem aos produtos dessa tecnologia “de ponta”. Nos países avançados mesmo a população de renda mais baixa tem acesso a essa tecnologia, rapidamente ela é difundida ao conjunto da população. O mesmo não acontece no Brasil, pois as desigualdades não permitem.

Essa política é fortemente criticada por Dagnino (2003, 2007b) e por Baumgarten (2008); segundo eles, é preciso deixar de copiar modelos elaborados e/ou implementados em outros países e elaborar um projeto de PCT próprio, preocupado com as condições do Brasil, principalmente no que se refere à desigualdade social. Sendo assim, suas preocupações, embora voltadas para os processos decisórios, não estão centradas na análise das implicações sociais do

desenvolvimento CT, mas na PCT, ou seja, nos precedentes sociais desse desenvolvimento. Esses autores defendem que para a proteção da sociedade, do ambiente, e da própria ciência, são necessárias novas formas de governança da ciência; uma nova geração de fazedores de política; ou seja, uma mudança na formação dos profissionais para que passe a haver a participação efetiva de outros atores sociais no processo decisório da PCT. Para Dagnino,

Essa visão da C&T [baseada na neutralidade e no determinismo], ideologicamente construída ao longo de um processo que se inicia com o próprio surgimento do capitalismo, e que se incorporou ao “senso comum” de nossa sociedade, torna difícil alterar o alinhamento do complexo público de universidades e institutos de pesquisa com interesses contrários aos das elites dominantes sem que um profundo debate se realize no âmbito social. (DAGNINO, 2007b, p.94-95)

Portanto, de acordo com o que defendem Dagnino e Baumgarten, a política de ciência e tecnologia do Brasil precisa ser urgentemente revisada; há que orientá-la para atender a interesses mais abrangentes do que os do seu ator até agora hegemônico: a comunidade de pesquisa das ciências duras. Ou seja, não basta haver um controle apenas corretivo sobre os impactos da CT, um acompanhamento e avaliação depois de concebida. O controle deve estar presente, também, no estabelecimento da PCT, que deve ser planejada e coerente com os objetivos definidos para o país.

A PCT deveria estimular e fortalecer parcerias com outros setores da sociedade (além dos cientistas) e ter como objetivo o desenvolvimento social, econômico e cultural do país orientado ética e politicamente e exercido nos moldes de uma democracia social, que supere a exclusão (BAUMGARTEN, 2008, p. 235). Ou seja, a PCT do Brasil, carente de um projeto que esteja de acordo com as necessidades sociais do país, vem sendo implementada seguindo o modelo dos países avançados. Contudo, diferenças estruturais e culturais, como as prioridades das empresas, as desigualdades sociais, etc., não permitem a implementação desse modelo de maneira efetiva e acabam agravando os problemas existentes.

Dito de outra forma, a inovação tecnológica não pode ser pensada como algo que é feito em um lugar e utilizado em outro, mas como um processo

desenvolvido no lugar em que essa tecnologia será utilizada e pelos atores que irão utilizá-la (DAGNINO, 2008a, p.267-268). Sendo assim, é necessário trabalhar com uma agenda de PCT mais complexa e reflexiva.

Nesse contexto e com esses pressupostos tem origem o movimento da “Tecnologia Social”. De acordo com Dagnino (2009) a Tecnologia Social (TS) caracteriza-se pelo desenvolvimento de técnicas que atendam os interesses sociais, sendo aplicada e administrada pela sociedade com a intenção de transformar a vida dos seus cidadãos. Busca ampliar a adequação de técnicas e metodologias que garantam o retorno para a sociedade em qualidade de vida e a sustentabilidade em curto prazo. Difere, portanto, das ditas Tecnologias Convencionais (TC), pois essas têm a finalidade pautada no retorno de capital para o inventor e bem estar social em longo prazo.

O movimento da TS é influenciado por correntes de pensamento do final do século XX, que propõem tecnologias formuladas a partir de processos de decisão democráticos, com a participação dos atores interessados na sua construção. Dentre esses movimentos merecem destaque o da Tecnologia Apropriada, que surgiu com o movimento pacifista de Mahatma Gandhi para a independência da Índia, em 1909. Esse movimento defende a ideia de que as tecnologias deviam respeitar características específicas de cada comunidade, além de priorizar os recursos, conhecimentos, técnicas, necessidades e padrões culturais locais.

Para atender aos pressupostos da TS, de acordo com Dagnino (2008c) o conhecimento científico e tecnológico existente precisa ser objeto de uma Adequação Sociotécnica (AST). Nas palavras do autor:

A AST pode ser entendida como um processo que busca promover uma adequação do conhecimento científico e tecnológico (esteja ele já incorporado em equipamentos, insumos e formas de organização da produção, ou ainda sob a forma intangível e mesmo tácita), não apenas aos requisitos e finalidades de caráter técnico e econômico, como até agora tem sido o usual, mas ao conjunto de aspectos de natureza sócio-econômica e ambiental que constituem a relação Ciência, Tecnologia e Sociedade. (DAGNINO, 2008c, p.25).

De acordo com Dagnino (2008c), a AST defende, portanto, a possibilidade de desconstrução e construção da tecnologia num sentido desejado – que

considere a participação democrática, o atendimento a requisitos relativos ao meio ambiente (mediante, por exemplo, o aumento da vida útil das máquinas e equipamentos), à saúde dos trabalhadores e dos consumidores e à sua capacitação autogestionária. Sendo assim, representa um estribo que os movimentos sociais poderão utilizar para “pressionar” a comunidade científica e o governo a conformar uma nova agenda de PCT.

Nessa linha inserem-se também os pressupostos de Herrera (2003) que discute a necessidade de superarmos a visão tradicional de desenvolvimento e buscarmos um novo enfoque, baseado em elementos culturais das sociedades envolvidas.

Na visão tradicional o desenvolvimento é caracterizado como um processo linear, que decorre de mais ciência e tecnologia. Nessa perspectiva, para um país tornar-se desenvolvido, basta seguir o caminho de países desenvolvidos; o subdesenvolvimento é um estágio anterior ao desenvolvimento que é entendido como sinônimo de industrialização.

Nessa concepção, num primeiro momento, as classes mais favorecidas são as beneficiadas. Depois, pelo efeito de transbordamento os benefícios do desenvolvimento atingem o restante da população. Ou seja, ciência e tecnologia são universais e, mais cedo ou mais tarde, atingirão todas as parcelas da população. Além disso, são entendidas como independentes de desejos humanos e de fatores externos. Assim, o processo de produção é entendido como neutro e fechado.

A crítica a esse enfoque linear teve origem na chamada “problemática ambiental” – que questionava a maneira predatória como a humanidade estava atuando no meio ambiente, associado aos limites físicos disponíveis e ao aumento do consumo e da população. Associado a isso, havia a percepção do poder na tecnologia em modelar e alienar a sociedade, em influenciar valores, motivações, relações sociais e interpessoais da população. A partir desses movimentos brotaram várias dúvidas sobre a validade e racionalidade do prometido desenvolvimento, as quais resultaram em movimentos mais amplos, que passam a questionar o papel e o objetivo da ciência e da tecnologia na sociedade.

O novo enfoque de desenvolvimento, como proposto por Herrera, caracteriza-se por afirmar que o desenvolvimento não é linear e subdesenvolvimento não é, simplesmente, um estágio primário ao desenvolvimento, mas uma situação estrutural diferente, associada à existência e evolução dos países – o que envolve a experiência histórica anterior, o contexto político e econômico, a disponibilidade de recursos, a cultura, etc. Os países subdesenvolvidos, portanto, não podem repetir o caminho seguido por países atualmente desenvolvidos; isso levaria a mesma situação de desigualdade social, ao desperdício no uso de recursos, à deterioração do meio ambiente e à alienação da população. Para Herrera, para esses países o desenvolvimento deve ser baseado no conceito das “necessidades básicas”. Nessa perspectiva,

(...) o bem estar dos indivíduos não será um subproduto do crescimento econômico geral – cuja versão para os países subdesenvolvidos é o efeito do “transbordamento” – mas um objetivo específico, cuja realização condicionará toda a organização econômica e social. (HERRERA, 2003, p. 40)

Nesse contexto, o autor destaca que a única maneira para definir um objetivo específico ou as necessidades básicas legítimas para a maioria da população é a partir do estabelecimento de mecanismos de participação. Somente assim será possível assegurar que as decisões representem, realmente, o desejo e as aspirações da população.

Assim, o novo enfoque de desenvolvimento, defendido por Herrera, caracteriza-se por não repetir o caminho dos países desenvolvidos, satisfazer as reais necessidades da população e assegurar a maior participação popular possível. Para alcançá-lo é preciso buscar a auto-suficiência, reconhecer que a maior responsabilidade para resolver os problemas do subdesenvolvimento é dos países subdesenvolvidos, que devem confiar mais nos próprios recursos e não em modelos exógenos.

Nessa perspectiva, o autor destaca que um dos grandes desafios desse modelo relaciona-se à efetivação da participação social na produção de tecnologias apropriadas para um projeto de desenvolvimento autônomo. Como definir mecanismos de participação social e como adequar as estruturas dos

sistemas de Pesquisa e Desenvolvimento a esses mecanismos, são alguns dos desafios apontados por Herrera para a implementação desse novo enfoque de desenvolvimento.

3.3 OLHARES PARA A SOCIEDADE

Além de diferentes olhares para a ciência e para a tecnologia do ponto de vista de suas construções, significados e relações com o desenvolvimento social há uma série de estudos que abordam questões sobre as relações CTS e estão centrados nas implicações sociais. No primeiro grupo, a discussão centra-se na ciência e/ou na tecnologia; no segundo grupo, a discussão centra-se na sociedade e a partir dela são levantadas questões sobre CT. Esse último grupo é o que denominamos por *olhares para a sociedade*.

Assim como nas discussões sobre ciência e tecnologia, também aqui não será possível abordar todos os olhares. Nesse sentido, selecionamos alguns, que entendemos trazer importantes considerações para o debate. São eles: Hilton Japiassu, Regis de Moraes, Ulrich Beck, Boaventura de Souza Santos e Edgar Morin.

Cabe destacar que esses autores não apresentam os mesmos pressupostos ou compartilham das mesmas perspectivas, mas se relacionam ao analisar a sociedade e enfatizar as influências da ciência e da tecnologia na mesma.

Por exemplo, Japiassu e Moraes, contribuem para o debate ao discutir a presença da CT na sociedade, em especial do ponto de vista das transformações sociais, e o olhar ingênuo da população sobre a mesma, que acredita cegamente nos resultados positivos, não questiona, nem reflete sobre o assunto. Para esses autores, em especial para Japiassu, é preciso levar a população a refletir sobre os desafios reais das novas tecnologias, e, com isso, refletir sobre a ciência, levando-a a não confiar cegamente nas promessas positivistas. Segundo o autor, isso só será possível se houver uma nova educação cívica, que incentive, também, o ensino das humanidades e da poesia.

Beck, por sua vez, ao analisar as características da Sociedade de Risco, destaca o papel da ciência e da tecnologia na mesma. Para ele, é necessário *reinventar* a sociedade atual, pois a mesma está desmoronando no decorrer do seu próprio sucesso, passando a uma *sociedade de risco* que não reconhece e nem sabe lidar com os riscos. Essa reinvenção envolve outra compreensão sobre o papel das ciências e da política na sociedade. O que perpassa um reconhecimento sobre as limitações da ciência para resolver os problemas da *sociedade de risco* e uma participação de diferentes esferas sociais na definição das políticas.

Santos, ao discutir as características e limitações das ciências sociais também aponta a necessidade de reinventar as ciências naturais. Em sua perspectiva, devemos superar o paradigma dominante (mecanicista) e buscar outro paradigma científico e social, que tenha por base explicações sociológicas e não avaliações cognitivas. Assim, sua crítica volta-se ao mecanicismo/racionalismo presente na sociedade, que acaba guiando o modo de vida das pessoas e das investigações científicas, sejam elas das ciências naturais ou sociais.

Por fim, Morin contribui para o debate ao enfatizar uma reforma de pensamento; que não pode continuar centrado na lógica da separação, hierarquização e centralização dos conhecimentos, ou seja, no *paradigma da simplificação*. Essa lógica, segundo o autor, não permite apreender a complexidade dos problemas atuais. Sua superação deve vir associada a uma abertura maior da ciência, que não pode continuar nas mãos de especialistas. Assim, o autor defende, também, que são necessárias mais esferas sociais participando das decisões científicas.

Ou seja, ainda que utilizando diferentes olhares, é possível perceber uma preocupação comum voltada às limitações da ciência, à crença no progresso e à participação social. Segue uma apresentação detalhada dos pressupostos de cada um desses autores.

3.3.1 A sociedade dos mitos

Vários estudiosos (a exemplo de MORAIS, 2007 e de JAPIASSU, 2005) têm criticado o olhar ingênuo que a população tem com relação à ciência, entendendo-a como absoluta, infalível, condutora inexorável ao progresso, à sabedoria e à felicidade. Como destaca Japiassu (1999),

Hoje, vivemos em uma época de supervalorização da ciência, caracterizada pelo cientificismo. Como consequência dessa visão cientificista, criou-se o mito da salvação da humanidade, ao considerar que todos os problemas humanos podem ser resolvidos cientificamente, e o mito da neutralidade científica que isenta a ciência de refletir sobre suas consequências sociais (JAPIASSU, 1999).

Para Japiassu (1977), em outras palavras, esses mitos seriam máscaras da Ciência e podem ser denominados de: *o mito da ciência-que-conduz-necessariamente-ao-progresso* e *o mito da ciência-pura-e-imaculada*. Segundo o primeiro a ciência se expõe a ser julgada pelo valor social de seus resultados e de acordo com o segundo a ciência é seu próprio fim, não tendo que prestar contas a nenhuma instância exterior.

Esse olhar ingênuo para a ciência, de acordo com Moraes (2007), tem início no século XVIII e tem seu clímax no século XIX, sendo esse século considerado o da admiração e da convicção exagerada nos benefícios da ciência, caracterizada por um pensamento racional e objetivo. Desde então a ciência vem ocupando um pedestal cada vez mais alto e superior às demais formas de conhecimento (MORAIS, 2007). Ao mesmo tempo, a partir de meados do século XX ela vem sendo alvo de críticas intensas; com as guerras e catástrofes que marcaram esse século, passou a haver sérios motivos para a sociedade desconfiar da ciência, principalmente porque a mesma não trouxe a abundância e bem estar prometidos. Esses descontentamentos, ligados à introdução de inúmeras inovações científico-tecnológicas, estão levando a um questionamento da equivalência entre CT, progresso e bem-estar social.

Assim, de certa forma, atualmente, a sociedade encontra-se dividida ou, quem sabe, passando por um processo de transição: da admiração ao rechaço à ciência. Alguns admiram cegamente os feitos da CT, entendem-na como uma

panaceia, como a solução para todos os problemas da sociedade. Outros a desprezam, entendendo-a como um câncer, que deve ser erradicado para libertar a sociedade de todos os males que a cercam. Dito de outra forma, de acordo com Japiassu (2005) ao mesmo tempo em que a ciência (e a tecnologia) é vista como onipotente e verdade absoluta ela está perdendo credibilidade, por um lado, por não conseguir responder a vários problemas da sociedade, por outro, porque o ser humano tem necessidade de mitos e crenças.

Ao engrandecer ou rechaçar a CT e seus feitos, a sociedade acaba ignorando o fato de existirem valores sociais e interesses econômicos intrínsecos ao conhecimento científico e tecnológico. Ou seja, acaba deixando de lado a discussão de uma questão central para o um entendimento da natureza do conhecimento e, também, da forma como ele se relaciona com a sociedade. Em virtude disso, ao mesmo tempo em que a presença da ciência e da tecnologia, na vida das pessoas, aumentou incomparavelmente nas últimas décadas, o que deveria repelir a presença de mitos e crenças, a sociedade está cada vez mais apegada aos mitos e crenças, buscando encontrar soluções para os problemas e medos em credences e superstições. Como destaca Japiassu, a ciência moderna nasceu e se desenvolveu em oposição às crenças e magias (aos mitos e à religião), contudo, na sociedade atual ela própria exerce uma função dogmática e, além disso, acaba por incentivar as crenças.

Vista como detentora de um saber incontestável, eficaz, confiável e superior, somente a ciência tem o poder de dizer o que é justo e melhor para todos. Associado a essa admiração, há uma concepção hegemônica de que “muitos” têm o poder de consumir seus feitos, mas somente alguns são capazes de compreendê-las. Exclui-se assim, a possibilidade de participação da sociedade, seja em decisões referentes a assuntos vinculados ao desenvolvimento científico-tecnológico, seja em sua própria construção. A ciência passa a ser algo distante da sociedade, privilégio de poucos, o que acaba por incentivar a admiração e submissão por parte dos que não o conhecem. Há um respeito contemplativo em relação à linguagem científica, restrita aos iniciados. É por isso que ela exerce sobre muitos um poder mágico, dogmático.

Contudo, é importante lembrar que a produção da CT incorpora valores e interesses (econômicos, culturais, sociais, etc.) do contexto em que é produzida, e, além disso, sua utilização pode estar associada a riscos e prejuízos para a sociedade (como tão bem destacam os “olhares para a ciência”). Com base nisso Morais (2007) procura chamar atenção para os dois lados da ciência, para as implicações positivas e negativas acarretadas pelo desenvolvimento científico-tecnológico. Para elucidar esses dois lados, compara a Ciência a um Janus de duas caras e dois olhares, sendo um voltado para a construtividade humana, com feição do bem, e outro voltado para a destrutividade, com feição de mal. Dito de outra forma, nas palavras do autor, “a ciência e a tecnologia são as glórias e as misérias do novo tempo” e, em virtude disso, defende que:

É necessário, portanto, que avaliemos a ciência em sua incerteza e em sua condição de produto humano, vendo-lhe a inegável grandeza e também a inquestionável problematidade. (MORAIS, 2007, p.3)

Por outro lado, o autor considera inevitável a utilização dos recursos científico-tecnológicos e, nessa perspectiva, defende que a sociedade deve aprender a conviver com eles da melhor forma possível. Para isso, o primeiro passo a ser tomado é o da autoconscientização; segundo Morais, devemos buscar uma nova forma de lidar com os recursos científico-tecnológicos, pois de nada valerá sermos “*gigantes tecnológicos e pigmeus morais*” (MORAIS, 2007, p. 81 citando EISEMBERG). Essa frase é repetida por ele em vários momentos e pode ser entendida como o cerne de seu trabalho, que pode ser resumido na defesa por uma sociedade que saiba conviver com o desenvolvimento científico-tecnológico da melhor maneira possível, acarretando o mínimo de malefícios. De acordo com ele isso só será possível se mantivermos a moralidade e a ética, se os “cientistas” rejeitarem absurdos paranoicos e ajustarem a ciência aos exatos limites da necessidade humana. Cabe a nós perguntar se isso é possível, ou seja, não seria intrínseco ao desenvolvimento causar prejuízos à sociedade? Não seria o mesmo que pensar em um capitalismo sem a divisão de classes e a busca por lucro?

É importante destacar que a ideia da não-neutralidade da CT leva ao questionamento da simples aplicação da ética como forma de controle social da produção científico-tecnológica. Entender a ética como um filtro capaz de impedir o “mau uso” do conhecimento por determinados atores sociais e assegurar que o conhecimento seja usado para bem da sociedade significa, em essência, admitir a neutralidade da ciência e da tecnologia (DAGNINO, 2008a).

De acordo com o discurso de Japiassu (2005), torna-se necessário desmistificar a ciência, torná-la mais próxima do povo. É importante que a sociedade tenha clareza de que a ciência é, acima de tudo, uma produção social, realizada por seres humanos, que reflete os interesses e ideologias de determinadas classes sociais, e que, embora internamente estruturada, apresenta divergências. Ou seja, as características da CT implicam na incorporação de critérios não só éticos, mas também valores culturais e sociais nas decisões sobre os rumos do desenvolvimento científico-tecnológico, o que pode ser efetivado, segundo Japiassu, instaurando uma política de abertura da ciência para a sociedade, integrando a ciência na cultura. Dessa forma seria possível questionar a própria ciência, na perspectiva do debate, da prática e da reflexão crítica sobre os saberes; não para transmitir seus saberes, mas para transformar o que sabemos. Como apontado por Levy-Leblond *apud* Japiassu (1999):

Precisamos colocar a ciência em cultura, para que nossos filhos e netos não permaneçam tão passivos e desarmados quanto nossa geração e as precedentes. (...) A cultura de nossa época é completamente marcada pela ciência mas de modo passivo. Não a reconhece, não reflete sobre ela. Não possui nenhum controle sobre ela. (LEVY-LEBLOND *apud* JAPIASSU, 1999, p.237-238)

Para Japiassu (2005), o maior impacto do desenvolvimento científico-tecnológico foi o de colocar as humanidades, a filosofia, a poesia, as artes e a vida espiritual à margem da sociedade, num patamar inferior à ciência. Atualmente, há uma recusa das emoções, do ideal e do utópico; o que vale, é ser racional, realista e pragmático, ignorar tudo o que não pode ser material e economicamente viável e rentável. Ou seja, a crítica de Japiassu relaciona-se mais às vistas ao progresso, associado ao consumo e ao lucro.

Apesar dessa influência da CT na cultura, a ponto de transformar as relações e a vida como um todo, ela encontra-se distante da sociedade. Ao longo dos anos de consolidação e admiração à ciência, foi estabelecido que ciência e cultura são dois mundos antagônicos, que não podem conviver numa mesma sociedade. Essa compreensão, segundo Japiassu (2005) é um tanto quanto paradoxal. É um consenso que a tecnologia está presente na sociedade, sendo impossível pensar em cultura sem fazer referência à tecnologia; essa por sua vez está diretamente relacionada à ciência; contudo, a ciência não faz parte da cultura, está distante da sociedade e não a interessa. Assim, a sociedade, permeada e interessada por tecnologia, não se importa com a ciência.

Nessa perspectiva, Japiassu (2005) entende que a luta contra a alienação científico-tecnológica da sociedade será possível no momento em que conseguirmos levar a população a refletir sobre os desafios reais das novas tecnologias, e, com isso, refletir sobre a ciência, levando-os a não confiar cegamente nas promessas dos mercadores e publicitários. Segundo o autor, isso só será possível se houver uma nova educação cívica, que incentive, também, o ensino das “humanidades” e da “poesia”.

3.3.2 A Sociedade de Risco

As considerações de Ulrich Beck sobre o estágio atual da modernidade, denominado *sociedade de risco*, tornam-se interessantes para o presente trabalho no sentido em que nos ajudam a analisar a função social da ciência e da tecnologia e a importância da participação de diferentes esferas sociais nos processos de decisão.

Beck (2010) defende que é necessário *reinventar* a sociedade atual, pois a mesma está desmoronando no decorrer do seu próprio sucesso, passando a uma *sociedade de risco* que não reconhece e nem sabe lidar com os riscos. Essa reinvenção envolve outra compreensão sobre o papel das ciências e da política.

A sociedade de risco é caracterizada por ameaças e incertezas relacionadas ao processo de modernização da sociedade industrial, na qual adquirem maior significado as decisões permeadas por dúvidas e probabilidades.

Nessa sociedade, os riscos se tornam ainda mais imprevisíveis, pois as condições para seu cálculo e sua gestão fracassam em parte, e, associado a isso, altera-se o papel da ciência e da tecnologia.

Nessa sociedade de risco, a ciência é, ao mesmo tempo, a causa e a fonte de soluções em relação aos riscos. Assim, ela torna-se cada vez mais necessária e cada vez menos suficiente na solução dos problemas. Esse contexto acaba trazendo implicações à estrutura interna da ciência e à sua aceitação social. O que pode tornar-se um caminho sem voltas, fazendo com que as ciências percam de vez sua credibilidade, o que seria uma catástrofe.

Sendo assim, o autor destaca que as ciências não podem mais persistir em sua hereditária postura Iluminista de “violadoras de tabus”; elas devem assumir ao mesmo tempo o papel de “construtora de tabus”. Nessa perspectiva, “a função social da ciência oscila entre a abertura e encerramento de possibilidades de ação” (BECK, 2010, p. 238). Deixa-se de acreditar na ciência enquanto solução para todos os problemas sociais e passa-se a perceber que ela é repleta de incertezas, contudo, ainda assim, desempenha um papel importante.

Para Beck (2010), a ciência sempre se manteve alheia e cega aos riscos e ameaças por ela produzidos. Isso acontece porque a prioridade da ciência sempre se voltou à sua utilidade produtiva, o que está associado à “miopia econômica” da racionalidade técnica das ciências naturais, ou seja, à busca por progresso econômico. Como coloca o autor: “O progresso é um substituto para questionamentos, uma espécie de consentimento prévio em relação a metas e resultados que continuam sendo desconhecidos e inominados.” (BECK, 2010, p. 276). Assim, o olhar das ciências está dirigido às vantagens produtivas, ou seja, é guiado por interesses econômicos e políticos e, nesse contexto, prever riscos não faz sentido.

Coerente com isso utiliza-se de métodos racionais e objetivos, isolados da esfera social. Por exemplo, a discussão sobre substâncias tóxicas usadas na agricultura, conduzida com categorias das ciências naturais, centra-se em preocupações biológicas e isoladas; desconsiderado os significados sociais e culturais.

Isso se torna um problema porque os riscos da modernização emergem ao mesmo tempo vinculados espacialmente e desvinculadamente com um alcance universal (como exemplifica Beck, “até mesmo na carne de pingüins antárticos foi encontrada recentemente uma superdose de DDT”); assim, são incalculáveis e imprevisíveis os intrincados caminhos dos efeitos nocivos desses riscos.

Além disso, os riscos apresentam um efeito socialmente bumerangue: nem os ricos e poderosos estão seguros diante deles. Ou seja, não são situações de classe; ainda que os riscos se potencializem em classes menos favorecidas eles acabam atingindo as classes mais favorecidas. Também é difícil, ou impossível, determinar/apontar quem são os responsáveis pelos riscos; a culpa e a irresponsabilidade são generalizadas (como saber quem é culpado pelo uso de agrotóxicos na agricultura? Os agricultores, os empresários ou o governo? – Todos têm uma parcela de culpa).

Assim, para o autor, o sistema de superespecialização profissional, juntamente com a sua organização burocrática, fracassa diante dos riscos desencadeados pelo desenvolvimento industrial. Ainda que sirva ao desenvolvimento da produtividade, não serve à contenção dos perigos. Nas palavras do autor,

As ciências, portanto, da maneira como constituídas - em sua ultraespecializada divisão do trabalho, em sua compreensão de métodos e teorias, em sua heterônima abstinência da práxis -, não estão em condições de reagir adequadamente aos riscos civilizacionais, de vez que têm destacado envolvimento em seu surgimento e expansão. (BECK, 2010, p. 71)

Esse cenário implica em uma reestruturação das ciências, que precisam repensar sua racionalidade, cognição e práxis, assim como as estruturas institucionais nas quais essas concepções são aplicadas.

Para Beck, é preciso romper com a dicotomia entre natureza (predeterminado) e a sociedade (dinâmico), pois problemas ambientais não são problemas do meio ambiente, mas problemas completamente – na origem e nos resultados – sociais, problemas do ser humano, se sua história, de suas condições de vida, de sua relação com o mundo e com a realidade, de sua constituição econômica, cultural e política. Isso implica em reconhecer a

importância das ciências sociais e as influências políticas que ocorrem nas ciências naturais.

Nas situações de risco, tornam-se evidentes as fissuras e trincheiras entre racionalidade científica e social. Ou seja, é tentando prever os riscos da modernização que se percebe as insuficiências das ciências naturais e, nesse contexto, segundo o autor, torna-se necessário assumir um ponto de vista axiológico. Só assim é possível falar de riscos com alguma propriedade. Porém, para o autor, uma “harmonia universal” entre as racionalidades não é possível. É preciso reconhecer que elas se complementam: “racionalidade científica sem racionalidade social fica vazia, racionalidade social sem racionalidade científica, cega” (BECK, 2010, p. 36).

Em síntese, o autor critica o fato de a ciência ser guiada por interesses econômicos, pela busca de verdades absolutas, de progresso econômico. Para ele, na sociedade de risco, a ciência precisa passar a se preocupar, também, com os riscos intrínsecos ao seu desenvolvimento. Assim, ele nega o status privilegiado da ciência para avaliar os riscos e enfatiza o seu desconhecimento e sua relação com a política.

Nessa perspectiva, ao mesmo tempo em que se analisa a ciência torna-se necessário repensar o papel da política. Para Beck (1997), o avanço da sociedade de risco depende de decisões políticas, que não devem ser apenas aceitas (como foi na sociedade industrial), mas devem ser formadas, programaticamente planejadas e transformadas em possibilidades para a ação.

No período industrial, sob a legitimação da racionalidade e do progresso, houve uma transformação da sociedade que se tornou apolítica e não democrática. As decisões ficaram sob a responsabilidade de instituições de sistemas políticos – executivo, governo, partidos políticos, sindicatos - que deveriam representar a sociedade como um todo, porém estão condicionados ao ciclo de produção, composto por indústrias, economia, ciência e tecnologia. Assim, sua base centra-se na aplicação dos produtos da ciência e da tecnologia e não em debates efetivamente políticos. A esse cenário, associa-se a alta cientifização das decisões políticas, que leva os sistemas responsáveis a considerar e executar apenas o que é recomendado por laudos científicos. O que

deveria ser decisão política, portanto, acaba sendo a legitimação das recomendações de um grupo.

Isso, levado a um extremo, pode ter consequências desastrosas: “A política transforma-se em agência de publicidade financiada com fundos públicos dedicada a promover a face radiante de um processo que ela não conhece e cuja configuração ativa lhe escapa.” (BECK, 2010, p.327)

Esse sistema de decisões começa a ser questionado na sociedade de risco, que passa a perceber seus efeitos colaterais e a criticar a fé no progresso. Com isso inicia-se um clamor por um modelo de participação social, que considere, por exemplo, bancadas interdisciplinares de especialistas e/ou grupos de cidadãos. É essa perspectiva de política que defende Beck:

Para a pesquisa [ciência e tecnologia] isso certamente resultaria em que, já de saída, seria preciso discutir, entre alternativas e controvérsias, sobre os riscos de determinados passos e projetos, e por certo não apenas em esferas intradisciplinares, mas também em esferas semipúblicas interdisciplinares, ainda a serem criadas institucionalmente. (BECK, 2010, p.340)

A natureza dos riscos requer competências e especializações em áreas de saber que até então não faziam parte dos processos de tomada de decisão; o que implica em uma redefinição das esferas que participam desses processos. Em outras palavras, ele defende que novas formas de organização da sociedade participem dos processos de decisão, o que para ele representa a formação de subpolíticas.

Isso só será possível, segundo Beck (1997, p. 43), se for abolido o modelo de racionalidade instrumental, o que implica em buscar cinco procedimentos novos: (1) a desmonopolização da especialização - as pessoas devem dizer adeus à noção de que as administrações e os especialistas sempre sabem exatamente, ou pelo menos melhor, o que é certo e o bom para todos; (2) informalização da jurisdição - o círculo de grupos com permissão de participar não pode continuar fechado em razão de considerações internas aos especialistas, mas, ao contrário, deve estar aberto de acordo com padrões sociais de importância; (3) abertura da estrutura de tomada de decisão - todos os participantes devem estar conscientes de que as decisões ainda não foram

tomadas; (4) a criação de um caráter público parcial - a negociação a portas fechadas entre os especialistas e aqueles que tomam as decisões deve ser transformada para – e transformada em – um diálogo entre a mais ampla variedade de agentes, tendo como resultado um descontrole adicional; e, (5) autolegislação e auto-obrigação - as normas para este processo – modos de discussão, protocolos, debates, avaliações de entrevistas, formas de votação e aprovação – devem ser resolvidas de comum acordo e sancionadas.

Portanto, claramente há uma defesa em prol da ação coletiva, da inclusão de interesses e questões que dizem respeito a diversos grupos sociais, direta e indiretamente afetados pelas situações de risco. Somente assim, na compreensão de Beck, a sociedade poderá se comprometer politicamente com os seus destinos, reconhecendo e aprendendo a lidar com os riscos.

3.3.3 Conhecimento prudente para uma vida decente

Ainda que Boaventura de Souza Santos esteja preocupado com as ciências ditas sociais, ao analisá-las, ele constrói uma crítica às ciências naturais, o que nos interessa. Dessa forma, cabe uma breve apresentação do seu discurso. Além disso, ele comparece em trabalhos voltados a interface CTS – Ensino de Ciências.

Santos (2007) foca sua atenção na maneira como as ciências sociais tem se desenvolvido; segundo ele sob duas vertentes, ambas centradas no modelo mecanicista das ciências naturais, que consistem em: (i) aplicar, sempre que possível, aos estudos da sociedade, todos os pressupostos aplicados no estudo da natureza; (ii) reivindicar para as ciências sociais um estatuto epistemológico e metodológico próprio, de acordo com as especificidades do ser humano; entendendo que a ação humana é subjetiva e não pode ser descrita de maneira objetiva.

Para ele, a segunda concepção de ciência representa um sinal de crise do paradigma dominante, mecanicista, e aponta para outro paradigma científico e social. Essa crise seria resultado de diferentes elementos sociais e teóricos, associados ao aprofundamento do conhecimento e à industrialização da ciência.

No que se refere aos elementos teóricos que deram origem à crise, Santos destaca a Teoria da Relatividade e a Mecânica Quântica que revolucionaram as concepções de espaço e tempo absolutos, bem como o caráter local das medições (e consequentemente o rigor do conhecimento que se obtém com base nelas); o Teorema de Gödel e a Teoria das Estruturas Dissipativas de Prigogine que questionaram o rigor da matemática na descrição dos fenômenos e a eternidade, previsibilidade, reversibilidade e auto-organização dos processos. Há controvérsias sobre esses elementos serem a causa de uma crise no paradigma atual; para Lacey (2010) os mesmos reforçam esse paradigma no sentido em que estão estruturados sobre as mesmas estratégias materialistas, justificadas, unicamente, por fatores cognitivos, sem considerar valores.

Para Santos, os elementos sociais estão no nível da aplicação e organização da ciência e relacionam-se ao seu processo de industrialização, que estratificou a comunidade científica e que por sua vez acarretou um compromisso dessa com os centros de poder econômico, social e político, que passaram a operar sobre as prioridades científicas. Como exemplos que deram origem a essa crise, que ganhou destaque na década de 1960, o autor cita a bomba atômica e a degradação do meio ambiente devido o uso de diferentes tecnologias.

O novo paradigma, por sua vez, caracteriza-se como sendo científico e social e é denominado por Santos como sendo o de um *conhecimento prudente para uma vida decente*. O mesmo está baseado em quatro teses: (1) não é possível nem plausível distinguir conhecimento científico-natural de científico-social; (2) o conhecimento deve preocupar-se com o local tendo como horizonte a totalidade universal; (3) as ciências repercutem a condição existencial da sociedade; (4) o conhecimento científico visa transformar-se em senso comum e não o contrário (transformar o senso comum em conhecimento científico).

A perspectiva de Santos claramente busca dar ênfase às ciências sociais em detrimento às ciências naturais e insere-se nessa disputa. Ou seja, *um conhecimento prudente para uma vida decente* deve ter por base apenas explicações sociológicas e não avaliações cognitivas. Aquelas proporcionam a compreensão que dá sentido e justificação à explicação das ciências naturais. Segundo ele, sem tal compreensão não há verdadeira explicação e, por isso

as ciências sociais são epistemologicamente prioritárias em relação às ciências naturais. Por fim, cabe destacar que sua crítica maior volta-se ao mecanicismo/racionalismo científico; ou seja, à maneira de conduzir as investigações científicas e não aos usos sociais da ciência.

3.3.4 A reforma no pensamento – rumo à complexificação

Para Morin (2011) os desenvolvimentos descontrolados da ciência, da técnica, da indústria e da economia, ao mesmo tempo em que trazem progresso são acompanhados de múltiplas regressões e levam a duas barbáries: a das guerras (de religião, etnias nações, etc) e a tecnicista (associada à abstração do cálculo que ignora o humano do ser humano, ou seja, ignora a vida, os sentimentos, entusiasmos e sofrimentos da humanidade). A combinação entre as duas barbáries ameaça o planeta e para superá-la é preciso uma reforma no pensamento, que não pode continuar centrado na lógica da separação, hierarquização e centralização dos conhecimentos, ou seja, no *paradigma da simplificação*.

A reforma de pensamento que ele defende, perpassa, também, uma reforma nas ciências que, assim como a sociedade, precisam superar os princípios da redução e da disjunção, pois os mesmos não permitem apreender a complexidade dos problemas atuais. Assim, Morin não centra sua crítica apenas nas ciências, mas na organização da sociedade como um todo, o que inclui as ciências.

Na perspectiva de Morin é preciso superar a ideia de que para conhecer é necessário reduzir o problema às suas partes e separar os conhecimentos uns dos outros. O universo é complexo (os problemas são interdependentes no tempo e no espaço) e a busca por sua compreensão incluirá sempre incertezas e contradições, sendo impossível dissipar as sombras com ideias claras e distintas, com a lógica do progresso determinista. Como coloca Morin (2011):

Para encontrar a “verdadeira realidade”, é necessário conhecer os riscos de erro e ilusão que todo o conhecimento implica. Isso é uma banalidade, mas é preciso repeti-la sem cessar: todo conhecimento é uma tradução e uma reconstrução. É por isso que

não existe conhecimento que seja um reflexo fotográfico da realidade. É claro que o conhecimento sob a forma de idéias e de teorias é uma tradução e uma reconstrução refinada, mas que pode sofrer de enormes ilusões e erros. Foi o que aconteceu no decorrer de toda a história humana. (MORIN, 2011, p. 142)

Ainda que as ciências tenham produzido ganhos fantásticos de conhecimento trouxeram ganhos de ignorância, associados à incapacidade de contextualizar, de religar o que foi separado e de compreender fenômenos planetários. Essa ignorância é intrínseca à ciência, pois conhecer relaciona-se a negociar, trabalhar, discutir e debater-se com o desconhecido. Ou seja, à medida que a ciência progride, aumentam as incertezas e não as certezas. Contudo, o *paradigma da simplificação* não permite o reconhecimento dessa contradição, o que será possível somente se houver uma ciência com consciência (MORIN, 2005). Como afirma Morin:

(...) essa ciência elucidativa, enriquecedora, conquistadora e triunfante, apresenta-nos, cada vez mais, problemas graves que se referem ao conhecimento que produz, à ação que determina, à sociedade que transforma. Essa ciência libertadora traz, ao mesmo tempo, possibilidades terríveis de subjugação. Esse conhecimento vivo é o mesmo que produziu a ameaça do aniquilamento da humanidade. Para conceber e compreender esse problema, há que acabar com a tola alternativa da ciência "boa", que só traz benefícios, ou da ciência "má", que só traz prejuízos. Pelo contrário, há que, desde a partida, dispor de pensamento capaz de conceber e de compreender a ambivalência, isto é, a complexidade intrínseca que se encontra no cerne da ciência. (MORIN, 2005, p. 16)

Essa ambiguidade também se dá com a tecnologia, que para Morin (2011) “permite tanto o pior quanto o melhor”; sendo que o pior não está restrito às classes menos favorecidas, pois o conjunto da sociedade como um todo está submetido à lógica da racionalização. Segundo ele, os desenvolvimentos da ciência, da técnica, da indústria, da economia não são regulados nem pela política nem pela ética nem pelo pensamento, mas pela lógica da racionalização.

Assim, o autor defende que é preciso reexaminar a razão, ultrapassar essa perspectiva de racionalidade abstrata, associada ao primado do cálculo e ao primado da lógica abstrata. Para Morin a verdadeira racionalidade é aberta e dialoga com o real; é fruto de um debate de ideias e não propriedade de um

sistema de ideias. Não existe racionalidade sem afetividade, é preciso uma dialógica entre as duas; uma razão mestiçada pela afetividade, uma racionalidade aberta. O que implica em uma revolução epistemológica no conhecimento que precisa deixar de ser fragmentado e descontextualizado. É preciso uma ciência (e também uma sociedade) guiada por um pensamento complexo, que nas palavras de Morin:

(...) diferentemente de um pensamento simplificador que identifica a lógica ao pensamento, o pensamento complexo a governa evitando a fragmentação e a desarticulação dos conhecimentos adquiridos. O pensamento complexo não é, porém, uma nova lógica. O pensamento complexo precisa da lógica aristotélica, mas, por sua vez, necessita transgredi-la (e isso porque ela é igualmente pensamento). Ao ser paradigmaticamente dialógico, o pensamento complexo põe em evidência outros modos de usar a lógica. Sem rejeitar a análise, a disjunção ou a redução (quando for necessária), o pensamento complexo rompe a ditadura do paradigma da simplificação. Pensar de forma complexa torna-se pertinente quando nos defrontamos (quase sempre) com a necessidade de articular, relacionar, contextualizar. Pensar de forma complexa é pertinente quando se tem necessidade de pensar. Daí decorre que não se pode reduzir o real nem à lógica nem à ideia. Não se pode nem se deve racionalizar. Buscamos sempre ultrapassar o que já é conhecido. (MORIN, 2009, p.38)

Morin, portanto, critica a especialização e a abstração e defende a contextualização e a articulação e organização entre os conhecimentos, o que implica em uma reforma do pensamento. Essa reforma implica em reconhecer a verdadeira racionalidade, que conhece os limites da lógica, do determinismo e do mecanicismo, sem deixar de usá-los.

Para isso o autor (MORIN, 2011) destaca que é preciso reformar (i) a organização social; (ii) a educação, (iii) a vida e (iv) a ética. Porém não aprofunda como isso deve ser feito, quais as reformas e os encaminhamentos. Nesse sentido, ele apenas destaca que um controle sobre os quatro motores da sociedade – ciência, técnica, indústria e economia (lucro) – pode ser estabelecido pela ética, ou seja, pela política. Para isso é preciso “um grande progresso no espírito humano, não tanto em suas capacidades técnicas e matemáticas, não apenas no conhecimento das complexidades, mas em sua interioridade psíquica.” (p. 89).

É possível perceber uma preocupação com a participação social quando o autor (MORIN, 2005) destaca que:

A ciência é um processo sério demais para ser deixado só nas mãos dos cientistas. Eu completaria dizendo que a ciência se tornou muito perigosa para ser deixada nas mãos dos estadistas e dos Estados. Dizendo de outra forma, a ciência passou a ser um problema cívico, um problema dos cidadãos. Precisamos ir ao encontro dos cidadãos. É inadmissível que esses problemas permaneçam entre quatro paredes; é inadmissível que esses problemas sejam esotéricos. (MORIN, 2005, p.133)

Em Morin (2011) também comparece uma preocupação com a participação social, nesse caso, associada à importância de confederações (a exemplo do Fórum Social Mundial e da Assembleia de Cidadãos do Mundo) que buscam responder às necessidades vitais dos continentes e da sociedade planetária. O mesmo se dá quando o autor sugere uma “política da humanidade” em detrimento a uma “política do desenvolvimento”; a primeira teria como missão solidarizar o planeta enquanto a segunda manipular o planeta. Porém isso tudo só será possível se houver uma reforma no pensamento. Ou seja, para Morin não bastam mais esferas sociais participando das decisões científicas se não houver uma reforma no pensamento da sociedade, que deve abandonar o paradigma simplificador e inserir-se num paradigma da complexidade.

3.4 À GUISA DE CONCLUSÃO: UM POSSÍVEL MAPA

Como apresentado ao longo do capítulo, a ciência, a tecnologia e a sociedade têm desempenhado papéis complexos e ambíguos, com múltiplas facetas, cuja análise requer diversos enfoques, disciplinas, horizontes e perspectivas.

Dito de outra forma, nessa revisão bibliográfica foi possível perceber que há diferentes maneiras de olhar para a ciência, para a tecnologia e para a sociedade, o que está relacionado à complexidade das questões envolvidas e, de certa forma, justifica as diferentes abordagens CTS presentes no contexto do Ensino de Ciências. Ou seja, considerando que não há unanimidade de olhares

para a ciência, para a tecnologia e para a sociedade, quando estudadas separadamente, fica praticamente impossível pensar que possa haver uma compreensão única sobre como se dá a (s) relação (ões) CTS e, além disso, de como trabalhar tais questões de um ponto de vista educacional.

Nesse sentido, e como um primeiro ensaio para construir um mapa sobre as diferentes abordagens CTS, os olhares para a ciência, para a tecnologia e para a sociedade são discutidos ainda de forma isolada. Contudo, e como será apresentado em seguida, entende-se que, para uma efetiva discussão sobre as relações CTS torna-se necessário articulá-los. Estamos, defendendo, portanto, que CTS não é a mera discussão da ciência e da tecnologia inseridas no contexto social, mas a efetiva articulação entre ambas, que se dá a partir de parâmetros que, em sua natureza, explicitam essa relação e que não se reduzem a compreensões sobre ciência, sobre tecnologia e sobre sociedade, separadamente.

No que se refere à ciência, os diferentes olhares apresentados sobre a questão nos ajudam a ter uma visão mais articulada sobre a mesma, compreendendo que ela não é construída a partir de um pensamento lógico de sujeitos individuais, nem como um sistema de regras, nem como uma garantia de verdades e de salvação da humanidade e, além disso, possui forte relação com os ideais seguidos pela sociedade, em especial, aqui representados pelos valores sociais. Esses olhares envolvem: a “construção conceitual” (indutivismo, refutacionismo e contextualismo), a “produção social” (diferenciacionista, antidiferenciacionista e transversalista) e as relações ciência-desenvolvimento social. Ao apresentar esses diferentes olhares, queremos chamar atenção para a dificuldade em definir o que é ciência e para a importância em considerar, além das colocações voltadas à sua construção conceitual (a exemplo da análise de Kuhn), os elementos relacionados à sua produção social (a exemplo das abordagens transversalistas). Por outro lado, e como forma de complementar e, de certa forma, de atualizar essa discussão, destacamos a análise de Lacey e, com ela, chamamos atenção para a influência dos valores pessoais e sociais na construção/produção da ciência. Aspectos que, ainda que implicitamente, estão presentes nos trabalhos de Kuhn e dos diferenciacionistas, antidiferenciacionistas

e transversalistas, mas que não são alvo de destaque. Portanto, os olhares para a ciência foram organizados dessa maneira justamente porque entendemos que uma discussão sobre a ciência, no âmbito do Movimento CTS, deve considerar os valores sociais; somente assim será possível uma compreensão mais crítica, e atualizada, diante dessa questão.

Da mesma forma, no que se refere às questões tecnológicas, as discussões apresentadas e que envolvem suas definições (estudo da técnica, artefato, organização de ações, sistema de relações, sistema sociotécnico) e relações com o desenvolvimento social (atentando para a PCT), nos ajudam a entender a complexidade desse assunto e, a partir disso, construir uma percepção sobre as relações e possíveis articulações entre ciência, tecnologia e sociedade. Nesse sentido, a ênfase nos trabalhos de Pinto, Feenberg, Dagnino e Herrera não se deu por acaso, mas retrata os pressupostos que guiaram a presente pesquisa. Dentre esses, a necessidade de olhar para a tecnologia de maneira articulada à sociedade, considerando sua historicidade e suas relações com a cultura.

Também, nos pareceu ser essencial considerar as discussões sobre CT centrando nas implicações sociais, ou seja, do ponto de vista das transformações sociais. Essa revisão, em particular, nos forneceu uma compreensão maior com relação ao distanciamento sociedade - ciência/tecnologia, enfatizado sob diferentes pontos de vista. Ao mesmo tempo em que permitiu compreender esse distanciamento, forneceu possibilidades de superação do mesmo, seja a partir de uma revisão sobre o papel da ciência na sociedade seja o contrário – o papel da sociedade nos rumos do desenvolvimento científico e tecnológico. Aqui os autores enfatizados (principalmente Japiassu, Beck e Morin) também foram escolhidos por apresentar pressupostos comuns aos nossos, que podem ser resumidos nas preocupações com relação às limitações da ciência, à crença no progresso e à participação social.

O quadro a seguir representa esses olhares, ainda de maneira isolada:

Quadro 1 - Olhares sobre a Ciência, Tecnologia e Sociedade

<u>CIÊNCIA</u>	<u>TECNOLOGIA</u>	<u>SOCIEDADE</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Indutivista • Refutacionista • Contextualizado • Diferenciacionista • Antidiferenciacionista • Transversalista • Valores 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudo da técnica • Relações com a Ciência • Artefato/Instrumento • Organização de ações • Sistema de relações • Adequação sociotécnica • Tecnologia social 	<ul style="list-style-type: none"> • Distanciamento • Alienação • Riscos, ameaças e incertezas • Elementos para compreendê-la • Reformar o pensamento

Com a intenção de complementar esses olhares e, então, construir um mapa é preciso que as visões sobre ciência, tecnologia e sociedade, discutidas ao longo desse capítulo sejam adequadamente revisadas e combinadas. Por um lado, porque entendemos que CTS não é a mera junção de elementos da ciência com elementos da tecnologia e da sociedade. Por outro lado, porque nosso interesse recai para a Educação Científica, o que implica em transpor os discursos apresentados, originalmente desenvolvidos fora do contexto escolar, para esse contexto. Assim, o mapa a ser construído, ao mesmo tempo em que precisa articular os diferentes olhares apresentados, tanto internamente quanto considerando as imbricações CTS; precisa possibilitar relações com o contexto da Educação Científica.

Também, no contexto dessas discussões, vale lembrar que como não existe cartografia sem valor, o mapa construído também possui valores subjacentes. Particularmente, no presente trabalho, o que orienta a elaboração do mapa são pressupostos do educador brasileiro Paulo Freire (os quais serão explicitados no próximo capítulo). Estamos assumindo, portanto, que toda leitura é feita a partir de alguma perspectiva teórica, seja esta consciente ou não (MORAES & GALIAZZI, 2007), e assim, o nosso mapa representa uma maneira de articular os diferentes olhares sobre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade.

Nesse sentido, destacamos que mesmo no contexto educacional há várias maneiras de organizar os olhares para a ciência, a tecnologia e a sociedade,

orientadas por preocupações diferentes das nossas. Santos (2001), por exemplo, ao analisar Livros Didáticos de Ciências portugueses, considera as ênfases na Ciência, na Tecnologia e/ou em questões sociais/ambientais. Silva (2005), preocupado em construir um instrumento para analisar CTS em artigos de divulgação científica, articula diferentes olhares a partir de quatro dimensões: (i) Científica – centrada na explicitação de conceitos científicos e aspectos relativos à estruturação da atividade científica; (ii) Tecnológica – representa indicativos sobre os diversos aspectos da prática tecnológica; (iii) Social – centrada em elementos que permitam contextualizar as atividades científica e tecnológica e, (iv) Interações C-T-S – engloba a explicitação de aspectos relacionais entre as três dimensões. Auler (2002), preocupado com as compreensões de professores de ciências, organiza os diferentes olhares considerando o endosso ou não (i) ao modelo de decisões tecnocráticas; (ii) à perspectiva salvacionista da CT e (iii) ao determinismo tecnológico.

Embora reconhecendo a relevância desses recortes, entendemos que os mesmos não dão conta de explicitar a diversidade de abordagens CTS, ainda que possam ser utilizados para orientar práticas e propostas, analisar compressões e materiais didáticos. Como dito anteriormente, entendemos que CTS não é a mera junção do C, do T e do S; também, a nosso ver, a diversidade de abordagens CTS não está relacionada somente a uma questão de ênfase em um dos elementos da tríade ou ao endosso ou não à tecnocracia, salvacionismo e determinismo.

Nossa intenção não é substituir nem tornar sem sentido essas propostas, mas buscar um enquadramento mais abrangente que sinalize as articulações entre as necessárias considerações sobre elementos da tríade CTS e perspectivas educacionais.

Sendo assim, a nosso ver, uma maneira de recombina os diferentes discursos apresentados ao longo desse capítulo e sistematizar a discussão, satisfazendo nossos interesses e pressupostos, pode ser a partir da consideração de três parâmetros: (i) **racionalidade científica**, (ii) **desenvolvimento tecnológico** e (iii) **participação social**. Ou seja, entendemos que diferentes

níveis de compreensão sobre racionalidade científica, desenvolvimento tecnológico e participação social podem servir de aporte para caracterizar abordagens CTS e representam, portanto, um mapa das possibilidades.

Ressaltamos que tanto nos *olhares sobre a ciência*, quanto nos *olhares sobre a tecnologia* e nos *olhares sobre a sociedade*, é possível perceber, com maior ou menor intensidade, a presença desses três elementos.

Discussões sobre a racionalidade científica e seu papel na construção da ciência e na sociedade estão presentes nos diferentes discursos sobre a ciência, seja seguindo uma vertente mais indutivista, num extremo, seja associando aos valores pessoais/sociais em outro extremo. Também, é possível perceber visões de “racionalidade científica” nos discursos sobre a tecnologia, em especial nos trabalhos de Vieira Pinto, Feenberg e Dagnino, ainda que esse não seja o foco dos mesmos. Da mesma forma, nos olhares sobre a sociedade (Japiassu, Moraes, Beck, Santos e Morin) comparece uma discussão sobre o papel da racionalidade científica na sociedade atual, em especial, quando analisam sua influência na cultura, na sociedade de risco ou no pensamento. Assim, esse parâmetro, mais do que um olhar sobre a ciência, representa uma maneira de olhar para as relações CTS.

Da mesma forma, o segundo parâmetro. Em diferentes momentos, é possível perceber a presença de discussões sobre o desenvolvimento tecnológico, ainda que sob diferentes pontos de vista. Em especial, nos trabalhos centrados na tecnologia, no desenvolvimento social (tanto a partir de relações com a ciência quanto com a tecnologia) e nas transformações sociais. Ou seja, os olhares para a ciência do ponto de vista de sua construção conceitual ou produção social não trazem muitos elementos para essa análise o que os torna limitados e aponta a necessidade de considerarmos, também, outros olhares.

A participação social, por sua vez, também recebe destaque nos olhares apresentados, em especial nos que voltam sua atenção para a sociedade, a exemplo de Japiassu e Beck. Por outro lado, cabe destacar que também nos trabalhos voltados ao desenvolvimento social, a exemplo de Lacey, Dagnino, Baumgarten, Herrera e Feenberg, há um destaque para a necessidade de haver

uma participação da sociedade nos rumos do desenvolvimento científico-tecnológico.

Vale ressaltar que, ainda que haja um destaque para esses três elementos nos estudos apresentados, entende-se que há diferentes compreensões sobre os mesmos. As aproximações entre os diferentes discursos serão abordadas no capítulo 5, onde são discutidos os “níveis” de compreensão sobre Racionalidade Científica, Desenvolvimento Tecnológico e Participação Social. Como dito, esses diferentes níveis de compreensão, a nosso ver, contribuem para caracterizar a diversidade das abordagens CTS.

Por fim, como dito anteriormente, a definição desses parâmetros, além de considerar as diversas discussões sobre ciência, tecnologia e sociedade, foi guiada por pressupostos educacionais freireanos, os quais ainda não foram explicitados. Serão, portanto, o foco do próximo capítulo.

4. PROPÓSITOS EDUCACIONAIS DAS ABORDAGENS CTS

Uma análise da produção em CTS no Ensino de Ciências (apresentada nos Capítulos 1 e 2) indicou a ausência de um consenso a respeito da perspectiva educacional que norteia o Enfoque CTS. Em virtude disso, entende-se ser necessário definir parâmetros que contemplem os diferentes propósitos educacionais das abordagens CTS. Ao mesmo tempo, essa tarefa torna-se essencial, pois são esses propósitos que poderão orientar a articulação dos parâmetros CTS, discutidos no capítulo anterior.

Para a definição dos propósitos educacionais, optou-se por utilizar uma perspectiva como balizadora das discussões: a do educador brasileiro Paulo Freire. Justifica-se essa escolha, por um lado, porque compartilhamos de seus pressupostos, e, por outro, devido à sua afinidade com algumas das abordagens CTS. Ao mesmo tempo, como será discutido neste capítulo, entendemos que a articulação Freire-CTS representa uma possibilidade de atualização e transposição do Movimento CTS para o contexto educacional brasileiro.

Ressaltamos que embora tenhamos utilizado a perspectiva Freireana como balizadora das discussões sobre o eixo Educação, não defendemos que essa seja a única possibilidade. Muito pelo contrário, entendemos que outras também podem guiar (e estão guiando) abordagens CTS, como será discutido ao longo deste capítulo.

Com base nisso, o presente capítulo divide-se em dois blocos. No primeiro são apresentados fundamentos da articulação Freire-CTS: os pressupostos teórico-metodológicos da perspectiva Freireana de Educação; um panorama das pesquisas desenvolvidas no âmbito do Ensino de Ciências e que buscam articular Freire e CTS; e, uma síntese sobre essa articulação. No segundo bloco, são

discutidos os propósitos educacionais que, a nosso ver, tem guiado as abordagens CTS.

4.1 PRESSUPOSTOS FREIREANOS

Paulo Freire, partindo do pressuposto de que o homem é um ser inacabado, que se encontra imerso em uma realidade também inacabada, e um ser histórico, ou seja, que possui consciência dessa inconclusão, aponta que a vocação ontológica do mesmo é a busca do *ser mais*, ou seja, da sua emancipação enquanto sujeito/agente de transformação dessa realidade histórica. Fora dessa busca os homens não podem *ser*, pois ao invés de transformar, tendem a se adaptar à realidade. (FREIRE, 1987).

Contudo, o autor aponta que, num primeiro momento, a realidade não se dá aos homens como objeto cognoscível. Assim, o primeiro passo é tomar consciência da realidade e de sua própria capacidade para transformá-la. A partir disso, o homem pode participar ativamente na história, na sociedade, na transformação da realidade. (FREIRE, 2006, p. 46).

A consciência a que ele se refere relaciona-se ao olhar crítico sobre a realidade, que a *desvela* para conhecê-la e agir sobre ela, ou seja, está relacionada a uma mudança de percepção em relação à mesma. Como coloca Freire,

A conscientização implica, pois, que ultrapássemos a esfera espontânea de apreensão da realidade, para chegarmos a uma esfera crítica na qual a realidade se dá como objeto cognoscível e na qual o homem assume uma posição epistemológica. (FREIRE, 2006, p. 30)

Aliado a isso, Freire defende que a educação é um *fenômeno puramente humano* que deveria buscar estimular essa reflexão/ação sobre a realidade. Ou seja, buscar a consciência de que os homens estão com o mundo e os outros, e não simplesmente no mundo, contribuindo assim para a busca do *ser mais*, que implica na busca permanente da mudança.

Com esse propósito, Freire sempre defendeu a necessidade de o processo de ensino-aprendizagem contribuir para a superação da passividade ou da cultura do silêncio, na qual alguns setores sociais encontram-se inseridos. Segundo ele, esse distanciamento, tem inibido a vocação ontológica do ser humano, e, com isso, impedido o desenvolvimento de posturas críticas, transformadoras do mundo. Somente assim, o homem deixará de ser objeto e poderá chegar a ser sujeito de fato, desenvolvendo o *pensar autêntico*.

Para ser válida, a educação deve considerar a vocação ontológica do homem – vocação de ser sujeito – e as condições em que ele vive: em tal lugar exato, em tal momento, em tal contexto. (FREIRE, 2006, p. 39)

Para alcançar esses objetivos, ou seja, contribuir para que a sociedade participe de forma consciente da construção de sua própria história, Freire defende que a educação deve ir além do ato mecânico de ler e escrever, ou, de juntar as palavras. Torna-se fundamental, substituir a *educação bancária* cujo principal resultado é a constituição de uma *cultura do silêncio*, ou seja, da alienação e da passividade, pela *educação problematizadora*.

A concepção problematizadora e libertadora da educação, proposta por Freire, busca fazer com que os educandos desenvolvam seu poder de captação e compreensão do mundo que lhes aparece, em suas relações com ele, não mais como uma realidade estática, mas como uma realidade em transformação. Assim, contribui-se para que o futuro deixe de ser inexorável aos olhos dos homens e passe a ser o que historicamente é: problemático (FREIRE, 2000). Essa concepção possui duas características fundamentais, a *problematização* e o *diálogo*.

A *problematização* é a reflexão que alguém exerce, mas conjuntamente, sobre uma situação, fruto de um ato, ou sobre o próprio ato, para agir melhor, para transformar, com os demais, essa situação ou esse ato. Essa reflexão só é possível se houver *diálogo*, que é o encontro dos homens, mediados pelo mundo, para *pronunciá-lo*. O seja, é um ato de criação e recriação, que deve ocorrer em conjunto, pois a busca pelo *ser mais*, não pode realizar-se no isolamento, mas na comunhão entre todos (FREIRE, 1987).

Considerando que não existem homens sem mundo, Freire defende que o ponto de partida da educação problematizadora deve ser o próprio homem e sua realidade, pois, somente a partir dessa situação e da percepção que dela estão tendo, poderão iniciar um processo de mudança (FREIRE, 1987).

Assim, “será a partir da situação presente, existencial, concreta, refletindo o conjunto de aspirações do povo, que poderemos organizar o conteúdo programático da educação” (FREIRE, 1987, p.86). Em sua proposta, essa organização está baseada em uma abordagem construída em torno de temas, os denominados *temas geradores*, que permitem o estabelecimento de relações entre os homens e o mundo.

Para conhecer o mundo em que e com o qual os educandos se encontram e, além disso, a percepção que eles possuem do mesmo, Freire propõem a *Investigação Temática*.

Essa proposta, assim como as reflexões anteriormente apresentadas, foram pensadas e dirigidas para a alfabetização de adultos em um contexto de opressão. Posteriormente, e por diferentes educadores, as mesmas foram reelaboradas para outros contextos. Particularmente para o Ensino de Ciências, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), ao fazer uma releitura dessa proposta, propõem uma *investigação temática* orientada por duas metas, que seriam: (i) Identificar os temas geradores e (ii) Planejar a abordagem problematizadora desses temas no processo educativo.

Como essa investigação se dá de maneira problematizadora e dialógica, à medida que são realizadas “atividades” para alcançar essas duas metas, também ocorre a reflexão sobre a realidade. Assim, além de possibilitar a apreensão do tema gerador e de seu planejamento, esse processo insere ou começa a inserir os homens numa forma crítica de pensarem seu mundo (FREIRE, 1987).

A proposta da investigação temática, como sugerida por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), está baseada em cinco etapas em constante interação entre si, que se auto-alimentam. A seguir essas etapas serão apresentadas, considerando tanto discussões realizadas por esses autores quanto pelo próprio Freire.

A **primeira etapa** é caracterizada pelo *levantamento preliminar da realidade*, ou seja, pelo levantamento das condições locais em que vivem os educandos. Esse levantamento é feito pelos educadores que coletam material/informações sobre o local, o que envolve desde conversas informais com moradores até busca de dados oriundos de censos e estatísticas. Esses dados coletados são organizados pelos professores.

Na **segunda etapa**, em função da análise dos dados apreendidos durante a etapa anterior, é feita a escolha, pelos educadores, de situações que se apresentam como contraditórias para os sujeitos envolvidos ou, em outras palavras, que são vistas pelos educandos como necessitando ser superadas. Essas situações podem vir a ser os *temas geradores*.

A **terceira etapa** é denominada *Círculo de Investigação Temática*. Nessa os participantes são desafiados a expor seus anseios, angústias e problemas frente às situações existenciais contraditórias, levantadas na etapa anterior, para, a partir disso, “testar” se essas situações realmente são significativas. Nessa etapa, por meio da dinâmica de *codificação-problematização-decodificação*, são definidos os temas. Para Freire, as contradições vividas pelos educandos são apresentadas a eles como códigos que devem ser decodificados e problematizados para que sua superação seja possível (CARLETTO, VON LINSINGEN & DELIZOICOV, 2006, p.10).

Na **quarta etapa**, denominada *Redução Temática*, é feita a articulação de conhecimentos com os temas. Nessa etapa, cada educador busca uma forma de contribuir, a partir dos conhecimentos da sua disciplina, para o entendimento da situação. Como coloca Freire, “o especialista busca os seus núcleos fundamentais que, constituindo-se em unidades de aprendizagem e estabelecendo uma sequência entre si, dão a visão geral do tema “reduzido”” (FREIRE, 1987, p. 66).

Freire comenta a possibilidade de a equipe sentir a necessidade de acrescentar temas que não surgiram diretamente da investigação, os *temas dobradiças*. Esses temas teriam a função de “facilitar a compreensão dos temas no conjunto da unidade programática, propiciando uma ligação; além disso, contêm as relações a ser percebidas entre o conteúdo geral da programação e a

visão de mundo dos alunos” (DELIZOICOV, ANGOTTI & PENAMBUCO, 2002, p. 277).

Por fim, após essas quatro etapas, segue-se o desenvolvimento do planejamento em sala de aula. Particularmente para essa fase, que esses autores denominam de **quinta etapa** da *investigação temática*, eles propõem a metodologia dos *Três Momentos Pedagógicos*, quais sejam: *Problematização inicial*, *Organização do conhecimento* e *Aplicação do conhecimento*.

De uma forma sistematizada, como coloca Pierson (1997), pode-se descrever esses momentos como:

(...) o primeiro momento de mergulho no real, o segundo caracterizado pela tentativa de apreender o conhecimento, já construído e sistematizado, relacionado a este real que se observa e o terceiro momento de volta ao real, agora de posse dos novos conhecimentos que permitam um novo patamar de olhar. (PIERSON, 1997, p.156)

Assim, ao realizarem uma releitura da *investigação temática* de Freire, Delizoicov, Angotti e Pernambuco acrescentam, de forma explícita, uma quinta etapa que diz respeito ao desenvolvimento da proposta em sala de aula.

Com base nas ideias de Freire, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), propõem, portanto, uma prática educativa estrutural baseada em temas, ou seja, uma *abordagem temática* dos conteúdos que seria contrária à tradicional *abordagem conceitual*. Na abordagem temática os conteúdos escolares são selecionados a partir dos temas, o que quer dizer que os conceitos científicos, também são selecionados a partir do tema, passando, dessa forma, de finalidade para meios utilizados para a compreensão dos temas. Esses temas constituem os objetos de conhecimento. Também, de acordo com essa abordagem, as atividades em sala de aula devem ser planejadas de tal modo que as explicações dos alunos e o seu conhecimento prévio possam ser problematizados pelo professor, e, a partir dessa problematização, sejam formulados os problemas que mostrem a necessidade de se trabalhar novo conhecimento.

Com base no que foi exposto, em síntese, destacamos que a *problematização*, o *diálogo* e a *investigação temática* são entendidos, na

perspectiva freireana, como condições necessárias, para a construção e efetiva apropriação do conhecimento por parte dos educandos.

Além disso, é importante destacar que a diferença entre a proposta da educação problematizadora e a educação bancária não está relacionada somente a uma mudança de métodos, aspecto enfatizado por Freire:

Se a educação libertadora fosse somente uma questão de métodos, então o problema seria mudar algumas metodologias tradicionais por outras mais modernas. Mas não é esse o problema. A questão é o estabelecimento de uma relação diferente com o conhecimento e com a sociedade. (FREIRE & SHOR, 1986, p. 48)

Essa mudança da relação entre a escola e o seu entorno social é possível no momento em que o conhecimento escolar deixa de ter um fim em si mesmo e passa a ser utilizado para compreender o mundo, para superar uma visão ingênua e buscar a transformação da realidade, mais especificamente, buscar soluções para problemas da realidade dos educandos.

Contudo, é importante destacar que isso não significa que a escola passa a ter como função resolver os problemas da comunidade na qual se encontra. Mas, sem dúvida, a escola pode cumprir um papel fundamental tanto na compreensão quanto na busca de soluções. Como afirmava Freire, a escola não tem “o poder” de mudar a sociedade, mas, ao mesmo tempo, sem a escola a sociedade não muda.

Por fim, destacamos que, considerando que a proposta freireana foi pensada em outro contexto, entendemos que é necessário “traduzi-la” para o contexto atual de ensino. Em virtude disso, nossa leitura da obra de Paulo Freire priorizou alguns elementos em detrimento de outros. Dito de outra forma, realizamos um recorte, selecionando elementos, que entendemos serem centrais para o esclarecimento da perspectiva freireana no contexto da Educação Científica e do Enfoque CTS.

4.2 PESQUISAS QUE SINALIZAM ARTICULAÇÕES FREIRE - CTS

Vários trabalhos compartilham da proposta de articulação Freire-CTS, destacando aproximações e contrapontos entre as duas perspectivas e, também, potencialidades dessa articulação para o contexto da Educação Científica. Dentre esses trabalhos, destaca-se Auler (2002) e Auler *et al.* (2007), Nascimento e von Linsingen (2006), Carletto, von Linsingen e Delizoicov (2006), Santos (2008), Muenchen, *et al.* (2005) e Sepka (2004).

A análise desses trabalhos pode contribuir para esclarecer as várias compreensões sobre a natureza dessa articulação. Cabe destacar que esses se caracterizam como os primeiros trabalhos nessa linha (os cinco primeiros são de natureza teórica e os dois últimos voltam-se ao universo das implementações) e assim serão discutidos a seguir. Atualmente há um universo maior de pesquisas e intervenções curriculares centradas na articulação Freire-CTS, dentre as quais podemos citar: Muenchen & Auler (2007); Oliveira (2010); Zauith & Hayashi (2011); Roso, Dalmolin & Auler (2011) e Gonzalez (2011).

Para **Auler** (2002) o ponto de convergência entre essas abordagens é a busca pela participação da sociedade, pela superação da *cultura do silêncio*, que, no enfoque CTS, comparece no sentido da reivindicação de democratização das decisões em temas sociais envolvendo ciência-tecnologia e que, em Freire, é central ao propor um ensino que proporcione uma “leitura crítica do mundo” para a transformação da realidade.

Nesse sentido, para tornar possível uma “leitura crítica do mundo”, segundo esse autor, é fundamental problematizar compreensões produzidas historicamente sobre a atividade científico-tecnológica, já que a dinâmica social está, cada vez mais, relacionada aos avanços no campo científico e tecnológico.

Essas compreensões, que exigem uma revisão, estão alicerçadas na concepção de neutralidade da ciência/tecnologia e incluem: (i) a suposta superioridade/neutralidade do modelo de decisões tecnocráticas; (ii) uma perspectiva salvacionista atribuída à ciência/tecnologia e (iii) a existência de um determinismo tecnológico.

Assim, para esse autor, a reinvenção da concepção freireana deve incluir uma compreensão crítica sobre questões relacionadas à interação CTS, já que ciência e tecnologia estão, cada vez mais, presentes na sociedade. E, da mesma forma, a perspectiva CTS, abordando as interações ciência-tecnologia-sociedade, constitui-se numa possibilidade de desvelamento da realidade (objetivo da educação defendido por Freire).

Em outro artigo (AULER *et al.*, 2007), é realizada uma análise bibliográfica de trabalhos que discutem intervenções curriculares desenvolvidas de acordo com a abordagem CTS e de acordo com a proposta freireana, separadamente. O foco dessa análise está centrado na natureza e abordagem dos temas em cada uma das perspectivas. Como resultados, são apontadas algumas divergências, separadas em quatro categorias: a) Abrangência dos temas; b) Surgimento dos temas; c) Disciplinas envolvidas na construção/desenvolvimento do trabalho e d) Relação tema/conteúdo.

Em síntese, os autores apontam que enquanto em Freire é central que sejam temas com significado para alunos, discutidos a partir da realidade próxima dos mesmos, denominados pelos autores de *temas locais*, no enfoque CTS, este aspecto não é tão relevante, pois, nos trabalhos analisados, os temas possuem uma abrangência mais geral.

No que diz respeito à definição dos temas trabalhados, novamente, parece haver divergências entre as propostas. Em Freire está presente a proposta da *investigação temática*, da participação da comunidade escolar na definição dos temas, e em CTS não necessariamente, já que, geralmente, os temas partem dos professores.

Quanto às disciplinas envolvidas, em CTS, elas pertencem mais a área das ciências exatas enquanto que, em Freire, não. Outro aspecto apontado, é que apesar de CTS defender a interdisciplinaridade, a maioria dos trabalhos analisados pertence a uma só disciplina, e, quando acontece a superação da fragmentação disciplinar essa ocorre apenas na área de ciências naturais.

No que diz respeito à relação tema/conteúdo, os autores constatarem que nos trabalhos freireanos o conteúdo é selecionado a partir do tema, e nos trabalhos CTS há tanto intervenções que partem dos temas e a partir disso

selecionam o conteúdo, como também ocorre o inverso, ou seja, os temas são selecionados a partir do conteúdo. Essa última proposta, para os autores é entendida como uma forma de “dourar a pílula” ou “maquiar currículos”, já que a discussão de temas passa a ter como finalidade a compreensão dos conhecimentos científicos.

Nascimento e von Linsingen (2006), destacam que a articulação entre essas duas propostas pode vir a se configurar como um ganho para ambas: para o enfoque CTS por lhe proporcionar uma base educacional sólida e coerente (algo nem sempre explicitado nas abordagens CTS) e, para a pedagogia e método freireano (e seus desdobramentos no ensino de ciências) por oportunizar a abordagem de temas atuais de dimensão social, política e econômica, particularmente no âmbito do ensino de ciências e tecnologia.

Esses mesmos autores exploram três pontos para discutir convergências entre essas duas abordagens, quais sejam: (i) a abordagem temática e a seleção de conteúdos e materiais didáticos; (ii) a perspectiva interdisciplinar do trabalho pedagógico e o papel da formação de professores e, (iii) o papel do educador no processo de ensino e aprendizagem e na formação para o exercício da cidadania. A seguir, apresenta-se uma breve síntese desses.

- (i) *A abordagem temática e a seleção de conteúdos e materiais*: de acordo com os autores, ambas as propostas rompem com o tradicionalismo curricular do ensino de ciências já que a seleção de conteúdos se dá a partir da identificação de temas que contemplem situações cotidianas dos educandos. Além disso, ambas as propostas preocupam-se em realizar uma contextualização dos conhecimentos científicos e tecnológicos, integrando-os à realidade do educando.
- (ii) *A perspectiva interdisciplinar do trabalho pedagógico e o papel da formação de professores*: para os autores, tanto a proposta de Freire quanto a da abordagem CTS ressaltam a importância da discussão de temas sociais a partir de um enfoque interdisciplinar e, aliado á isso, os autores chamam atenção para a formação dos professores, já que sua formação disciplinar é apontada como um entrave para a implementação de abordagens interdisciplinares nas escolas.

- (iii) *O papel do educador no processo de ensino e aprendizagem e na formação para o exercício da cidadania*: segundo os autores, as duas propostas requerem um novo tipo de profissional da educação. Que deixe de depositar conteúdos na cabeça dos alunos e passe a estimular a aprendizagem dos mesmos, promovendo a sua participação no processo de ensino aprendizagem, dando espaço para que eles possam se expressar e exercitar seus deveres e direitos.

Carletto, von Linsingen e Delizoicov (2006) afirmam que tanto o enfoque CTS quanto a perspectiva freireana visam um ensino que contribua para a “formação de cidadãos críticos, detentores de um entendimento mais coerente acerca da ciência e da tecnologia, capazes de intervir ética e democraticamente no mundo” (CARLETTO, VON LINSINGEN & DELIZOICOV, 2006, p. 9).

Destacam também, que ambas as propostas, ao organizar o conteúdo escolar, partem de temas sociais, que são o objeto central, e visam realizar uma contextualização do conhecimento integrando-o à realidade dos educandos. Além disso, os autores enfatizam que algumas relações entre as duas abordagens podem ser estabelecidas quanto à forma de estruturar currículos e práticas docentes, já que a abordagem CTS não possui uma proposta clara nesse sentido, mas a pedagogia de Paulo Freire possui.

Como divergência, esses mesmos autores apontam a seleção dos temas. Em CTS a definição dos temas parte da percepção de especialistas, enquanto que na proposta freireana há uma participação de todos os sujeitos envolvidos.

Santos (2008), ao discutir congruências e divergências entre a abordagem CTS e a perspectiva freireana, aponta que a educação libertadora defendida por Freire, tem como objetivo contribuir para que o “educando pudesse tomar consciência da sua situação existencial e pudesse agir sobre ela para transformá-la em direção à construção de uma sociedade mais justa e igualitária” (SANTOS, 2008, p.117). Já a perspectiva CTS, em sua origem, em países desenvolvidos, centrava sua discussão nos “impactos tecnológicos na sociedade e, sobretudo, em suas consequências ambientais” (SANTOS, 2008, p.117).

Assim, para Santos,

(...) uma educação com enfoque CTS na perspectiva freireana buscaria incorporar ao currículo discussões de valores e reflexões críticas que possibilitem desvelar a condição humana. Não se trata de uma educação contra o uso da tecnologia e nem uma educação para o uso, mas uma educação em que os alunos possam refletir sobre a sua condição no mundo frente aos desafios postos pela ciência e tecnologia. (SANTOS, 2008, p.122)

A partir disso, o autor destaca que um dos focos de discussão da abordagem CTS com perspectiva freireana seria o processo de dominação do atual sistema tecnológico que impõe valores culturais e oferece riscos para a vida humana (SANTOS, 2008, p.117). Assim poderiam ser discutidas questões como a exclusão social e tecnológica e a divisão desigual do trabalho, do lucro e da exploração ambiental. Ainda para esse autor, ao ampliar a abordagem CTS para uma perspectiva humanística freireana, comprometida com a busca do ideal de justiça e igualdade social, estaria sendo resgatada a dimensão política do movimento CTS.

Em síntese, o autor propõe uma “recontextualização” do enfoque CTS, que, numa perspectiva freireana, teria como objetivos discutir com os alunos temas relacionados à ciência e à tecnologia com o intuito de superar a desigualdade e a injustiça social e tecnológica. Fatores que, segundo ele, caracterizam, hoje, a relação opressor-oprimido, criticada por Freire.

Além disso, o autor realiza uma discussão quanto à abordagem temática do conteúdo, apontada por ambas as propostas. Essa discussão refere-se ao foco atribuído aos temas, chamando atenção que “para Freire os temas são fontes de conscientização para a transformação do contexto de exploração em uma perspectiva libertadora” (SANTOS, 2008, p.121) e em CTS são utilizados para compreensão de questões ambientais e para desenvolver habilidades para a argumentação e participação.

Da mesma forma, o autor coloca que, “no enfoque CTS o contexto da vida real parece muito mais como “pano de fundo” ou para aumentar o engajamento emocional dos alunos”, enquanto que em Freire essa relação “tem uma conotação epistemológica muito mais forte no sentido de se relacionar ao verdadeiro sentido

do conhecimento como ferramenta cultural para transformação do mundo” (SANTOS, 2008, p.121).

Ainda nessa linha, são importantes as contribuições dos trabalhos desenvolvidos por **Muenchen et al.** (2005) e **Sepka** (2004). Ambos discutem o desenvolvimento e avaliação de propostas de intervenção pontual no currículo regular do Ensino Médio, balizadas pela perspectiva da abordagem temática (ou seja, utilizam como metodologia os *Três Momentos Pedagógicos*) e pela abordagem CTS. “*Energia “Consumida”: Transporte Particular x Coletivo*” e “*Recepção, Transmissão e Processamento de Dados*”, são, respectivamente, os títulos das propostas desenvolvidas.

Cabe destacar que nesses dois últimos trabalhos não são discutidos os processos de definição dos temas e de articulação desses com o conhecimento escolar (redução temática), apenas são apresentados o desenvolvimento em sala de aula e a avaliação do mesmo. Ou seja, referente às etapas da *investigação temática*, é desenvolvida e discutida apenas a quinta etapa (trabalho em sala de aula).

Quanto aos resultados, Muenchen *et al.* apontam três categorias: a) A participação, a interação entre aluno-aluno e aluno-professor potencializa a aprendizagem; b) Inserir elementos do “mundo da vida” no planejamento didático-pedagógico contribui para a aprendizagem e c) Avaliação como instrumento de aprendizagem. Já Sepka aponta como resultados que a inserção da abordagem CTS contribui para o aumento da motivação e potencializa a aprendizagem dos alunos. Em síntese, a preocupação desses trabalhos está em buscar elementos que auxiliem as reflexões em torno do potencial das propostas CTS para a aprendizagem dos alunos.

A partir desses trabalhos é possível constatar que há um universo de possíveis articulações e contrapontos entre o ensino com enfoque CTS e a concepção freireana, os quais serão discutidos a seguir.

4.3 UMA PROPOSTA DE SISTEMATIZAÇÃO DA ARTICULAÇÃO FREIRE-CTS

Como ponto de aproximação entre referenciais e propostas ligados ao enfoque CTS e os ideais do educador Paulo Freire, encontra-se o fato de ambos defenderem um ensino que contribua para desenvolver uma **postura crítica**, seja em relação à realidade dos alunos seja em relação à tríade CTS. Importa salientar que, atualmente, é praticamente impossível, ou pelo menos difícil, pensar em um entorno social dos alunos cujos problemas estejam desvinculados de questões relacionadas à ciência e tecnologia. Contudo, muitas vezes é possível discutir a realidade sem possuir como foco a relação CTS e vice-versa.

Porém, ainda que os objetivos críticos sejam compartilhados, é possível identificar entre esses autores que há diferenças quanto à natureza da crítica. Na perspectiva freireana, essa postura crítica está atrelada à possibilidade concreta de intervenção na realidade, entendida como condição para a construção do conhecimento. Já em CTS, apesar desse movimento ter sofrido influência de movimentos ativistas de contestação, quando trazido para a escola, não necessariamente inclui esse ideal de ação para mudar uma situação real, embora aponte para a construção de uma consciência crítica em relação à ciência e à tecnologia.

Também, ambos defendem um ensino que estabeleça vínculos para os conteúdos escolares, seja com o entorno social dos alunos seja com questões tecnológicas, históricas, filosóficas, éticas, econômicas e políticas. Em outras palavras, defendem uma abordagem dos conteúdos inserida em um contexto e não dele desvinculada, como se tivessem ma finalidade em si mesma. Enquanto para Freire, o tema é o ponto de partida para a definição dos conteúdos e conhecimentos a serem construídos, já para a abordagem CTS, o tema pode ser o espaço de aplicação de conteúdos curriculares já apreendidos.

Como é possível constatar, a partir da revisão de trabalhos que tratam sobre essa questão, as duas propostas divergem, de certa forma, quanto à **natureza dos assuntos** a serem trabalhados em sala de aula. Enquanto que em Freire o ideal é partir de temas que fazem parte da realidade dos alunos e que tenham significado para eles, em CTS o principal é a relação dos assuntos com a

ciência e/ou a tecnologia em um contexto social amplo, independente da relação que possuam com a realidade mais próxima dos alunos.

Outro aspecto fundamental que difere essas duas propostas é que em Freire os temas, necessariamente, são problemas em aberto, que os alunos estão vivenciando no momento, e, portanto, não há respostas exatas para os mesmos. Já em CTS, podem ser situações relatadas com juízos estabelecidos, ou “simuladas”, desde que permitam a realização de uma reflexão sobre CTS.

A partir desses pressupostos, a nosso ver, articular CTS à Freire torna-se importante principalmente por permitir uma “nova” forma ou uma atualização do entendimento do movimento CTS no campo educacional. Que de movimento amplo e difuso, que se iniciou nas décadas de 70 e 80, influenciado por ideias oriundas do campo social e econômico, buscando uma redefinição da razão e da função do ensino de ciências (CRUZ, 2001), passa a ter como objetivo a construção da cidadania. Uma cidadania, no sentido colocado por Teixeira (2003), que:

(...) deve partir da análise da sociedade que temos, ou seja, envolve necessariamente um processo de conscientização, no sentido freireano, significando a possibilidade de “olhar criticamente a realidade econômica, social, política e cultural, colocando por terra crenças e mitos que enganam e que ajudam a manter a estrutura desumanizante” (Vale, 1989: p. 45). Além disso, implica a busca de mecanismos transformadores dessa realidade injusta, impulsionando a construção de condições sociais mais igualitárias e menos excludentes. (TEIXEIRA, 2003, p.89)

Dessa forma, em nosso entendimento, a abordagem CTS articulada à perspectiva freireana, visa propiciar a base formativa necessária para tornar possível a compreensão crítica e a intervenção da sociedade, no que se refere a questões sociais que estejam relacionadas ao desenvolvimento científico-tecnológico e que aflijam a sociedade no presente momento histórico; contribuindo, dessa forma, para a formação de posicionamentos críticos.

Como já destacado por Auler (2001), para desenvolver uma postura mais democrática e menos tecnocrática, objetivo dos estudos em CTS, é indispensável levar em conta a inexperiência democrática do povo, que não possui uma história

de participação. Torna-se imprescindível, iniciar o desenvolvimento de uma cultura de participação além de “fornecer” informações.

Para isso, essa base formativa, a que nos referimos anteriormente, deve ir além de discutir interações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade em sala de aula. Envolve, necessariamente, o desenvolvimento de outra postura frente a tais questões, de uma postura de participação e/ou intervenção.

Portanto, nessa perspectiva, a abordagem CTS passa a enfatizar uma educação voltada para a formação de cidadãos críticos, que compreendam a atividade científico-tecnológica e suas relações com a sociedade, que saibam se posicionar sobre questões que envolvam as mesmas, que assumam responsabilidades e, além disso, sejam capazes de intervir no entorno em que vivem. É importante enfatizar que, para uma autêntica democracia, não basta uma sociedade que saiba analisar as informações e se posicionar criticamente. Esse é um requisito indispensável, mas nem sempre suficiente. É preciso também que ela passe a agir de acordo com as decisões tomadas.

No entanto, essa reflexão em torno do contexto científico-tecnológico e social ocorre de forma implícita, por meio da discussão de questões sociais que fazem parte da realidade em que vivem os educandos. Dessa forma, ao assumir os objetivos dessa perspectiva, no campo educacional, o processo de ensino-aprendizagem passa a ter outro enfoque, passa a contribuir para emancipação do homem enquanto sujeito, capaz de discutir e agir.

É nesse sentido, como discutido anteriormente, que esse processo requer uma construção do conhecimento, por meio do diálogo, da problematização, e associado a eles, da ideia de transformação da realidade. Entendemos que esses três elementos, problematização, diálogo e perspectiva de transformação, são fundamentais quando se busca a formação de cidadãos críticos e atuantes, que compreendam a atividade científico-tecnológica e suas relações com a sociedade, que saibam se posicionar sobre questões que envolvam as mesmas e assumam responsabilidades.

A ideia de *problematizar* parte da concepção de que o conhecimento se origina a partir de questionamentos, na busca de soluções para problemas. Por meio da problematização o aluno irá se confrontar com o problema, fazendo com

que ele perceba que buscar sua solução é algo necessário e que exige um conhecimento novo, que ele e o grupo ainda não possuem.

Contudo, uma real apropriação do conhecimento só é possível se esse tiver algum sentido para o aluno, associado a isso, e considerando que os conhecimentos são apropriados pelos alunos de forma descontínua, por meio de rupturas, onde o conhecimento que eles já possuem é confrontado com o conhecimento necessário para compreender o problema em questão, é necessário que os problemas façam parte da vida dos estudantes. (DELIZOICOV, ANGOTTI & PERNAMBUCO, 2002)

Assim, o tema ou assunto deve estar relacionado a uma situação concreta que se configura como um problema social significativo para os educandos. E a partir dessa situação significativa, por meio da problematização, deve-se trazer à tona as contradições envolvidas e ir além delas, possibilitando a conquista de novos conhecimentos (PONTUSCHKA, 1993).

Para saber qual a situação ou se uma dada situação é significativa, é preciso, de alguma forma, ouvir os alunos e a comunidade na qual se encontram inseridos, conhecer qual sua visão de mundo, qual a sua realidade. Além disso, para problematizar o conhecimento que possuem é preciso, antes de tudo, conhecê-lo. E essa é uma das intenções da *investigação temática* proposta por Freire, ou seja, estabelecer vínculos com a realidade dos educandos.

Além dessa, também há a questão de envolver o coletivo da escola na organização do programa, que chama atenção para a necessidade de mais de uma área do conhecimento para compreender a situação, ou seja, de uma abordagem interdisciplinar dos conteúdos, na qual há a colaboração de diferentes especialistas ou professores para buscar o entendimento da situação. O que também supõem que o professor, sozinho, não pode saber tudo.

Problematizar, portanto, é refletir em conjunto, sobre uma determinada situação, que faz parte da realidade dos alunos. Essa reflexão em conjunto só é possível se houver diálogo entre esses sujeitos. Ou seja, se todos estiverem voltados para o mesmo problema, em busca de “soluções” para esse. Esse processo se dá pelo compartilhamento de ideias, e não por imposição, uns depositando informações nos outros. Educador e educandos são, portanto,

sujeitos do processo de ensino-aprendizagem, o que quer dizer que os alunos devem participar também como agentes do processo e não apenas como espectadores e os professores não podem ser entendidos como os possuidores exclusivos do conhecimento. O que envolve, acima de tudo, uma outra postura, tanto do professor quanto dos alunos.

Como coloca o próprio Freire, “Em outras palavras, o objeto a ser conhecido é colocado na mesa entre os dois sujeitos do conhecimento. Eles se encontram em torno dele e através dele para fazer uma investigação conjunta” (FREIRE, 1986, p. 65).

Também, o *diálogo* não é apenas uma troca de informações, ou uma conversa, mas sim um esforço em busca da compreensão e transformação da realidade. E ele se torna importante, principalmente porque, é por meio dele, na medida em que ocorre a reflexão conjunta sobre o que cada um dos sujeitos sabe e não sabe, que é possível a atuação crítica para transformar a realidade.

Juntamente com a problematização e a dialogicidade está a ideia de conhecimento para a ação, para a transformação da realidade, ou, como já colocado, para compreender e buscar soluções para os problemas presentes na vida diária dos estudantes. E, nesse sentido Sauerwein e Terrazan (2005), colocam que as transformações a que Freire se refere podem ser caracterizadas em dois níveis, sendo que o primeiro seria sobre as percepções em relação à realidade e o segundo sobre atitudes de ação para efetivá-las. Assim, os autores colocam que “A dinâmica que orienta os trabalhos é a de transformação de percepções dos sujeitos sobre a realidade em que estão inseridos” (SAUERWEIN & TERRAZAN, 2005, p. 3) o que, por sua vez, acabaria transformando também, e de alguma maneira, a própria realidade, no momento em que essa percepção influencia suas atitudes.

O fato de os conhecimentos, problematizados por meio do diálogo, servirem como instrumentos para a compreensão e atuação em relação a situações significativas para os alunos é o que torna a concepção de educação de Paulo Freire libertadora (CARLETTO, VON LINSINGEN & DELIZOICOV, 2006). Assim o conhecimento escolar passa a ter outra conotação, ele deixa de ter um

fim em si e passa a ser meio para a compreensão da realidade, ou, em outras palavras, para a mudança de percepção em relação à realidade.

Um trabalho nessa perspectiva, portanto, precisa envolver os alunos, tornando-os produtores e disseminadores do conhecimento construído. Ou seja, é imprescindível que os alunos busquem o conhecimento necessário para compreender o assunto em questão e o devolvam de forma organizada e sistematizada à comunidade na qual foram buscar os dados, intervindo assim, de forma direta para a solução do problema. Entendemos a ideia de contribuir para a formação da comunidade como uma forma de agir, de intervenção na realidade.

Em síntese, a partir dessa discussão é possível perceber a abordagem CTS articulada à perspectiva freireana, tem por pressuposto contribuir para o desenvolvimento de uma base formativa necessária para que os educandos participem de questões sociais relacionadas ao desenvolvimento científico-tecnológico. Ou seja, almeja a formação de cidadãos críticos, que compreendam a atividade científico-tecnológica e suas relações com a sociedade, que saibam se posicionar sobre questões que envolvam as mesmas, que assumam responsabilidades e, além disso, sejam capazes de intervir no mundo em que vivem.

Com isso, reconhecemos que a formação de cidadãos perpassa por diferentes intenções, que, envolvem, num primeiro momento, reconhecer e compreender o problema em questão. Porém, a nosso ver (e com base em pressupostos freireanos) isso não basta, é preciso também, caminhar em busca do desenvolvimento de outra postura frente à situação, de uma postura crítica, de questionamento. Além disso, torna-se imprescindível iniciar o desenvolvimento de uma cultura de participação, de intervenção nessas situações.

Entendemos, portanto, que de acordo com os pressupostos da articulação Freire-CTS, não basta ser crítico, conhecer as consequências, os diversos aspectos envolvidos, é preciso também, atuar, fazer alguma coisa para caminhar em busca de soluções ou alternativas para a situação em questão. O que, certamente, não é tarefa trivial.

Nesse sentido, e com a intenção de explicitar melhor alguns aspectos que foram considerados até o momento no nível do discurso, a seguir será descrita

uma situação concreta em que buscou essa articulação. A mesma refere-se ao trabalho desenvolvido durante o mestrado (STRIEDER, 2008).

Nesse trabalho, investigamos, a partir de uma intervenção pontual, implicações e encaminhamentos para o campo educacional, quando se busca contemplar abordagens CTS articuladas à perspectiva freireana. Essa intervenção foi desenvolvida em uma escola pública localizada no município de Salvador das Missões/RS, envolvendo os professores de Física, Biologia e Geografia e os alunos do primeiro e do terceiro ano do Ensino Médio da mesma. Essa escolha deve-se ao fato de, nesse município, na época (ano de 2007), estar em fase de construção uma usina hidrelétrica. Assim, a intervenção referiu-se à implantação dessa usina e suas implicações na comunidade local.

As ações desenvolvidas ao longo a intervenção podem ser organizadas em cinco momentos: (I) definição do tema; (II) delimitação dos objetivos, (III) articulação temática, (IV) desenvolvimento em sala de aula e (V) socialização dos resultados.

O primeiro momento, *Definição do Tema*, foi realizado antes de qualquer contato com a escola. Envolveu tanto conhecimentos teóricos, relacionados especificamente aos objetivos de uma pesquisa educacional mais ampla, quanto conhecimentos sobre a realidade local, no caso, Salvador das Missões e região, assim como do contexto em que esses municípios se inserem no Rio Grande do Sul.

No segundo momento, *Delimitação dos Objetivos*, foram estabelecidos, diante da situação inicial (construção da usina), elementos que poderiam delimitar os objetivos, constituindo uma situação problema a ser discutida com os alunos. Iniciada em julho de 2006, basicamente envolveu: o levantamento das opiniões dos moradores da região, alunos e professores sobre a situação; pesquisa bibliográfica sobre o assunto; o resgate de notícias publicadas em jornais locais e a coleta de dados estatísticos sobre o município e a região.

O Terceiro momento, *Articulação Temática*, desenvolvida entre outubro de 2006 e outubro de 2007, envolveu, além dos pesquisadores, os professores e a escola e incluiu ações que contribuíram para a construção e planejamento das atividades que foram realizadas no decorrer do desenvolvimento da proposta com

os alunos. Essas ações envolveram: a elaboração de uma relação de assuntos que podem estar relacionados ao tema, construída a partir da análise dos dados oriundos da etapa anterior; a articulação desses assuntos com os conhecimentos específicos de cada área, necessários para compreendê-los e, a partir disso, definição das turmas que participarão do desenvolvimento da proposta; a construção do cronograma e/ou planejamento das atividades que foram realizadas durante o desenvolvimento da proposta em sala de aula.

O quarto momento, *Desenvolvimento em Sala de Aula*, que ocorreu nos meses de outubro e novembro de 2007, correspondeu ao desenvolvimento propriamente dito em sala de aula, com os professores das diversas disciplinas e os alunos. Incluiu as seguintes ações: problematização inicial, com a definição dos assuntos e questões a serem pesquisadas; definição de grupos e dos temas por eles escolhidos; desenvolvimento do trabalho dos grupos com apoio dos professores e pesquisadora, além de ações de ampliação e apoio de interesse comum, através de palestras e, finalmente, a sistematização dos resultados.

Por fim, o quinto momento, *Socialização dos Resultados*, ocorreu ao final, como fechamento das atividades e envolveu a confecção de folhetos com informações sobre o assunto, que foram distribuídos na escola.

Dentre os resultados dessa investigação, constatamos que a articulação entre os ideais freireanos e o enfoque CTS é possível, uma vez que ambas as propostas apresentam elementos, ou seja, pressupostos comuns, especialmente no que diz respeito à busca de uma superação da cultura do silêncio e por uma maior participação na sociedade. Contudo, a articulação implica em redesenhar alguns elementos, etapas e procedimentos para a intervenção, tomando como ponto de partida a *investigação temática* (FREIRE, 1987). Por exemplo, no que diz respeito à forma de estabelecimento dos temas, a articulação dessas propostas, por um lado, implica em abrir mão da proposta freireana de *temas geradores*, que, partem da ação coletiva da escola, e, ao mesmo tempo, implica em dar um direcionamento maior aos temas com potencialidade CTS, restringindo de todo o conjunto desses temas, aqueles que permitem aos educandos tomá-los como ponto de partida para a compreensão e intervenção em suas realidades. Ainda assim, mantém-se a necessidade de considerar, na definição dos temas,

tanto o vínculo com a realidade social dos alunos, aspecto advindo de Freire, quanto a abertura do tema para a discussão de questões sociais, econômicas, políticas e éticas sobre o desenvolvimento científico e tecnológico, como proposto em CTS. Dessa forma, ainda que as propostas diverjam quanto à natureza e abrangência dos temas, a articulação entre ambas torna-se um elemento importante quando estamos preocupados com ambientes tradicionais de ensino. Principalmente porque, atualmente, não é tarefa difícil relacionar os problemas pelos quais passam as comunidades, por mais locais que sejam, a discussões sobre CTS, ainda que seja possível discutir, tanto a realidade, quanto as relações CTS, separadamente.

Além disso, recebe destaque as dificuldades encontradas durante o processo de desenvolvimento da proposta, que dizem respeito a: envolver de forma efetiva, a escola e seus professores; limitações no aprofundamento do conhecimento por parte dos alunos e dificuldades em promover uma postura crítica.

Por outro lado, foi possível constatar as potencialidades dessa articulação, principalmente no que se refere à construção, por parte dos alunos, de um novo nível de conhecimento da realidade e de mudanças de percepção sobre o sentido da escola, do próprio conhecimento e da questão em estudo.

Com projetos dessa natureza, além de indicativos para possíveis mudanças na escola, é possível iniciar um processo de problematização e conscientização dos alunos. Foi possível promover um estímulo inicial, mostrando aos alunos a importância de discutir determinado assunto e despertando o interesse dos mesmos para o que ocorre à sua volta. E, além disso, mostrar que a escola pode ser o lugar para a construção de conhecimentos significativos, que contribuam de forma efetiva para suas compreensões sobre a realidade.

No entanto, os resultados apontaram, também, para limitações no aprofundamento e apropriação do conhecimento por parte dos alunos, já que os novos conhecimentos ficaram mais no nível da informação e não de sua efetiva compreensão, ou de sua apropriação. Ainda assim, essa aquisição de informações contribuiu para que os alunos passassem a perceber o significado da construção de uma usina no município e a necessidade ou a importância de

acompanhar o que está acontecendo. Dessa forma, entendemos que, ainda que o posicionamento crítico e o desenvolvimento de uma postura de efetiva participação por parte dos estudantes estejam distantes do almejado, foram conquistados avanços no sentido de “abrir os olhos” para a situação com a qual se encontram.

Certamente conquistar a criticidade e, efetivamente, participar, não é tarefa nada fácil. Envolve desenvolver um pensamento autônomo, uma capacidade de analisar e de dialogar com outras pessoas, com diferentes posições. Possivelmente isso não será alcançado em uma intervenção pontual, de dois meses, como a que foi desenvolvida. Necessita de um estímulo contínuo, de uma presença ao longo de toda a formação e, ainda assim, em alguns casos, talvez não seja alcançado. Contudo, apesar dessas dificuldades, são pressupostos que têm guiado a nossa atuação no contexto escolar e que também guiaram a presente investigação.

A partir desses pressupostos, portanto, entendemos que a formação de cidadãos relaciona-se à transformação da realidade, o que perpassa por uma leitura de mundo e por sua problematização. A nosso ver, é a busca pelo desenvolvimento do conjunto dessas intenções (e não do seu isolamento) que poderá contribuir para a formação de cidadãos.

4.4 RELAÇÕES ENTRE PRESSUPOSTOS E ABORDAGENS

Como discutido anteriormente, entendemos que sob o ponto de vista da articulação Freire-CTS é preciso ter como horizonte o conjunto de três propósitos educacionais: leitura da realidade, problematização da realidade e transformação da realidade. Porém, ao mesmo tempo e como mencionado anteriormente, as abordagens CTS não necessariamente precisam ser orientadas por pressupostos freireanos. Sendo assim, cabe fazer uma releitura dos propósitos apresentados, ampliando os mesmos às abordagens CTS como um todo.

Em nosso caso, o que orientou essa releitura foram as análises apresentadas nos capítulos 1 e 2 desta Tese. A partir delas, foi possível perceber

a presença de discursos comuns, associados, principalmente, à formação de cidadãos críticos, à inserção do aluno na sociedade, à busca de sentido para a ciência escolar e à contextualização do conhecimento científico. Contudo, os significados e sentidos atribuídos a esses termos nem sempre são os mesmos, o que implica em várias abordagens diferentes.

Ao mesmo tempo, foi possível constatar que a preocupação, tanto no âmbito do Enfoque CTS como de Freire, relaciona-se à construção de uma dada postura, que necessita ser desenvolvida em passos e etapas, que requer contínua atenção, através de diferentes ações.

Essas considerações nos levaram a admitir que os propósitos educacionais que têm guiado as diferentes abordagens CTS podem ser caracterizados em três grandes grupos que buscam:

(i) Uma educação científica que contribua para o **desenvolvimento de percepções** entre o conhecimento científico escolar e o contexto do aluno. Relaciona-se à construção de uma nova imagem do conhecimento científico escolar, dando ênfase tanto para questões presentes no dia-a-dia, quanto para questões científicas e tecnológicas. Nesse caso, os aspectos mais relacionados à ciência, à tecnologia e à sociedade contribuem para contextualizar o conhecimento científico a ser trabalhado, buscando uma aproximação com a vivência cotidiana do aluno.

(ii) Uma educação científica que contribua para o **desenvolvimento de questionamentos** sobre situações que envolvem aspectos de ciência, tecnologia e/ou sociedade. Mais do que contextualizar o conhecimento científico escolar, pretende discutir as implicações do desenvolvimento científico-tecnológico na sociedade, busca uma compreensão sobre uma utilização responsável dos recursos naturais e aparatos tecnológicos.

(iii) Uma educação científica que contribua para o **desenvolvimento de compromisso social** diante de problemas ainda não estabelecidos e que

envolvem aspectos de ciência, tecnologia e sociedade. A intenção maior está relacionada ao desenvolvimento de competências para que a sociedade possa lidar com problemas de diferentes naturezas, tendo condições de fazer uma leitura crítica da realidade que, atualmente, está marcada por desequilíbrios sociais, políticos, éticos, culturais e ambientais.

Esses propósitos, mesmo diferentes, podem ser entendidos como complementares em termos de formação científica. Todos desempenham, portanto, um papel importante na busca por mudanças no processo de ensino-aprendizagem, de ciências, ainda que contemplando diferentes aspectos.

Cabe destacar, também, que esses propósitos não representam somente “propósitos educacionais CTS”, mas, acima de tudo, propósitos da Educação Científica. Sendo que sua presença pode ser reconhecida em diferentes períodos da história da educação (KRASILCHIK, 1987). Segue a descrição desses três propósitos educacionais.

4.4.1 Desenvolvimento de Percepções

A busca pelo desenvolvimento de relações e/ou percepções entre o conhecimento científico escolar e o contexto do aluno tem sido alvo de preocupação a longa data. Associado à superação da falta de motivação e da baixa aprendizagem dos alunos em ciências, passou a estar no *rol* das discussões sobre a melhoria do ensino, principalmente, das últimas décadas do século XX.

Essa preocupação implica na busca por elementos que contribuam para a ilustração, aplicação e exemplificação do conhecimento científico escolar. Nesse caso, os aspectos mais amplos relacionados à ciência, à tecnologia e/ou à sociedade contribuem para contextualizar o conhecimento científico a ser trabalhado, buscando uma aproximação com a vivência cotidiana do aluno.

Nesse sentido, a contextualização é entendida como meio facilitador para a compreensão de conceitos, seja por despertar o interesse dos alunos ou por

ilustrar os conceitos trabalhados. Ou seja, como estratégia para dar significado ao conhecimento.

Nesse contexto, as preocupações voltam-se à forma de facilitar o entendimento dos conteúdos curriculares, sobretudo através de exemplos, sem necessariamente questionar a seleção e o papel dos conteúdos curriculares já estabelecidos. Parte-se do pressuposto de que o conhecimento escolar é algo dado, cabe encontrar maneiras de abordá-lo e permitir ao aluno perceber seu significado. As abordagens de exemplos, ou do funcionamento de aparatos, ou de situações que indicam a presença da ciência na sociedade são pensadas com a intenção de facilitar o processo de ensino-aprendizagem, ou seja, a apreensão e compreensão de conhecimentos científicos por parte dos alunos.

Esse propósito tem predominado nas pesquisas voltadas ao Ensino de Ciências (MEGID, 1999; DELIZOICOV, 2004; SALÉM & KAWAMURA, 2005, 2009). Salém e Kawamura, por exemplo, destacam que “Os processos cognitivos, a construção conceitual, os métodos e estratégias de ensino, os resultados de atividades em sala de aula, os recursos didáticos, ocupam um maior espaço de atenção das pesquisas.” (SALEM & KAWAMURA, 2005, p. 9). As autoras atribuem essa ênfase à própria natureza da área de pesquisa em Ensino de Ciências, à vocação em tratar do “como ensinar”, mais do que do “o quê” ou “para quê”.

Assim, seguindo as análises e considerações desses autores, entendemos que a busca pelo desenvolvimento de relações/percepções entre o conhecimento científico escolar e o contexto do aluno apresenta forte relação com as pesquisas voltadas ao “como” ensinar, ou seja, preocupadas com os processos de ensino-aprendizagem.

4.4.2 Desenvolvimento de Questionamentos

A busca por uma Educação Científica que contribua para o desenvolvimento de questionamentos recebeu destaque, no Brasil, principalmente, a partir das décadas de 1980 e 1990. Nesse momento, passou-se a defender com mais ênfase a necessidade de focar as implicações

sociais/ambientais do desenvolvimento científico-tecnológico e de formar um cidadão responsável (KRASILCHIK, 1987). Sendo assim,

(...) além de propiciar conhecimentos para compreender os fenômenos da natureza, as disciplinas científicas devem, desenvolver a capacidade dos alunos para assumirem posições face a problemas controvertidos e agirem no sentido de resolvê-los. (KRASILCHIK, 1987, p. 8)

Esses problemas controvertidos a que se refere Krasilchik (1987) envolvem, por exemplo, a discussão das vantagens e desvantagens do uso de inseticidas e agrotóxicos ou a deterioração do ambiente e os riscos para a saúde, decorrentes do crescimento desordenado das cidades, etc. Seriam, como a autora coloca, debates sobre as implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico. Realizados com a intenção de discutir o papel da ciência na sociedade, possibilitando compreender suas realizações e limitações.

Como destacam Delizoicov e Angotti (1990), a partir de meados de 1980 o ensino de ciências passou a incorporar (de forma mais efetiva) o discurso da formação do cidadão crítico, consciente e participativo. As novas propostas educativas enfatizavam a necessidade de levar os estudantes a desenvolverem o pensamento reflexivo e crítico; a questionarem as relações existentes entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente e a se apropriarem de conhecimentos relevantes científica, social e culturalmente.

Esse propósito envolve, portanto, a defesa pela compreensão de questões sociais relacionadas à cidadania, mesmo que não controversas, mas partilhadas largamente e consideradas como problemáticas na sociedade atual. Mais do que contextualizar o conhecimento científico escolar, busca discutir as implicações do desenvolvimento científico-tecnológico na sociedade e, com isso, almeja uma compreensão sobre a utilização responsável dos recursos naturais e aparatos tecnológicos. Também, de acordo com esse propósito o conhecimento científico deixa de ser a finalidade do processo de ensino-aprendizagem e passa a ser entendido como meio para a formação de cidadãos – aptos a julgar e tomar decisões conscientes.

Associado a isso, se fazem presentes questionamentos sobre a seleção e organização dos conteúdos escolares. Também, é possível perceber aproximações com as teorias críticas e pós críticas do currículo (SILVA, 2010).

As teorias críticas e as pós críticas, surgiram nas décadas de 1960 e 1980, respectivamente, em meio a movimentos sociais e culturais. As mesmas argumentam que nenhuma teoria é neutra e desinteressada, mas que está, inevitavelmente, implicada em relações de poder, sejam elas relacionadas às lutas de classe (crítica) ou às questões de gênero, etnia, raça e sexualidade (pós críticas).

Em síntese, como destaca Silva (2010), essas teorias surgiram para repensar o papel do currículo, que se dizia neutro na teoria tradicional. A partir dessas ideias, o currículo passou a ser entendido como um espaço de poder, um meio pelo qual é reproduzida e mantida uma ideologia dominante, podendo também ser um espaço de construção, de libertação e de autonomia. É nesse contexto, que entendemos que o desenvolvimento de posicionamentos questionadores (assim como o desenvolvimento de compromisso social) se aproxima, principalmente, dos pressupostos das teorias críticas do currículo.

Também, essa perspectiva educacional se aproxima do que defendem os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), em especial no que se refere à promoção de competências e habilidades que sirvam para o exercício da cidadania. O que, de acordo com os PCN implica em, por exemplo, entender equipamentos e procedimentos técnicos, obter e analisar informações, avaliar riscos e benefícios presentes em processos tecnológicos (BRASIL, 1998, p.6). Assim, ciência e suas tecnologias devem ser abordadas considerando o processo histórico, social e cultural e o reconhecimento e discussão de aspectos práticos e éticos da ciência no mundo contemporâneo. A partir disso, os documentos destacam a importância de tomar como ponto de partida do processo de ensino-aprendizagem elementos do domínio vivencial dos educandos, da escola e de sua comunidade, pois isso permitirá que os alunos percebam o significado ao aprendizado (BRASIL, 1998, p.7).

Assim, no caso desse propósito, o foco passa a ser, não mais o conhecimento científico em si mesmo, mas a compreensão de

situações/problemas que fazem parte do cotidiano do aluno. A partir da qual são desenvolvidos questionamentos e posicionamentos em torno do conhecimento e da realidade.

4.4.3 Desenvolvimento de Compromisso Social

Uma Educação Científica que busca o desenvolvimento de compromisso social relaciona-se ao desenvolvimento de competências para que a sociedade possa lidar com problemas de diferentes naturezas, tendo condições de fazer uma leitura crítica da realidade que, atualmente, está marcada por desequilíbrios sociais, políticos, éticos, culturais e ambientais. Assim, mais do que contextualizar o conhecimento, compreender o mundo, questioná-lo e/ou se posicionar, de acordo com esse propósito, o que guia a Educação é a busca pela transformação do mundo - a busca de encaminhamentos para problemas reais, que afligem a sociedade com a qual a escola se encontra. Envolve, assim, ações concretas de intervenção na realidade.

Apresenta, portanto, elementos comuns aos pressupostos freireanos, no sentido em que visa abordar a realidade com o intuito de transformá-la. Assim, busca uma relação diferente entre o conhecimento e a sociedade e, coerente com isso, questiona o currículo atual e a função social da escola.

Questionamentos em torno da função social da escola não são novos e recebem destaque e críticas, no Brasil, desde meados do século XX. Nesse universo de discussões e, principalmente de críticas, destaca-se a função da escola enquanto promotora do progresso econômico do país, implantada na década 1950 e 1960 no Brasil. De acordo com Arroyo (1988), nesse período e nos posteriores,

Tentaram nos convencer de que as sociedades subdesenvolvidas superariam a pobreza, o analfabetismo, as doenças, as péssimas condições da qualidade de vida dos trabalhadores se a produção dos bens e serviços fosse modernizada mediante introdução de tecnologias avançadas manipuladas por técnicos qualificados. (ARROYO, 1988, p.6)

Ou seja, como também colocam Freitas e Biccas (2009), em meados do século XX foi plantada uma ilusão de que para o Brasil se tornar um país desenvolvido (industrializado) era preciso educação. A partir disso, a educação passou a ter uma finalidade econômica, o que tornou-se um discurso repetido incansavelmente. Isso fez com as classes menos favorecidas passassem a valorizar a educação e a almejar as escolas – “Escolarizar os filhos, ainda que em condições precárias, tornou-se expectativa de quebrar desvantagens econômicas, de cor, de sexo e de origem” (FREITAS & BICCAS, 2009, p. 28).

Essa perspectiva, para Freitas e Biccas, desvirtua a função da escola, pois está baseada em uma falsa ideia de democracia – associada ao acesso e não à qualidade da educação oferecida.

(...) o que assistimos a partir daquele contexto [década de 1950 e 1970] foi a diluição do tema educação na lógica da economia. Uma perda paulatina dos contornos próprios conduziu as questões educacionais àquilo que podemos designar por “economicismo”, expressão que quer indicar que as finalidades da educação foram assumindo contornos desenhados unicamente em função das assim chamadas “demandas do desenvolvimento”. (FREITAS & BICCAS, 2009, p. 137)

Por outro lado, nessas décadas, surgem diversos movimentos de educação popular, que buscam alternativas a esse modelo/perspectiva de escola. Questionam o elitismo do ensino vigente, seus métodos e princípios pedagógicos, que não correspondem ao desenvolvimento do país e à construção da democracia. Dentre esses movimentos destaca-se o coordenado por Paulo Freire, que almejava coincidir a perspectiva de desenvolvimento com um projeto autônomo da nação brasileira. Enfatizava, assim, a importância de uma educação que fosse condizente com a realidade brasileira da época, formando homens com consciência dos problemas nacionais e da necessidade de sua efetiva integração no país. (FREIRE, 1982, p. 87). É nesse contexto, também, que o presente propósito da educação científica se aproxima dos pressupostos freireanos.

Nessa perspectiva, portanto, a função da escola vai além de adequar os jovens para uma vida social e produtiva bem estabelecida, passa a ser capacitar os jovens (de diferentes níveis e classes sociais) para o enfrentamento de novos problemas e para a definição de novos rumos e perspectivas para si e para a

sociedade com a qual se encontra. No *rol* desses novos problemas, rumos e perspectivas inserem-se, sem sombra de dúvidas, as discussões sobre ciência-tecnologia-sociedade, sob o ponto de vista da Racionalidade Científica, Desenvolvimento Tecnológico e Participação Social. O que será explicitado no próximo capítulo.

Dito de outra forma, uma reflexão sobre os propósitos da Educação Científica, implica, sem sombra de dúvidas, em discussões sobre questões mais amplas relacionadas à Ciência; que envolvem, por exemplo: Que ciência queremos? Que tecnologia queremos? Que modelo de sociedade queremos? As quais, na perspectiva do presente trabalho, relacionam-se a discussões sobre Racionalidade, Desenvolvimento e Participação.

A nosso ver, portanto, os três propósitos aqui discutidos e que envolvem o desenvolvimento de: (i) percepções, (ii) questionamentos, e, (iii) compromissos sociais, caracterizam as diferentes perspectivas educacionais das abordagens CTS.

Ainda que possa parecer existir uma hierarquia implícita nessa forma de identificação e apresentação das perspectivas educacionais, não é essa nossa intenção. Diferentes intenções correspondem a diferentes situações, contextos escolares e possibilidades de atuação, ou mesmo a momentos sucessivos de apropriação das intenções do movimento CTS.

Também, esses pressupostos podem ser compreendidos, mesmo que implicitamente, como articulando e dando sentido às diferentes visões sobre racionalidade científica, desenvolvimento tecnológico e participação social no contexto educacional.

Assim, além das discussões aqui traçadas, relacionadas a questões de âmbito mais educacional, a cada um dos propósitos associam-se determinadas visões de ciência, tecnologia e sociedade, ou seja, de Racionalidade, Desenvolvimento e Participação. Tanto essas diferentes visões quanto sua articulação com os propósitos educacionais serão discutidos no próximo capítulo.

5. UMA MATRIZ PARA SITUAR ABORDAGENS CTS

Como discutido anteriormente, o objetivo do presente trabalho é buscar parâmetros que contribuam para compreensão da diversidade do movimento CTS na Educação Científica, no Brasil. Para isso, entendemos que é necessário o desenvolvimento de uma matriz de referência capaz de sistematizar os diferentes recortes ou dimensões relevantes.

Nos capítulos 3 e 4, foram discutidos os elementos que, na nossa compreensão, contribuem para caracterizar as diferentes abordagens CTS presentes no Ensino de Ciências: as relações Ciência-Tecnologia-Sociedade e os Propósitos Educacionais.

Uma possível forma de articular os diferentes discursos apresentados ao longo do capítulo 3 e sistematizar aquelas discussões, como já apontado, consistiria em considerar três questões: (i) racionalidade científica, (ii) desenvolvimento tecnológico e (iii) participação social. Por outro lado, os diferentes propósitos educacionais, que orientam e dão sentido às visões sobre Racionalidade, Desenvolvimento e Participação, podem ser organizados em três grandes grupos, relacionados a intenções de promoção ou desenvolvimento de: (i) percepções, (ii) questionamentos e (iii) compromisso social.

Essas duas formas de sistematização, que constituem o núcleo da matriz de referência que nos propomos a construir, não são, portanto, independentes, nem do ponto de vista metodológico, nem do ponto de vista de nossos objetivos e intenções educacionais. Foram construídas em reflexões recursivas, em que as análises empíricas e os aportes das leituras foram sendo confrontadas com nossas convicções.

Assim, as relações desenvolvidas não se reduzem à natureza da ciência, ao papel da tecnologia e às questões sociais. Ao eleger as questões de *racionalidade científica*, compreensões sobre o *desenvolvimento científico e tecnológico* e às formas de *participação social*, a tríade ciência-tecnologia-sociedade já passa a comparecer com uma certa intencionalidade e especificidade. Essa intencionalidade, por sua vez, é aquela que permite explicitar as características das *percepções*, *questionamentos* e *compromissos sociais*, que se pretende promover com a inserção do CTS na educação.

Cabe lembrar que tanto os parâmetros CTS quanto os propósitos educacionais, foram determinados a partir de considerações sobre os referenciais discutidos nos capítulos 3 e 4, articulados com a Análise Textual Discursiva (MORAES & GALIAZZI, 2007) de artigos e trabalhos sobre CTS publicados em revistas e eventos da área de Ensino de Ciências. Representam, portanto, um constante ir e vir, da teoria aos dados e vice-versa. Como dito anteriormente, sendo o problema de pesquisa de duas faces, também o trabalho de investigação foi desenvolvido em dois âmbitos complementares, um de base empírica e, o outro, de aproximação teórica. A partir da articulação entre esses dois âmbitos foram construídos os parâmetros, e, principalmente a relação entre eles.

Assim, para melhor caracterizar a tríade (i) racionalidade científica, (ii) desenvolvimento tecnológico e (iii) participação social, é fundamental estabelecer seus sentidos, sistematizando as diferentes formas de concebê-los e as possíveis articulações entre tais sentidos. Para isso, em relação a cada um desses elementos, são explicitadas as diferentes compreensões que podem abranger.

Neste capítulo, portanto, são discutidas compreensões sobre Racionalidade Científica, Desenvolvimento Tecnológico e Participação Social, bem como a articulação entre esses parâmetros, associada aos propósitos educacionais. A partir disso, apresenta-se um mapa das diferentes abordagens CTS presentes no contexto brasileiro da Educação Científica.

5.1 RELAÇÕES CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE

Como discutido no capítulo 3, há diferentes olhares para a ciência, a tecnologia e a sociedade e, relacionado a isso, há diferentes compreensões sobre as relações CTS. Essas compreensões, em nosso entendimento, podem ser melhor explicitadas a partir de três parâmetros: (i) Racionalidade Científica, (ii) Desenvolvimento Tecnológico e (iii) Participação Social.

Esses parâmetros representam, portanto, interfaces entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade pensadas no contexto do Ensino de Ciências. Considerando que nossa intenção é discutir as relações CTS, não caberia analisar, de forma direta, compreensões de Ciência, Tecnologia e Sociedade, mas as inter-relações entre ambas. Dito de outra forma entende-se que a interação CTS não é a mera junção de “conteúdos” científicos (aspectos relativos à natureza da ciência) e tecnológicos (aspectos envolvidos na prática tecnológica) articulados em torno de questões sociais. Além disso, a revisão bibliográfica apresentada no capítulo 3, construída isolando cada um dos elementos da tríade, se mostrou insuficiente para analisar as complexas relações CTS. Tornou-se necessário articular os diferentes olhares e elementos, o que, a nosso ver, é possível a partir dos três parâmetros.

A *racionalidade científica*, ainda que diretamente relacionada à ciência, não se reduz a ela. Permite, por exemplo, considerações sobre as implicações do modelo de ciência, dito “racional”, às culturas. Com isso, a crítica não está centrada na ciência em si, mas no modelo de ciência que temos, que se insere, por sua vez, num modelo de sociedade. Estamos reconhecendo que, o que entra em jogo na discussão CTS, é menos a ciência em si, e mais os âmbitos atribuídos, reconhecidos e reivindicados para a racionalidade. O mesmo paralelo pode ser feito entre o parâmetro *desenvolvimento tecnológico* e tecnologia: a crítica não recai à tecnologia, mas ao modelo de desenvolvimento, que vem associado ao modelo de ciência e de sociedade. Também, não caberia analisar compreensões de sociedade, mas, sim, o papel que cabe à sociedade nesse mundo “científico e tecnológico”, ou “racional e desenvolvimentista”, ou seja, as diferentes possibilidades de *participação social*.

Assim, investigar distintos níveis de compreensão sobre a *racionalidade científica*, sobre o *desenvolvimento tecnológico* e sobre a *participação social* permite articular os elementos da tríade CTS e, dessa forma, construir um panorama, ou um mapa, das possíveis abordagens CTS presentes no contexto brasileiro do Ensino de Ciências.

A partir dessas considerações, no presente capítulo, discute-se diferentes níveis possíveis para cada um dos parâmetros, que, de certa forma, representam, em um extremo, posições mais ingênuas e, em outro, posições mais críticas sobre os mesmos. O quadro a seguir sintetiza esses níveis:

Quadro 2 - Níveis de compreensão sobre Racionalidade, Desenvolvimento e Participação

RACIONALIDADE	DESENVOLVIMENTO	PARTICIPAÇÃO
(1R) Desocultamento da realidade	(1D) Neutro	(1P) Reconhecimento
(2R) Universal	(2D) Sinônimo de progresso	(2P) Decisão Individual
(3R) Em contexto	(3D) Especificidades	(3P) Decisão Coletiva
(4R) Questionada	(4D) Orientado	(4P) Mecanismos de Pressão
(5R) Insuficiente	(5D) Em contexto	(5P) Esferas Políticas

5.1.1 Racionalidade Científica

Desde os primórdios, a ciência representa o protótipo da conduta racional. Sendo seus feitos deriváveis dessa conduta. Muitas vezes a racionalidade da ciência é associada a um pensamento lógico de sujeitos individuais, um sistema de regras e/ou uma garantia de verdade, isolada de qualquer interferência social. Sendo, sob esse ponto de vista, criticada.

Porém, para Cupani (2005), há outros aspectos da ciência que merecem destaque e nos ajudam a ter uma compreensão mais ampla sobre a racionalidade científica, a exemplo da capacidade de juízo, de debate e argumentação da comunidade científica e as limitações da ciência na compreensão da realidade. Um olhar para essas questões permite assumir que a ciência encarna uma atitude

racional, porém não fundamentada exclusivamente em algoritmos e na observação de evidências empíricas.

A capacidade de juízo estaria relacionada ao processo de tomada de decisão no seio da comunidade científica, que não estaria baseado em algoritmos, mas ainda assim, seria racional; produto da capacidade de estimar evidências apropriadas e relevantes com base em aprendizados, crenças e modos de agir socialmente dos cientistas. Ou seja, a ciência é racional, e a sua racionalidade seria estabelecida pela capacidade de juízo e não pela observância de um conjunto de regras.

Há também quem defenda que a racionalidade da ciência se expressa em seguir um método seguro e infalível. A ciência tem normas, hábitos, técnicas e práticas mediante as quais atinge seus objetivos, mas esses não representam um conjunto de regras, e sim de recomendações. Dessa forma, a racionalidade da ciência relaciona-se à maneira como a comunidade científica, alcança, mediante o debate e a argumentação, conclusões razoáveis.

Por fim, para alguns, a racionalidade científica se expressa na maneira como a ciência se relaciona à realidade. Mas, o que caracteriza a ciência como racional, não seria sua capacidade de descrever a realidade tal como ela é; seria o fato de representar um determinado modo, dentre os vários possíveis, de entender da realidade.

O que está por trás da capacidade de juízo, de debate e argumentação, e da maneira de entender a realidade seriam, de acordo com Cupani (2005) inspirado em Hugh Lacey, os valores sociais. Na perspectiva de Lacey, os problemas investigados pela ciência não se reduzem a entidades abstratas, neutras, livres de quaisquer juízos de valor. Muito pelo contrário, eles refletem as perspectivas de valor das pessoas e instituições responsáveis. Assim, só uma mudança nesses valores resultaria em uma racionalidade científica diferente e mais apropriada.

A racionalidade científica não é, portanto, sinônimo de verdade acerca da realidade, de observância de um conjunto de regras seguidas por meio de um método seguro e infalível. É acima de tudo, resultado da atividade humana. Uma outra ciência, ainda que racional, é possível, desde que haja uma sociedade

diferente. Dessa forma, olhar para a ciência implica olhar para a racionalidade científica e sua presença na sociedade atual, o que é discutido por Japiassu (2005, 2007).

Japiassu (2005) ao discutir a prevalência, na sociedade atual, da razão sobre a emoção, enfatiza que essa supremacia é uma construção social e cultural e, portanto, não é necessária nem indispensável. De acordo com ele:

Nossa cultura ocidental está muito mais subordinada ao pólo ateniense da razão que ao pascalismo do coração: prefere escrever fórmulas a versos; escrever teoremas a romances; traçar diagramas a buscar harmonias picturais; olhar no telescópio e no microscópio a tocar violino ou piano. Tudo isso é uma questão de oportunidade e contingência. (JAPIASSU, 2005, p. 198)

Para ele, o problema não está na racionalidade, mas na supremacia desta; na crença de que “racional” implica em desvincular-se de toda a fé, toda a magia, de toda a vibração afetiva e de todo poder fantasmagórico. Nessa perspectiva, o almejado bem-estar social não pode ser adquirido com vãs palavras, mas pelo conhecimento exato dos fatos e pela conformidade dos atos com as leis constatadas nas coisas. A solução estaria em aceitar uma “racionalidade aberta”, que consiga dialogar com o irracional, o a-racional e o supra-racional que supere a ideia de uma “razão fechada”, fonte de verdades acabadas e absolutas, de divisões dogmáticas e moralistas do mundo. Nessa perspectiva, devemos superar a ideia de uma ciência fragmentada, parcelada e compartimentalizada e buscar uma ciência transdisciplinar, tanto do ponto de vista de sua produção quanto de seus usos sociais. Sendo assim, deveria haver uma mudança na ciência, o que implica, é claro, numa mudança na sociedade, que deve manter-se racional, porém deve considerar e valorizar, também, o emocional. Como coloca Japiassu (2007, p. 308) parafraseando Péguy “*quando a poesia está em crise, a solução não consiste em decapitar os poetas, mas em renovar as fontes de inspiração*”. Essa renovação, no caso da sociedade, implicaria numa reforma de pensamento, que perpassa por “*abandonar essa monotonia espiritual e fazer da Razão uma realidade incompleta jamais devendo repousar na tradição*” (JAPIASSU, 2007, p.314).

Esses discursos defendem, portanto, a possibilidade de existência de uma ciência, ainda que racional, não caracterizada somente por princípios lógicos e empíricos. É nessa perspectiva de racionalidade que se insere o presente trabalho. Ou seja, no reconhecimento de que há diferentes racionalidades presentes na construção da ciência e que a ciência é racional em sua essência, mas que isso não implica em certezas e em progresso garantido. Outras perspectivas são possíveis; mas, o primeiro passo, para o desenvolvimento delas é o reconhecimento das suas limitações.

Seguindo essas considerações entendemos que diferentes níveis de compreensão com relação à racionalidade são possíveis. Num primeiro e segundo níveis, menos críticos, temos o reconhecimento de um modelo de racionalidade associado a uma garantia de desocultamento da realidade; no primeiro, sem juízo de valor; no segundo, o juízo volta-se aos usos da ciência. Num nível intermediário, temos o reconhecimento de limitações do modelo de racionalidade empregado para a construção da ciência, tanto no que se refere a sua produção, quanto na definição dos rumos e implicações sociais de suas pesquisas. Por fim, num nível mais crítico, temos o reconhecimento da racionalidade enquanto necessária para a construção da ciência, porém não única nem suficiente. Esses níveis resumem-se nos seguintes títulos, que serão detalhados a seguir:

- ✓ (1R) Racionalidade como garantia de desocultamento da realidade – Ciência para compreender o mundo
- ✓ (2R) Racionalidade universal – Ciência boa ou má
- ✓ (3R) Racionalidade em contexto - Ciência vulnerável e provisória
- ✓ (4R) Racionalidade questionada - Ciência limitada pelas práticas sociais
- ✓ (5R) Racionalidade assumida mas insuficiente - Ciência insuficiente

(1R) RACIONALIDADE COMO GARANTIA DE DESOCULTAMENTO DA REALIDADE – CIÊNCIA PARA COMPREENDER O MUNDO

Nesta perspectiva há uma ênfase na importância do conhecimento científico para compreender o mundo natural ou artificial. Ou seja, a racionalidade é entendida como garantia de desocultamento da realidade.

Em um extremo, pode levar a uma compreensão de racionalidade entendida como garantia de verdade absoluta. Nesse caso, a ciência passa a ser vista como um processo de desocultamento da realidade orientado por regras estabelecidas. Não há lugar para opiniões, pontos de vista nem julgamentos sobre processo ou sobre os resultados alcançados, pois se parte da mesma informação, se observam as mesmas regras e, assim, só é possível chegar a uma solução única e verdadeira. Assim, assume-se que não há motivos para haver discussões sobre os limites e alcances da ciência.

Nessa perspectiva extremista, a ciência é assumida como uma atividade autônoma, orientada por uma lógica interna e livre de juízos de valores. Como defensores dessa corrente, podemos citar Bacon, os seguidores do Círculo de Viena e Merton. Na mesma linha situam-se as críticas à indução, de Popper, que pressupõe que se existir uma lógica da indução ela deveria conter regras e seria suficiente para compreender a realidade. Vale ressaltar que há diferenças entre as teses defendidas pelos mesmos, contudo, todos partem do pressuposto que para compreender e resolver problemas da realidade basta conhecimento científico.

Essa compreensão parece ter sido superada pela sociedade em geral, assim como foi no campo da filosofia e da sociologia da ciência. De acordo Vogt e Polino (2003) para a maioria do público, a ciência, embora considerada a principal fonte de conhecimento, não representa a fonte de saber legítimo e dominante.

Contudo, no que se refere ao contexto educacional, diversos pesquisadores apontam que essa compreensão ainda se faz presente. É o caso de Gurgel e Mariano (2005) que colocam que muitos licenciandos em final de curso entendem que os melhores cientistas são os que seguem com precisão as etapas do método científico em suas investigações. Também Miranda e Freitas (2005) afirmam que as concepções dos professores correspondem às

concepções descontextualizadas, empírico-indutivistas e aproblemáticas da Natureza da Ciência. Essas compreensões também têm prevalecido entre os alunos e materiais didáticos, como apontam Peruzzi e Tomazello (1999) e Massabini e Arruda (2003), respectivamente.

Particularmente no âmbito do Enfoque CTS, entende-se que essa visão também foi superada, inclusive tem sido traçadas várias críticas com relação a ela e ressaltada a necessidade de sua superação. Contudo, nas práticas (levantamento de compreensões, intervenções, análise de materiais didáticos, etc.), permanece, em algumas abordagens, uma compreensão que se aproxima desta, no sentido em que o conhecimento é apontado como a única (ou mais completa) possibilidade de compreensão da realidade, ou do tema/assunto em questão. Dito de outra forma, nesse caso, a racionalidade científica em si não é o objeto de questionamentos ou críticas, mas também não é entendida como sinônimo de verdade acerca da realidade, de observância de um conjunto de regras seguidas por meio de um método seguro e infalível; ela é apenas reconhecida – existe um conhecimento científico, racional, que permite compreender a realidade.

(2R) RACIONALIDADE UNIVERSAL – CIÊNCIA BOA OU MÁ

Nessa perspectiva, assim como na anterior, a racionalidade não é questionada; o que é passível de reflexão e de questionamento são usos atribuídos aos produtos dessa racionalidade.

Sendo assim, os resultados da ciência, sempre positivos em si mesmos, são colocados a serviço da sociedade, esta deve decidir sobre seu uso (para o bem ou para o mal). Ou seja, os usos da ciência estão no âmbito social e só seus usos podem ser questionados, não o conhecimento propriamente dito ou os métodos de construção do conhecimento. Nesse caso, portanto, diferente do anterior (Tipo 1R), começam a aparecer algumas críticas; que se referem aos usos sociais da ciência.

Nessa perspectiva, quando a ciência é usada para o mal, a culpa não é do conhecimento científico, dos cientistas, ou do modelo de ciência, mas de quem

fez uso dela, dos responsáveis pela sua aplicação. O que acontece no “mundo da ciência” não pode ser resultado dos abusos que acontecem fora desse mundo, ou seja, nas aplicações dos seus resultados. Claramente há uma valorização da ciência, que não está a serviço de valores particulares, mas do bem estar da sociedade. A ciência, em si, segue indiscutível e imune a quaisquer decisões; apenas os efeitos sociais negativos podem ser alvo de críticas.

Essa perspectiva de ciência é questionada por Silva (2003), quando esse autor caracteriza a ideia de neutralidade da ciência e da tecnologia (C&T) a partir de quatro “dogmas”: (i) C&T é impessoal, independente de qualquer outro objetivo e também das possíveis aplicações e usos de seus resultados; (ii) depois do término do trabalho científico é que há decisões sobre os usos adequados e sobre como prevenir possíveis impactos indesejáveis; (iii) somente o conhecimento obtido através do método científico é verdadeiro, real, objetivo; (iv) o conhecimento objetivo é quantitativo e descritivo. Segundo Silva, o segundo dogma seria o que permeia a maioria das proposições e correntes científicas sobre neutralidade; denominado “modelo uso/abuso”, estabelece que a C&T pode tanto ser utilizada para o “bem” quanto para o “mal”, cabendo, portanto, aos atores sociais a responsabilidade dos problemas advindos de sua utilização.

No âmbito do Enfoque CTS, essa perspectiva associa-se a questionamentos voltados aos rumos e usos do conhecimento científico no âmbito social mais amplo. Assim, a ciência não é contestada do ponto de vista do âmbito de seu conhecimento, sua validade ou sua racionalidade.

Auler (2011), apoiado em Feenberg (2010), questiona essa visão preocupada em analisar os impactos, pós produção, da CT na sociedade. De acordo com ele, avaliações desse tipo mantêm intocável o cerne da questão, que deveria ser a crítica aos processos e não aos produtos e às pessoas, envolvendo uma análise *a priori* e não *a posteriori*.

Contudo, apesar dessas limitações, é importante reconhecer que essa perspectiva contribui para o levantamento de alguns questionamentos relacionados à ciência, ainda que os mesmos não toquem o cerne da questão ou não estão relacionados à racionalidade propriamente dita. Também, precisamos reconhecer que, no âmbito das práticas, principalmente das implementações em

sala de aula, muitas vezes, representa o que é possível de ser abordado diante de uma dada situação.

(3R) RACIONALIDADE EM CONTEXTO - CIÊNCIA VULNERÁVEL E PROVISÓRIA

A racionalidade da ciência, entendida como garantia de verdade absoluta e universal, deve ser questionada; pois não condiz com a real construção das ciências. A condução das investigações científicas envolve, também, fatores humanos e sociais.

Na perspectiva desse grupo, a Ciência é uma construção humana e, nesse sentido, sua construção tem relações profundas com o contexto social. Há uma crítica à concepção de que a ciência é neutra porque procede de acordo com o método científico, segundo o qual a escolha racional entre as teorias não deve envolver, e de maneira geral não tem envolvido, elementos sociais.

Nesse caso, há uma crítica aos métodos de produção do conhecimento científico, que não resultam, unicamente, de fatores epistêmicos como a lógica e experiência. Mas são, também, influenciados pelo contexto. Contudo, cabe destacar que, nesse caso, ainda não se trata de discutir o valor intrínseco da ciência, que ainda parece ser glorioso. A ciência tem o mesmo status de conhecimento do grupo anterior (desocultamento da realidade), mas não é mais detentora de verdades absolutas. As verdades são construções históricas e provisórias, a serem revistas em função dos contextos sociais.

Como propõe Kuhn, a ciência evolui através da ciência normal e, eventualmente, de revoluções. As fases de ciência normal são articulações internas de paradigmas. Ou seja, sob esse ponto de vista, a ciência é paradigmática, mas seu paradigma não é absoluto, mas socialmente construído. Dessa forma, as regras da ciência não são universais, elas mudam com a evolução histórica, funcionando somente dentro do paradigma. Assim, a maior contribuição de Kuhn foi mostrar que o desenvolvimento da ciência não é contínuo, é marcado por períodos de ciência normal e de revoluções. Sendo que esses períodos dependem mais do contexto social e menos de uma construção racional ou da lógica interna das ciências.

Essas questões levaram muitos sociólogos a defender que a evolução da ciência é irracional, explicável apenas por fatores sociais; a exemplo do que ocorreu no desenvolvimento da máquina térmica, que esteve associado à necessidade de produção do aço. Assim, vão acrescentar à explicação kuhniana que a produção da ciência tem relações com o contexto social em sua construção, porque movida por interesses que vêm da sociedade, respondendo a necessidades sociais. Nesse grupo insere-se, por exemplo, os trabalhos do Programa Forte e as abordagens etnográficas, a exemplo de Latour.

Também nessa perspectiva se inserem os trabalhos de Pierre Bourdieu e de Boaventura de Souza Santos; ainda que os mesmos estejam voltados às ciências sociais, podem e são ampliados às ciências naturais.

Bourdieu, ao discutir os *usos sociais da ciência*, destaca que a ciência é um campo relativamente autônomo. Sendo assim, para entendê-la devem-se considerar interações presentes no interior do próprio campo científico e suas relações com o campo social, político e econômico. Ele não está preocupado com os possíveis usos dos conhecimentos (produzidos pela ciência) por parte da sociedade em geral, mas em analisar as condições sociais da produção da ciência e os usos que os cientistas podem fazer de uma sociologia da produção científica.

Santos, por sua vez, defende *um conhecimento prudente para uma vida decente*, o qual deve ter por base apenas explicações sociológicas e não avaliações cognitivas. Aquelas proporcionam a compreensão que dá sentido e justificação à explicação das ciências naturais. Segundo ele, sem tal compreensão não há verdadeira explicação e, por isso as ciências sociais são epistemologicamente prioritárias em relação às ciências naturais. Sua crítica maior volta-se ao mecanicismo/racionalismo científico; ou seja, à maneira de conduzir as investigações científicas e não aos usos sociais da ciência.

Cabe destacar que em ambos os casos, a racionalidade não é contestada como instrumento do progresso. Os fatores externos, enunciados nas análises da atividade científica, são para reconhecer seu processo de produção e não seu uso social propriamente dito.

No âmbito do Enfoque CTS, essa perspectiva está associada às discussões mais voltadas à natureza da ciência, a exemplo do que Santos (2001) denomina CTS com ênfase no C. Também, entende-se que essa visão prevalece em muitos trabalhos voltados ao estudo da História da Ciência e Natureza da Ciência, a exemplo do desenvolvido por Vanucchi (1996), que afirma que:

Considera-se que o conhecimento apropriado da Ciência envolva não apenas seus produtos – leis, teorias – mas, também, o conhecimento dos *processos* da Ciência – seus métodos, sua estrutura de desenvolvimento. A compreensão deste processo de desenvolvimento implica a inclusão da História e Filosofia da Ciência, que, mesmo no ensino de caráter técnico, podem contribuir com exemplos históricos de investigação, experimentação, hipóteses inesperadas, consolidação e substituição de teorias e modelos. (VANUCCHI, 1996, p.14)

(4R) RACIONALIDADE QUESTIONADA - CIÊNCIA LIMITADA PELAS PRÁTICAS SOCIAIS

No âmbito desse grupo, a racionalidade científica é questionada por contribuir para a dominação de determinadas minorias sociais. Nessa perspectiva, a crítica recai nos rumos das pesquisas, nas razões para pesquisar um determinado problema e não outro, na fragmentação da produção, que não permite o domínio sobre o que está sendo pesquisado.

Para esse grupo, a própria produção da ciência, suas escolhas de temas, etc., mais do que sofrer influências é ditada pelos interesses do poder; não responde apenas ao interesse em desenvolver o conhecimento como um fim em si mesmo. Os problemas de pesquisa não resultam de dificuldades teóricas intrínsecas à ciência, mas de oportunidades oferecidas pelo contexto, e seus resultados dependem dos usos que se queira dar a eles.

Inserir-se nesse grupo o trabalho de Rachel Carson e outros, nos quais a crítica situa-se tanto nos impactos dos produtos quanto na própria produção da ciência. Também, associado a esse olhar, está a chamada abordagem da tripla hélice (e outras que dela resultam, como a ênupla hélice) que preconiza a necessidade de visões mais integradas na compreensão da ciência, envolvendo, o Estado, as universidades e as empresas.

Esse discurso também está presente em Lacey (2010) ao afirmar que a definição das questões de pesquisa, a maneira de investigá-las e os resultados encontrados não dependem somente do desenrolar interno da tradição científica, mas também dos interesses relativos às aplicações do conhecimento, ou seja, de sua legitimação ou valor social.

Há um reconhecimento de que a comunidade científica não é a única, nem a mais importante, esfera envolvida na construção da ciência. As críticas, portanto, estão relacionadas ao fato da ciência contribuir para a dominação de determinadas minorias sociais, sustentar complexos industriais militares/bélicos e de tornar-se responsável pela degradação ecológica do planeta. De forma clara, essa perspectiva rompe com a ideia da ciência como instrumento do progresso. É capaz de identificar elementos do não progresso, ou melhor, de conferir valor a esse progresso, por entender que a produção da ciência não é neutra, mas atende a interesses de uma minoria.

No contexto desse olhar começam a aparecer de maneira mais explícita, as relações com a tecnologia e com o desenvolvimento social. Entende-se que essa era crítica principal dos trabalhos que deram origem às discussões sobre CTS, na década de 1960.

(5R) RACIONALIDADE ASSUMIDA MAS INSUFICIENTE - CIÊNCIA INSUFICIENTE

Para alguns o conhecimento científico é insuficiente para compreender e resolver problemas da realidade, em função da complexidade do mundo real. Esse grupo reconhece que existe uma racionalidade científica, um conhecimento que atende a certas características que lhe dão um valor diferenciado frente aos outros conhecimentos. No entanto, esse conhecimento não tem potencial para fornecer uma compreensão da complexidade do mundo contemporâneo, porque não é completo. Ainda que seja rigoroso e independente de sua forma de construção, não dá conta de um conhecimento definitivo e inquestionável de sistemas complexos como os reais. Além disso, ou por isso, a racionalidade científica não tem condição de assegurar o progresso, sendo apenas uma das ferramentas nas decisões de valor sobre o que seja progresso. Assim, o

conhecimento científico é insuficiente para assegurar decisões sociais mais amplas, que necessariamente envolvem outros valores.

Essa perspectiva está presente nos estudos de Ilya Prigogine ao trazer à tona as incertezas da ciência, no ponto de vista da coerência interna dos seus conhecimentos e de sua capacidade em explicar sistemas que se encontram longe do equilíbrio, para os quais é necessária uma análise estatística e situada no tempo. Para ele o conhecimento científico está limitado pelo reconhecimento atual da complexidade de alguns sistemas, especialmente aqueles mais amplos como os que envolvem sistemas vivos.

Também é o caso de Edgar Morin, ao criticar a especialização e a abstração da ciência e defender o reconhecimento de uma verdadeira racionalidade, que conhece os limites da lógica, do determinismo e do mecanicismo. Isso perpassa uma reforma de pensamento, uma revolução epistemológica no conhecimento, que precisa deixar de ser fragmentado e descontextualizado.

No trabalho de Lacey (2010) também é possível reconhecer essa perspectiva, em especial quando ele assume que mesmo utilizando diferentes estratégias nas pesquisas científicas (orientadas por diferentes valores cognitivos e, principalmente, sociais) seus resultados não serão definitivos para a legitimação da pesquisa. Essa não legitimação ocorre porque ela depende de estilos de vida, ou seja, de valores. Ainda que a ciência possa contribuir para esclarecer uma série de dúvidas, uma determinada pesquisa será legítima para um determinado grupo social se ela for coerente com os valores assumidos por esse grupo. Ter clareza com relação a essa incapacidade de legitimação por parte da ciência contribui para percebermos sua insuficiência, mas não a desqualifica. Assim, o autor articula a produção da ciência aos seus usos sociais, colocando que ambos representam um mesmo conjunto de valores sociais.

Para Beck (2010) essas incertezas são um retrato da sociedade atual, denominada “*sociedade de risco*”, que precisa rever e alterar suas próprias concepções sobre ciência. O autor critica o fato de a ciência ser guiada por interesses econômicos, pela busca de verdades absolutas, de progresso social. Para ele, na sociedade de risco, a ciência precisa passar a se preocupar,

também, com os riscos intrínsecos ao seu desenvolvimento, essa seria sua função primordial. Assim, ele nega o status privilegiado da ciência para avaliar os riscos enfatiza o seu desconhecimento (sua insuficiência) e sua relação com a política.

Esse seria um olhar “atualizado” para o CTS, ou seja, considerando que a ciência e a tecnologia não assumem mais o mesmo papel que assumiam na sociedade da década de 1960, entende-se que é preciso avançar com relação à maneira de olhar para ambas e, associado a isso, mudar a perspectiva da crítica em relação a elas – que passa a enfatizar a racionalidade e suas limitações.

5.1.2 Desenvolvimento Tecnológico

Assim como no âmbito das discussões sobre a ciência a crítica não recai à ciência propriamente dita, mas à ideia de racionalidade; no contexto das reflexões sobre a tecnologia a crítica não recai à tecnologia em si, mas às perspectivas de desenvolvimento que a orientam. Como colocado por Dagnino (2008), a questão não é a tecnologia nem o desenvolvimento em si mesmos, mas a relação entre ambos; a variedade de possíveis tecnologias e caminhos de desenvolvimento entre os quais devemos escolher.

O termo *desenvolvimento* tem assumido diferentes significados, como destacado por Novaes e Fraga (2010) que discutem a etimologia e a maneira como a palavra é empregada em algumas línguas e por alguns pensadores. Em síntese, esses autores afirmam que, muitas vezes, confunde-se ou se reduz equivocadamente o significado de desenvolvimento a crescimento econômico, compreensão que ganhou força e críticas no período pós guerra. Associado a essa compreensão está a ideia de que o desenvolvimento social só poderá ser atingido com mais ciência e tecnologia, como vem sendo feito nos países ditos desenvolvidos.

Também Baumgarten (2008) coloca que os atuais questionamentos sobre os métodos e aplicações da ciência e da tecnologia estão relacionados à percepção dos limites e dos riscos do conhecimento, gerado para a dominação -

controle da sociedade e domesticação da natureza, e não para o bem estar social.

As críticas sobre essa compreensão contribuíram para mudar a temática do desenvolvimento, por exemplo, destacando que o mesmo deve ser “sustentável”. Contudo para Novaes e Fraga, mesmo sendo “sustentável”, a essência permanece a mesma - desenvolvimento associado a lucro econômico. Para essas autoras usar o termo “sustentável” tornou-se uma maneira de mascarar os problemas e não de resolvê-los, já que é um conceito que usa a lógica do mercado e da acumulação para determinar o futuro da natureza, ou seja, está associado ao mesmo modelo econômico.

Baumgarten (2008) também destaca que há diferentes sentidos para o termo “desenvolvimento sustentável”, significando para alguns tornar mais aceitáveis e menos perigosos os rumos do desenvolvimento capitalista, controlando-os de alguma maneira; para outros, significa questionar o núcleo central das atuais formas de produção, associado ao lucro e a exploração depredadora do meio ambiente e dos seres que o constituem.

Para Dagnino (2003) as perspectivas de desenvolvimento podem ser organizadas em quatro conjuntos distintos: (i) C&T como motores de desenvolvimento; (ii) a não neutralidade da C&T; (iii) o movimento das tecnologias apropriadas e (iv) o pensamento latino-americano sobre ciência, tecnologia e desenvolvimento. A primeira abordagem, embora mais criticada, seria a dominante na sociedade; de acordo com ela, desenvolvimento em C&T gera desenvolvimento social. A segunda, com base em ideais marxistas, é caracterizada como uma crítica radical por entender que C&T são influenciadas por interesses de classes e, dessa forma, jamais poderão trazer o bem estar social de toda a população; isso será possível somente quando mudar o sistema político-econômico. A terceira, por sua vez, ao defender a necessidade de tecnologias alternativas, por exemplo, que não prejudiquem o meio ambiente, seria uma crítica ingênua para a questão, pois deixa de questionar as estruturas de poder dominante. A quarta e última estaria associada à crítica sobre a sina da manipulação e do imobilismo dos países latino americanos frente aos países do norte (americano e europeu), que se resume ao fato de os países latino

americanos não serem capazes de internalizar uma política própria de produção de tecnologias, coerente com as suas necessidades.

Seguindo essas considerações e as colocações presentes no capítulo 3, entendemos que diferentes níveis de compreensões sobre desenvolvimento e seu papel na sociedade são possíveis, esses diferentes níveis resultam em diferentes concepções sobre as relações CTS.

Num primeiro e segundo níveis, menos críticos, temos o reconhecimento de um modelo de desenvolvimento neutro e associado a uma garantia de progresso; no primeiro, sem a necessidade de juízo de valor; no segundo, o juízo volta-se às aplicações da tecnologia. Nesse contexto, portanto, a tecnologia parece mais funcional e menos social do que de fato é; e o desenvolvimento vem como consequência, sem necessidade de questionamentos.

Num nível intermediário, temos o reconhecimento de especificidades do conhecimento tecnológico, em especial, do ponto de vista de sua produção. A tecnologia é entendida como uma classe de conhecimento e não como ciência aplicada, inicia-se a quebra do modelo linear de desenvolvimento, no sentido em que tecnologia não é aplicação direta de conhecimento científico.

Por fim, num nível mais crítico, temos a quebra do modelo linear, construída sob dois pontos de vista – por um lado no reconhecimento de que há propósitos associados ao desenvolvimento e, por outro, na defesa de um modelo de desenvolvimento que considere as especificidades do contexto.

Esses níveis resumem-se nos seguintes títulos, que serão detalhados a seguir:

- ✓ (1D) Desenvolvimento neutro - Tecnologia enquanto aparato presente na sociedade.
- ✓ (2D) Desenvolvimento como sinônimo de progresso social – Tecnologia enquanto ciência aplicada
- ✓ (3D) Desenvolvimento e suas especificidades - Tecnologia como classe de conhecimento.
- ✓ (4D) Desenvolvimento orientado – Tecnologia contém propósitos políticos

- ✓ (5D) Desenvolvimento em contexto – Tecnologia voltada às necessidades básicas.

(1D) DESENVOLVIMENTO NEUTRO – TECNOLOGIA ENQUANTO APARATO

Num ponto de vista menos crítico o desenvolvimento científico-tecnológico é entendido como neutro, não influencia nem é influenciado pela sociedade. Não é avaliado nem como positivo, nem como negativo; apenas faz parte da sociedade. Nessa perspectiva, a tecnologia é simplesmente uma ferramenta ou instrumento com que a espécie humana satisfaz suas necessidades.

O processo de produção da tecnologia é independente, tanto dos desejos humanos quanto de fatores externos, ou seja, é um processo fechado e neutro. Isto é, a tecnologia não é influenciada pelo contexto social nem possui um poder de determinar a sua evolução, sendo desprovida de valor e dele independente.

Essa compreensão dificulta a percepção de que os interesses dos atores sociais envolvidos com o desenvolvimento da ciência e da tecnologia possam determinar a sua trajetória. Em extremos, pode levar a uma concepção tecnocrática e, nesse caso, se insere no que Dagnino denominou de “Tese da neutralidade da C&T”, como colocado por ele:

É uma concepção evolucionista, uma espécie de darwinismo tecnológico, uma vez que a história é reduzida a um processo em que sobrevivem as tecnologias mais aptas, mais eficientes, mais produtivas. C&T seriam um assunto técnico e não político; haveria uma barreira virtual que protegeria o ambiente de produção científico-tecnológico do contexto social, político e econômico. Barreira esta que impediria que os interesses dos atores sociais envolvidos no desenvolvimento da C&T possam determinar a trajetória de inovação. (DAGNINO, 2008a, p. 35)

Em síntese, essa perspectiva transposta para o contexto do Enfoque CTS, implica em abordar a tecnologia enquanto aparato/instrumento e, sendo assim, o desenvolvimento tecnológico é isento de juízo de valor. Há, portanto, um reconhecimento da tecnologia, o que é interessante, mas ele vem associado, não a uma discussão sobre o desenvolvimento tecnológico, mas a uma compreensão de questões técnicas, a exemplo do funcionamento de aparatos.

(2D) DESENVOLVIMENTO COMO SINÔNIMO DE PROGRESSO SOCIAL – TECNOLOGIA ENQUANTO CIÊNCIA APLICADA

Neste caso, o desenvolvimento tecnológico é analisado sob o ponto das implicações sociais positivas; seus benefícios são reconhecidos e discutidos com maior ênfase.

Em extremos, pode levar a uma concepção de desenvolvimento linear e mecanicista, na qual a industrialização é entendida como motor do progresso social. Nesses casos, tem sido denominada de “modelo tradicional”, na qual mais ciência e tecnologia resultarão, inevitavelmente, em mais bem estar social. Dito de outra forma, o desenvolvimento social decorre automaticamente de investimentos em ciência e tecnologia. A tecnologia, portanto, é entendida como resultado direto da aplicação da ciência – acontece de forma natural e decorre do acúmulo de conhecimentos.

Ela é coerente com a ideia de que o presente é melhor do que o passado e conduzirá a um futuro ainda melhor; ou seja, com a noção de progresso como uma sucessão linear e homogênea de fases que dá origem a resultados cada vez melhores. Também condiz com o efeito de transbordamento, discutido por Herrera (2003) que defende que ainda que no início somente alguns tenham acesso aos benefícios da tecnologia, com o passar do tempo toda a população passa a ter acesso, pois o mesmo transborda para classes sociais menos favorecidas a partir das mais favorecidas.

Nesse caso, entendida como universal, a tecnologia deve ser importada às sociedades menos desenvolvidas (ou seja, atrasadas) para que elas possam alcançar o progresso. O subdesenvolvimento, portanto, é entendido como um primeiro estágio para o desenvolvimento, que poderá ser atingido com mais ciência, que, por sua vez, resultará em mais tecnologia.

Essa corrente de pensamento, para Miranda (2002), pode ser denominada de *otimista* e a ela estão associados argumentos como “garantia de progresso”, “desoneração do trabalho pesado”, “necessidade básica para o progresso e o desenvolvimento”, “curso natural do desenvolvimento e do progresso científico”.

No âmbito do Enfoque CTS, várias críticas são traçadas com relação a essa perspectiva, as quais, inclusive, são entendidas como precursoras do Movimento CTS. Contudo, entendemos que em algumas abordagens, ela pode estar presente, ainda que implicitamente e não associada às intenções dos autores das propostas.

(3D) DESENVOLVIMENTO E SUAS ESPECIFICIDADES - TECNOLOGIA COMO CLASSE DE CONHECIMENTO.

Nessa perspectiva os interesses recaem para discussões sobre as especificidades do conhecimento tecnológico, o que envolve uma preocupação com o sentido etimológico da tecnologia; levam em conta a diferenciação conceitual e a arqueologia de termos como ciência, técnica e tecnologia. A partir disso é enfatizado que a tecnologia não decorre de forma imediata da ciência, que ela sofre influências da sociedade e difere da técnica.

Essa preocupação está presente em vários estudos centrados na tecnologia, a exemplo de Pinto (1975) que apresenta diferentes compreensões sobre tecnologia; de Dusek (2009) quando afirma que não há uma definição única e consensual para a tecnologia e de Takahashi (2009) quando apresenta a estrutura do conhecimento tecnológico do tipo científico.

Por outro lado, no âmbito desse grupo, são discutidas as diversas relações de produção da tecnologia – que, enquanto organização de ações, envolve diferentes atores sociais e não representa mera aplicação da ciência.

Cabe destacar que, ainda que os autores supracitados apresentem uma determinada perspectiva de tecnologia e que a mesma pode ser associada a uma visão de desenvolvimento tecnológico, ao mencioná-los nesta categoria estamos chamando atenção para a importância das discussões de cunho mais conceitual no contexto dos trabalhos sobre tecnologia.

Nesse contexto também se inserem os discursos voltados às análises das transformações/impactos sociais acarretadas pelo desenvolvimento tecnológico, sejam eles positivos e/ou negativos. Ao enfatizar as transformações sociais, de certa forma, muitos centram sua atenção nas especificidades do conhecimento

tecnológico do ponto de vista da capacidade que ele possui para transformar a sociedade. De certa forma, responsabilizam a tecnologia pelos seus “impactos sociais negativos”, ou mesmo seus “impactos sociais positivos”, desconhecendo o quanto ela é construída por atores sociais, ou seja, no contexto da própria sociedade.

Essa perspectiva, levada ao extremo, defende que o desenvolvimento social é determinado pelo avanço da ciência e da tecnologia, entendida como a força condutora da sociedade; insere-se na abordagem denominada por Dagnino (2008) como “Determinismo da C&T”, na qual o desenvolvimento da CT é considerado como uma variável independente e universal que determina o comportamento de todas as outras variáveis do sistema produtivo e social; ou seja, a sociedade depende inteiramente das mudanças e da organização tecnológica.

Abordagem CTS centradas nessa perspectiva, preocupam-se, portanto, em discutir relações entre tecnologia e ciência e/ou entre tecnologia e sociedade. O foco não está no desenvolvimento tecnológico em si, mas nas especificidades e aplicações do conhecimento tecnológico.

(4D) DESENVOLVIMENTO ORIENTADO – TECNOLOGIA CONTEM PROPÓSITOS

Nessa perspectiva, há um abandono da ideia de que o modelo de desenvolvimento seguido nos últimos séculos é o melhor possível e que ele é resultado direto do conhecimento científico e tecnológico.

A tecnologia é vista enquanto sistema que afeta a vida em sociedade – que modela valores, motivações, relações sociais e interpessoais. Há uma rejeição à noção de tecnologia neutra e uma defesa à ideia de que a tecnologia é uma estrutura cultural que encarna valores de um grupo social específico. Para elucidar essa afirmação é enfatizado que o progresso tecnológico não tem atendido às necessidades básicas da população como um todo, mas tem servido para a promoção de interesses de poucos. Também é destacada a crise ambiental, associada ao desenvolvimento desenfreado da tecnologia.

Essas discussões partiram da compreensão de que a lógica da ciência e da tecnologia é determinada pelas condições de reprodução do capital (Marx) e, sendo assim, tecnologia desenvolvida na perspectiva do capitalismo não poderia ter como objetivo o desenvolvimento social. Meios e fins são determinados pelo sistema e, portanto, a tecnologia pensada no contexto do capitalismo não pode ser usada para propósitos diferentes, sejam individuais, sejam sociais.

As discussões de Herbert Marcuse, como colocado por Habermas, seguem a mesma linha. Marcuse defende que

(...) o conceito de razão técnica é talvez também em si mesmo ideologia. Não só sua aplicação, mas já a própria técnica é dominação metódica, científica, calculada e calculante (sobre a natureza e sobre o homem). Determinados fins e interesses da dominação não são outorgados à técnica apenas “posteriormente” e a partir de fora – inserem-se já na própria construção do aparelho técnico; a técnica é, em cada caso, um projeto histórico-social; nele se projeta o que uma sociedade e os interesses nela dominantes pensam fazer com os homens e com as coisas. Um tal fim de dominação é “material” e, neste sentido, pertence à própria razão da técnica. (MARCUSE *apud* HABERMAS, 1968, p.46)

Vieira Pinto se enquadra na presente concepção ao criticar o conceito de “era tecnológica” e afirmar que o mesmo nada mais é que uma arma do arsenal dos poderes supremos, usado para calar as massas, “fazendo-as crer que têm a felicidade de viver nos melhores tempos jamais desfrutados pela humanidade” (PINTO, 1975, p.45). Ou seja,

Com esta cobertura moral, a chamada civilização técnica recebe um acréscimo de valor, respeitabilidade e admiração, que, naturalmente, reverte e, benefício das camadas superiores, credores de todos esses serviços prestados à humanidade, dá-lhes a santificação moral afanosamente buscada, que, no seu modo de ver, se traduz em mais segurança. (PINTO, 1975, p.45)

Winner (1987) também apresenta aproximações ao defendido por esta corrente de pensamento, ao afirmar que as tecnologias não são simples meios para as atividades humanas, mas são também poderosas forças que atuam para dar nova forma à atividade e a seu significado, como por exemplo: quando se adota uma nova técnica ou instrumentos sofisticados na medicina, que não

transformam somente a prática médica, mas também a maneira de pensar das pessoas sobre a saúde, a enfermidade e a atenção médica.

Para Miranda (2002) essa corrente pode ser caracterizada como pessimista, associa a tecnologia à destruição da vida no planeta; “a tecnologia, orientada pelo lucro, existe em função de maior produção, daí a robotização, por fim, a destruição do homem”.

Em síntese, o que caracteriza essa perspectiva são discussões sobre o modelo de desenvolvimento tecnológico que não tem atendido a maioria, mas a uma minoria, favorecida economicamente.

(5D) DESENVOLVIMENTO EM CONTEXTO – TECNOLOGIA VOLTADA ÀS NECESSIDADES BÁSICAS

Para esse grupo, a tecnologia deve ser pensada em contexto, pois não é qualquer tecnologia/inovação que é boa, ou seja, que irá resultar em desenvolvimento e bem estar social. O bem estar da população não é entendido como um subproduto do crescimento econômico, que, por sua vez, resulta do desenvolvimento tecnológico.

Sob esse ponto de vista, a tecnologia se origina em um grupo particular, com condições culturais e socioeconômicas definidas e pode não se adequar em ambientes diferentes. Assim, há uma defesa em prol de sistemas que desenvolvam tecnologias que busquem satisfazer as necessidades básicas de uma determinada população. Dito de outra forma, o desenvolvimento tecnológico, deve ser pensado inserido em um determinado contexto e buscando satisfazer as necessidades básicas e não gerar lucro econômico.

Essa perspectiva, na classificação de Miranda (2002) seria a moderada, já que defende que é necessário minimizar os riscos sem abdicar dos benefícios, enfatizam um sistema tecnológico capaz de se adequar a uma sociedade democrática, com características humanas e regionais.

Para Feenberg (2010) seria uma “teoria crítica da tecnologia” que, segundo ele:

(...) reconhece as consequências catastróficas do desenvolvimento tecnológico ressaltadas pelo substantivismo, mas ainda vê uma promessa de maior liberdade na tecnologia. O problema não está na tecnologia como tal, senão no nosso fracasso até agora em inventar instituições apropriadas para exercer o controle humano da tecnologia. Poderíamos adequar a tecnologia, todavia, submetendo-a a um processo mais democrático no design e no desenvolvimento. (FEENBERG, 2010, p. 48)

Esse também é o ponto de vista de Dagnino (2007) e de Baumgarten (2008) ao enfatizarem que é preciso deixar de copiar modelos elaborados e/ou implementados em outros países e elaborar um projeto de PCT brasileiro, preocupado com as condições do Brasil, principalmente no que se refere à desigualdade social.

Nessa mesma linha inserem-se os trabalhos de Herrera (2003); ao defender a necessidade de superarmos a visão tradicional de desenvolvimento e buscarmos um novo enfoque, destaca que esse novo enfoque deve ser baseado em elementos culturais das sociedades envolvidas, buscando satisfazer as reais necessidades dessa população.

O denominado Pensamento Latino Americano em CTS (PLACTS) também compartilha da perspectiva de *desenvolvimento em contexto*. O PLACTS caracteriza-se não por questionar as consequências sociais do desenvolvimento CT ou seus antecedentes, mas por criticar o modelo de PCT adotado nos países Latino-Americanos, baseado em países de “Primeiro Mundo” e, assim, contrário às necessidades regionais. De acordo com o PLACTS, torna-se necessário a consolidação de um projeto de PCT nacional claro e coerente, que estabelecesse diretrizes para o desenvolvimento dos países latino-americanos, isso estaria na base da constituição de uma demanda social por conhecimento, o que puxaria o avanço científico e tecnológico possibilitando, dessa forma, o desenvolvimento econômico e social dos países da América Latina (DIAS & DAGNINO, 2006).

Nesse sentido, as abordagens CTS inseridas nessa perspectiva defendem um modelo de desenvolvimento tecnológico que considera as especificidades do contexto com o qual se encontra e não somente questões econômicas.

5.1.3 Participação Social

A participação da sociedade é um elemento que comparece em trabalhos que buscam analisar a presença, as implicações e relações estabelecidas entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, a exemplo de Japiassu (2005), Beck (2010), Lacey (2010), Dagnino (2007, 2008), Baumgarten (2008) e Feenberg (2010). Tanto na discussão da racionalidade quanto na de desenvolvimento, comparece, nos níveis mais críticos, uma defesa pela participação da sociedade nos rumos do desenvolvimento científico tecnológico. Também no contexto educacional, ao discutir o histórico do movimento CTS, diversos autores afirmam que sua origem está associada à busca de uma maior participação social nos rumos do movimento CTS (GARCÍA, 1996; AIKENHEAD, 2005; AULER, 2002).

Contudo, cabe a pergunta, de que participação estamos falando no âmbito das discussões sobre CTS? Para responder a essa pergunta, cabe investigar os diferentes sentidos que o termo participação pode assumir, o que será feito com base no trabalho de Bordenave (1994), ainda que esse não se refira ao contexto científico-tecnológico. Embora as colocações de Bordenave se refiram a um contexto mais amplo, elas se mostram interessantes para o presente trabalho porque destacam as diversas faces da participação e os níveis possíveis.

Bordenave (1994) ao discutir “O que é participação?” enfatiza o interesse da sociedade por participar e o uso frequente dessa palavra nos tempos atuais. Segundo ele, esse interesse não vem acompanhado da compreensão sobre seu sentido, mas do descontentamento geral com a marginalização do povo dos assuntos que interessam a todos e que são decididos por poucos. Assim, o entusiasmo pela participação, que acabou se tornando um jargão, vem das contribuições positivas que ela oferece, já que pode tanto implantar objetivos de liberdade quanto contribuir para a manutenção de uma situação de dominação e controle de alguns sobre muitos. Independente disso, precisamos reconhecer que a participação é uma necessidade humana, e, sendo assim, constitui um direito de todos.

As contribuições dependem do grau de participação que, para Bordenave (1994), são: informação – os dirigentes informam os demais a respeito das

decisões já tomadas; consulta facultativa – os dirigentes consultam os subordinados, solicitando críticas e/ou sugestões, mas a decisão final pertence aos primeiros; elaboração/recomendação – os subordinados elaboram propostas e recomendam medidas aos dirigentes, que as aceitam ou rejeitam, justificando suas escolhas; co-gestão – as decisões são tomadas em conjunto, por comitês ou conselhos responsáveis; delegação – algumas decisões são tomadas exclusivamente pelos subordinados, mas, antes de ser implementadas, passam pelo crivo dos dirigentes; autogestão – seria o grau mais alto de participação, no qual o grupo decide objetivos, meios para alcançá-los e controles pertinentes, sem referência a uma autoridade externa.

Também é preciso considerar a importância das decisões tomadas, que podem ir desde a simples participação na avaliação dos resultados (que seria o menor nível) até a formulação da doutrina e da política da instituição (que seria o maior nível de participação). Em níveis intermediários teria a execução das ações; a alocação de recursos e administração de operações; a elaboração de planos, programas e projetos e, num nível mais crítico, a determinação de objetivos e estabelecimento de estratégias.

Para Bordenave (1994), há dois processos de participação, que ocorrem em nível micro e macro, sendo o primeiro entendido como o que prepara para o segundo. A participação em nível micro se dá no âmbito de associações que envolvem duas ou mais pessoas e é orientada somente para reivindicações específicas, que possuem um fim em si; participar em nível micro seria tomar decisões na família e nas associações, como sindicatos e empresas. Em nível macro, a participação compreende a intervenção das pessoas nos processos dinâmicos que constituem ou modificam a sociedade, ou seja, implica numa visão mais larga que envolve a sociedade como um todo; participar em nível macro envolve intervir nas lutas sociais, econômicas e políticas em questão.

Por fim, na perspectiva de Bordenave, ninguém nasce sabendo participar, mas, por ser uma necessidade natural do ser humano, rapidamente se aprende a participar e a aperfeiçoar os níveis de participação, desde que haja oportunidade para tal. Ou seja, participação é algo que se aprende e se aperfeiçoa.

No que se refere à discussão do sentido da participação no campo da educação CTS, merecem destaque os trabalhos de Santos & Mortimer (2001), Cassab (2008) e Auler (2011). Os dois primeiros não utilizam o termo participação, mas tomada de decisão e democracia, respectivamente.

Santos & Mortimer (2001) ao discutir a diversidade de modelos de tomada de decisão, destaca todos os modelos analisados evidenciam uma forma racional de encarar esse processo, concebendo que existe um modo particular de tomada de decisão, que deve ser aprendido pela sociedade. Para Santos & Mortimer, é preciso considerar a natureza complexa desse processo o que implica em passar pela discussão de aspectos valorativos, culturais e éticos.

Cassab (2008) ao examinar como o debate sobre democracia vem sendo realizado no campo do Ensino das Ciências (mais especificamente, nas tendências CTS, ACT, Ciências para Todos e Educação Ambiental), afirma que há diferentes perspectivas de utilização das ideias de democracia:

Algumas propostas, por exemplo, vêem a alfabetização científica e tecnológica como uma possibilidade de realizar correções em ensinamentos distorcidos promovidos tanto pela mídia, como pela cultura popular ou ainda pela própria escola. Em geral, reduzem-se ao mero ensino de conceitos, privilegiando a dimensão técnica do saber. São orientadas mais pelo desejo de reforçar e garantir o lugar de primazia da ciência e em nada contribuem na sua problematização. Outras propostas associam a ACT à "aptidão para lidar com a ciência" (CANAVARRO, 1999, p.87 apud MARTINS, 2002), o que reuniria as compreensões da abordagem científica das questões, dos conceitos básicos da ciência e questões de política científica. Num sentido bastante diverso, é possível encontrarmos encaminhamentos que concorrem a favor do desenvolvimento do pensamento crítico e da independência intelectual de todos os sujeitos sociais, como para a tomada de decisões em relação à ciência e tecnologia num plano democrático. (CASSAB, 2008, p. 8, Grifo Nosso)

Auler (2011) chama atenção para dois modelos decisórios – o democrático e o tecnocrático. O primeiro seria o almejado no âmbito da educação CTS enquanto o segundo, o que deve ser superado. Nessa perspectiva, a participação deve ocorrer não somente na avaliação dos impactos pós produção, mas, principalmente, na definição dos rumos do desenvolvimento científico-tecnológico, o que implica participar na definição das agendas de pesquisa. Contudo, muitas

vezes, segundo Auler (2011), mesmo no âmbito da Educação CTS, se faz presente a defesa por um modelo tecnocrático.

Com base nessas colocações, entende-se que no âmbito das discussões sobre CTS diferentes níveis de participação são possíveis. Num primeiro nível encontra-se a perspectiva da informação (e não da tomada de decisão propriamente dita) que se dá pelo reconhecimento da presença da CT na sociedade. Num segundo nível, a participação ocorre num contexto micro, a partir de decisões de cunho mais individual, em geral relacionadas aos produtos da CT. No terceiro nível as decisões já envolvem o contexto macro, são coletivas e abarcam a discussão de problemas e impactos da CT na sociedade. No quarto nível, a participação se dá a partir do reconhecimento das contradições e por mecanismos de pressão, centradas, principalmente, no processo de produção. No quinto e último nível, a participação se dá no âmbito das esferas políticas, a partir da compreensão e discussão de políticas públicas.

Esses diferentes níveis de participação social podem ser organizados nos seguintes grupos, que serão detalhados na sequência:

- ✓ (1P) Reconhecimento da presença da CT na sociedade.
- ✓ (2P) Decisões Individuais - Discussão de Riscos e Benefícios.
- ✓ (3P) Decisões Coletivas - Discussão de problemas e impactos ou transformações.
- ✓ (4P) Mecanismos de Pressão - Identificação de contradições.
- ✓ (5P) Esferas Políticas - Compreensão e discussão de políticas.

(1P) RECONHECIMENTO DA PRESENÇA DA CT NA SOCIEDADE

Neste caso a participação social se dá a partir do reconhecimento de temas/problemas atuais relacionados à CT. Em geral, trata-se de temas em pauta na mídia ou no dia-a-dia da sociedade, a exemplo da questão energética e das mudanças climáticas ou de equipamentos tecnológicos como os meios de transporte e o telefone celular. A discussão em torno desses temas tem por objetivo informar a sociedade, que, apesar de ouvir a respeito nos meios de

comunicação, não tem conhecimentos básicos a respeito do assunto. Esses conhecimentos básicos ficam restritos aos científicos, assim, estar informado sobre o celular, a energia nuclear ou os transgênicos implica em compreender os princípios científicos (conceitos, processo, etc.) associados a esses produtos.

Assim, esse reconhecimento da presença da CT na sociedade busca, também, uma aproximação maior da sociedade para com a ciência e a tecnologia, que passa a estar informada sobre os avanços e problemas mais recentes sem avaliar riscos e benefícios ou discutir implicações e transformações sociais.

Considerando que as decisões tomam por base exclusivamente conhecimentos científicos e técnicos, essa perspectiva se insere no que Habermas (1973) chamou de modelo tecnocrático. Essa perspectiva é criticada por Auler (2011) ao afirmar que:

Há indicativos de que, a despeito da polissemia [dos fundamentos da participação] presente tanto no campo conceitual quanto nos encaminhamentos CTS, muitas vezes, tal fundamentação está restrita ao campo científico-tecnológico. Os critérios que pautam a tomada de decisão, muitas vezes, estão circunscritas a esse campo. Ou seja, o pano de fundo continua sendo tecnocrático. Tentar compreender e decidir, unicamente via aumento de conhecimento técnico/científico, significa um retorno à tecnocracia. (AULER, 2011, p. 82)

Apesar dessas críticas, entendemos que considerar a participação, ainda que sob o ponto de vista do reconhecimento, é importante para o contexto da formação de cidadãos. Também, muitas vezes, é o que está ao alcance das práticas.

(2P) DECISÕES INDIVIDUAIS - DISCUSSÃO DE RISCOS E BENEFÍCIOS

Para esse grupo a participação da sociedade se dá no âmbito da avaliação de pontos positivos e negativos associados ao uso de determinado resultado/produto da CT, em uma perspectiva mais local ou individual. Essa discussão pode resultar em uma mudança de atitudes, mas esse não é o foco; o principal é entender os prós e os contras de determinado produto da ciência e da tecnologia. Por exemplo, discutir os pontos positivos e negativos dos

transgênicos, pode levar o indivíduo a decidir a favor ou contra seu consumo, mas o principal é ele entender quais os aspectos favoráveis e contrários ao seu uso. Em um extremo, centram na apresentação de argumentos favoráveis e contrários do ponto de vista social e econômico e acabam deixando de lado discussões de cunho científico.

Esse nível se encaixa em um processo de microparticipação (BORDENAVE, 1994), orientado somente para reivindicações específicas, que possuem um fim em si e implicam em decisões locais que podem ocorrer depois do produto pronto. Não há uma defesa pela participação no processo de construção/produção da CT.

(3P) DECISÕES COLETIVAS - DISCUSSÃO DE PROBLEMAS E IMPACTOS OU TRANSFORMAÇÕES

A participação perpassa o reconhecimento das transformações sociais/culturais causadas pelo desenvolvimento científico-tecnológico, o que deve ocorrer no plano social mais amplo, envolvendo decisões coletivas. Diferente da perspectiva anterior, o foco não é entender aspectos positivos e negativos, mas as implicações em diferentes contextos. Por exemplo, no caso dos transgênicos as discussões devem perpassar a compreensão das transformações que poderão acontecer nos modos de vida da sociedade em virtude de sua adoção. Também, insere-se nesse grupo a análise histórica de transformações sociais que aconteceram em virtude do uso de determinado produto, a exemplo do celular.

Assim, o que caracteriza esse grupo é a perspectiva histórica, situada no tempo, necessária para a compreensão do papel que CT assumem na sociedade. Contudo, em geral, a decisão ainda está relacionada à avaliação dos impactos pós produção e não ao processo produção em si.

(4P) MECANISMOS DE PRESSÃO - IDENTIFICAÇÃO DE CONTRADIÇÕES

Para esse grupo a participação perpassa o reconhecimento dos propósitos políticos que levaram ao desenvolvimento de determinado produto da CT – exclusão, luta de classes; o que implica em um controle social mais amplo.

Nessa perspectiva, diferente das anteriores, comparece uma possibilidade de intervir no processo de produção e/ou implementação de determinado produto da CT. Por exemplo, participar da decisão de implementação de uma usina, mais do que discutir riscos e benefícios e compreender as transformações sociais que trará, envolve entender as relações de poder presentes. Identificando essas relações e suas contradições podem ocorrer mecanismos de pressão que representam a participação social.

(5P) ESFERAS POLÍTICAS - COMPREENSÃO E DISCUSSÃO DE POLÍTICAS

Nessa perspectiva, a participação se dá no âmbito das políticas públicas, na definição de seus objetivos, meios para alcançá-los e maneiras de controlar sua implementação. Essa perspectiva se insere no que Habermas (1973) denominou de modelo pragmático-político, no qual há uma interação e negociação entre os especialistas e os cidadãos. Também inserem-se nesse grupo as discussões de Beck (2010) e Lacey (2011).

Para Beck (2010) os problemas atuais envolvem riscos e incertezas, que não serão resolvidos com mais ciência. Para amenizar essa limitação são necessárias mais esferas políticas participando das decisões sobre CT. Claramente, em sua proposta, há uma defesa em prol da ação coletiva, da inclusão de interesses e questões que dizem respeito a diversos grupos sociais, direta e indiretamente afetados pelas situações de risco. Somente assim, a sociedade poderá se comprometer politicamente com os seus destinos, reconhecendo e aprendendo a lidar com os riscos.

Lacey (2010), ao discutir a importância dos valores na construção da ciência, chama atenção para o desenvolvimento das políticas públicas. Ele exemplifica seus argumentos analisando as controvérsias sobre as pesquisas

com transgênicos, que, segundo ele, são marcadas pela polarização a respeito dos valores. Dependendo de quais os valores adotados (comerciais ou não comerciais) as respostas a questões, como as relacionadas aos riscos do plantio e comercialização dos transgênicos, são diferentes. O que não torna a pesquisa científica irrelevante, apenas mostra que ela não pode, sozinha, responder questões relativas à legitimação, sendo necessária uma interação entre essa e a ética, entendida enquanto visão moral. Isso, por sua vez, implica em políticas públicas sobre esses temas, determinadas por comissões formadas por cientistas e, também, por grupos que representam diferentes perspectivas de valores da sociedade como um todo.

A partir dessa revisão foi possível perceber que são possíveis diferentes abordagens sobre Ciência-Tecnologia-Sociedade, ou seja, sobre Racionalidade Científica, Desenvolvimento Tecnológico e Participação Social. Essas abordagens, apresentadas de maneira desarticulada, relacionam-se. O que guia sua articulação e dá sentido as mesmas são os propósitos educacionais, apresentados no capítulo anterior.

Assim, na continuidade deste capítulo as compreensões até aqui apresentadas de maneira desarticulada serão analisadas em conjunto, tomando por base os propósitos educacionais. Com isso, serão traçadas considerações com relação aos limites e potencialidades de cada perspectiva em termos de formação científica.

5.2 Os PARÂMETROS E OS PROPÓSITOS EDUCACIONAIS

A nosso ver, o que guia e dá sentido às diferentes perspectivas de Racionalidade, Desenvolvimento e Participação, no âmbito dos trabalhos sobre CTS, são os propósitos de educação científica, apresentados e discutidos no capítulo anterior. O quadro a seguir apresenta uma síntese das possíveis

abordagens CTS presentes no contexto brasileiro de educação em ciências, considerando tanto compreensões sobre CTS quanto propósitos educacionais.

Quadro 3 - Matriz de referência

RACIONALIDADE	DESENVOLVIMENTO	PARTICIPAÇÃO	EDUCAÇÃO
(1R) Desocultamento da realidade	(1D) Neutro	(1P) Reconhecimento	(1E) Percepções
(2R) Universal	(2D) Sinônimo de progresso	(2P) Decisão Individual	(2E) Questionamentos
(3R) Em contexto	(3D) Especificidades	(3P) Decisão Coletiva	(3E) Compromisso Social
(4R) Questionada	(4D) Orientado	(4P) Mecanismos de Pressão	
(5R) Insuficiente	(5D) Em contexto	(5P) Esferas Políticas	

Para o desenvolvimento de Compromisso Social é necessário abordar a Racionalidade Científica, o Desenvolvimento Tecnológico e a Participação Social em seus níveis mais críticos. Buscando, por exemplo, discutir as limitações do conhecimento científico para compreender e resolver os problemas sociais, sejam eles locais ou globais; enfatizando a importância de almejarmos outro modelo de desenvolvimento, que busque satisfazer as necessidades básicas de uma determinada população e não gerar lucro econômico; e, buscando uma cultura de participação no âmbito das políticas públicas, na definição de objetivos, meios para alcançá-los e maneiras de controlar sua implementação.

Certamente essa perspectiva não implica somente em uma mudança de metodologias de ensino, ainda que perpassa por ela. A ela está relacionada, acima de tudo, uma mudança no currículo escolar e, principalmente, na função social da escola. Contudo, ainda assim, entendemos ser possível seu desenvolvimento no contexto atual, por exemplo, a partir de intervenções pontuais.

O desenvolvimento de questionamentos, por sua vez, implica em abordar a Racionalidade, o Desenvolvimento e a Participação em níveis intermediários. Por exemplo, discutindo os antecedentes e as implicações sociais da ciência e da tecnologia, destacando a não neutralidade da produção científico-tecnológica e,

associado a isso, buscando a participação da sociedade, seja do ponto de vista das tomadas de decisão individuais (discutindo riscos e benefícios) e/ou coletivas (discutindo impactos ou transformações sociais) ou a partir de mecanismos de pressão, identificando contradições presentes, principalmente, no momento de produção da CT.

Assim como no caso anterior, pra alcançar esse propósito não basta mudarmos metodologias de ensino. Contudo, diferente do anterior, devido à aproximação entre essas concepções e as defendidas pela legislação atual, por intermédio dos PCN, a implementação dessa perspectiva não implica uma transformação tão profunda no currículo escolar, ainda que isso se faça presente.

A busca pelo desenvolvimento de percepções está relacionada a uma abordagem menos crítica de Racionalidade, Desenvolvimento e Participação. Centrada na mudança das metodologias de ensino e nos processos de ensino-aprendizagem, em geral, deixa de aprofundar essas discussões; sendo que, em extremos, as visões sobre Racionalidade e Desenvolvimento, acabam referendando a ideia de neutralidade da ciência e da tecnologia. Já as discussões sobre a participação, quando presentes, recaem no reconhecimento da presença da CT na sociedade.

Assim, em casos menos críticos, assumir esse propósito pode levar a um caminho contrário ao defendido pelo Movimento CTS em sua origem. Cabe destacar que o reconhecimento em si, é importante e necessário para a formação de cidadãos, contudo ele precisa vir associado às visões mais críticas de Racionalidade e Desenvolvimento e, principalmente, reconhecer a importância da Participação, ainda que seja do ponto de vista da compreensão da presença da ciência e da tecnologia na sociedade. Ou seja, embora reconhecendo as contribuições dessa perspectiva, destacamos os cuidados a serem tomados ao trabalharmos de acordo com ela. Além disso, reconhecer as limitações de cada abordagem contribui para o aprofundamento das discussões e sua complementação.

A imagem a seguir representa a maneira que articulamos as diferentes compreensões sobre CTS (Racionalidade, Desenvolvimento e Participação) aos

Propósitos Educacionais (Desenvolvimento de Percepções, Questionamentos e Compromisso Social).

Figura 2 - Articulação entre Parâmetros CTS e Propósitos Educacionais

Essa imagem representa, assim, uma maneira de articular os parâmetros, tais como apresentados. Porém, cabe destacar que a estrutura básica da matriz que elaboramos pode ser representada graficamente pela imagem a seguir:

Essa última imagem representa, assim, o cerne da matriz elaborada, que consiste na estruturação básica de certos elementos, tais como apresentados ao longo desta Tese, sobre os quais podemos explicitar as relações estabelecidas, e que permitem situar e caracterizar diferentes abordagens CTS.

Por fim, cabe desenvolver uma tentativa de validação dessa matriz. O que será apresentado no próximo capítulo.

6. VALIDAÇÃO DA MATRIZ DE REFERÊNCIA

Neste capítulo apresentamos a análise de produções sobre CTS no Ensino em Ciências, com intenção de validar a matriz de referência discutida no capítulo anterior.

Essa validação consiste, principalmente, em verificar se as discussões traçadas nos capítulos anteriores cabem para uma dada amostra de trabalhos. Ou seja, se os elementos que, a nosso ver, compõem a matriz, e que até então foram abordados teoricamente, contribuem para diferenciar os trabalhos, reconhecer e sistematizar diferentes abordagens CTS presentes no Ensino de Ciências.

Dessa forma, a validação será encaminhada a partir da análise de uma amostra de trabalhos. Essa amostra, ao mesmo tempo em que precisa apresentar uma certa unidade, deve ser formada por pesquisas que possuem preocupações e interesses distintivos. Também, deve ser representativa do universo de trabalhos sobre CTS desenvolvidas no âmbito da Educação Científica, no Brasil.

Entendemos que não seria interessante analisar a mesma amostra do Capítulo 1 (os trabalhos do ENPEC), utilizada para a construção de um primeiro olhar sobre o problema de investigação desta Tese. Principalmente porque ela foi o ponto de partida utilizado para a construção da matriz e, além disso, de certa forma, orientou todo o processo. Também, porque a validação requer uma análise detalhada, o que não seria possível diante da quantidade de trabalhos sobre CTS apresentados no ENPEC.

Assim, para o desenvolvimento dessa investigação optamos por analisar pesquisas sobre CTS publicadas no periódico brasileiro “Ciência & Educação”, no período de 2000 a 2010. Esse periódico, além de ter periodicidade estabelecida

(com três volumes publicados todos os anos), é representativo na área de Ensino de Ciências e abarca pesquisas de diferentes áreas, como a Biologia, Física, Química e Matemática. Além disso, contam um número específico sobre CTS, publicado em 2001, cujos trabalhos têm sido utilizados como referência de várias pesquisas posteriores.

Assim, neste capítulo, num primeiro momento, é apresentada a amostra selecionada e suas principais preocupações de pesquisa. Em seguida é apresentada a análise dos trabalhos propriamente dita, seguindo a matriz elaborada. Por fim, discute-se uma síntese dessa análise e considerações gerais sobre esse processo de validação.

6.1 APRESENTAÇÃO DA AMOSTRA

No levantamento dos trabalhos publicados do periódico “Ciência & Educação”, no período de 2000 a 2010, foram encontrados 16 trabalhos que fazem referência à CTS no título, resumo ou palavra chave. Como a intenção dessa investigação é uma análise mais detalhada das abordagens CTS presentes nos artigos, optamos por selecionar, apenas, as seis primeiras e as seis últimas publicações. Foram analisados, portanto, 12 trabalhos, apresentados na tabela a seguir:

Tabela 10 - Relação de trabalhos analisados

	v, n, ano	Título	Autores
1	v.7, n.2, 2001	Educação em Física: discutindo Ciência-Tecnologia e Sociedade	Angotti, Bastos, Mion
2	v.7, n.1, 2001	Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro	Auler, Bazzo
3	v.7, n.1, 2001	Ciência e Tecnologia: implicações sociais e o papel da educação	Angotti, Auth
4	v.7, n.1, 2001	O que foge do olhar das reformas curriculares: nas aulas de Biologia o professor como escritor das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade	Amorim
5	v.7, n.1, 2001	Uma visão comparada do ensino em Ciência, tecnologia e Sociedade na Escola e em um Museu de	Gouvêa, Leal

		Ciência	
6	v.7, n.1, 2001	Tomada de decisão para a ação social responsável no Ensino de Ciências	Santos, Mortimer
7	v. 13, n. 3, 2007	Configurações curriculares mediante o enfoque CTS: desafios a serem enfrentados na Educação de Jovens e Adultos	Muenchen, Auler
8	v. 13, n. 1, 2007	Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio	Pinheiro, Silveira, Bazzo
9	v. 14, n. 2, 2008	Concepções de professores de Química sobre Ciência, Tecnologia, Sociedade e suas inter-relações: um estudo preliminar para o desenvolvimento de abordagens CTS em sala de aula	Firme, Amaral
10	v. 15, n. 3, 2009	Ciência, Tecnologia e suas relações sociais: a percepção de geradores de tecnologia e suas implicações na Educação Tecnológica	Silveira, Bazzo
11	v. 16, n. 3, 2010	Investigando a metodologia dos Problemas Geradores de Discussões: aplicações na disciplina de Física no Ensino de Engenharia	Machado, Pinheiro
12	v. 16, n. 2, 2010	Nanociência e Nanotecnologia como temáticas para a discussão de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente	Siqueira-Batista <i>et al.</i>

Antes de partir para a análise propriamente dita, cabe apresentar as preocupações de pesquisa presentes nos mesmos. Sob esse ponto de vista, encontramos, em nossa amostra, 50% de propostas para a sala de aula, 25% de pesquisas e revisões teóricas e 25% de levantamento de compreensões.

Esses resultados coincidem com os encontrados no levantamento dos trabalhos publicados no ENPEC. Ou seja, prevalecem as propostas para a sala de aula e, em segundo plano encontram-se as discussões de natureza teórica e o levantamento de compreensões. O quadro a seguir sintetiza essa análise:

Quadro 4 - Preocupações das Pesquisas

Artigo	Autores	Abordagem
1	Angotti, Bastos, Mion	Proposta para a sala de aula
2	Auler, Bazzo	Pesquisas e revisões teóricas
3	Angotti, Auth	Proposta para a sala de aula
4	Amorim	Proposta para a sala de aula
5	Gouvêa, Leal	Proposta para a sala de aula
6	Santos, Mortimer	Pesquisas e revisões teóricas
7	Muenchen, Auler	Levantamento de compreensões
8	Pinheiro, Silveira, Bazzo	Pesquisas e revisões teóricas
9	Firme, Amaral	Levantamento de compreensões
10	Silveira, Bazzo	Levantamento de compreensões
11	Machado, Pinheiro	Proposta para a sala de aula
12	Siqueira-Batista <i>et al.</i>	Propostas para a sala de aula

As propostas para a sala de aula [1, 3, 4, 5, 11 e 12] abordam implementações desenvolvidas ou elaboradas, tanto para o Ensino Médio, quando para o Ensino Superior – formação inicial e continuada de professores e formação inicial de engenheiros. Estão centradas em temas de natureza diversa: equipamentos tecnológicos, questões internas da ciência, questões ambientais e/ou voltadas à saúde e temas contemporâneos. Apresentam diferentes possibilidades de implementação, desenvolvidas a partir do uso de textos, da resolução de problemas ou da apresentação de situações científicas contraditórias.

Os trabalhos de âmbito teórico [2, 6 e 8] discutem diferentes elementos, desafios e potencialidades, voltados à transposição do Movimento CTS para o contexto educacional. Auler & Bazzo [trabalho 2] centram sua análise em características do contexto brasileiro; ao fazer uma revisão histórica das políticas de CT no Brasil, enfatizam um obstáculo para a implementação do Movimento CTS nesse contexto: a inexperiência democrática do povo brasileiro. Santos & Mortimer [trabalho 6], discutem o significado da meta educacional almejada no âmbito do Enfoque CTS: a tomada de decisão para a ação social responsável. Por fim, Pinheiro, Silveira & Bazzo [Trabalho 8] discutem a relevância do Enfoque

CTS para o Ensino Médio e suas aproximações com a legislação brasileira atual, configurada nos PCN.

As pesquisas voltadas ao levantamento de compreensões [7, 9 e 10] investigam, respectivamente, posicionamentos de professores da modalidade Educação de Jovens e Adultos (EJA) quanto à utilização de temas/problemas de relevância social; concepções de professores da Educação Básica sobre Ciência, Tecnologia, Sociedade e suas inter-relações; e, concepções sobre ciência, tecnologia, inovação e suas relações com o contexto social, de empreendedores e gestores envolvidos com o processo de desenvolvimento de inovações tecnológicas.

Assim, em síntese, ainda que a amostra seja pequena, a natureza das investigações presentes nos artigos selecionados é bastante diversificada, o que torna possível a validação da matriz construída.

6.2 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS ARTIGOS

Os trabalhos selecionados foram analisados mediante a estratégia metodológica da Análise Textual Discursiva – ATD (MORAES & GALIAZZI, 2007). As categorias pré-estabelecidas, ou seja, os parâmetros de análise, no que se refere às compreensões sobre as relações CTS e sobre os propósitos educacionais foram:

Quadro 5 - Matriz de Referência utilizada na análise dos trabalhos

RACIONALIDADE	DESENVOLVIMENTO	PARTICIPAÇÃO	EDUCAÇÃO
(1R) Desocultamento da realidade	(1D) Neutro	(1P) Reconhecimento	(1E) Percepções
(2R) Universal	(2D) Sinônimo de progresso	(2P) Decisão Individual	(2E) Questionamentos
(3R) Em contexto	(3D) Especificidades	(3P) Decisão Coletiva	(3E) Compromisso Social
(4R) Questionada	(4D) Orientado	(4P) Mecanismos de Pressão	
(5R) Insuficiente	(5D) Em contexto	(5P) Esferas Políticas	

Cabe lembrar que elas resultam de um trabalho de investigação mais amplo, que envolveu a análise de referenciais teóricos, de certa forma, externos ao movimento CTS no contexto educacional articulados com a análise de artigos e trabalhos sobre CTS publicados em revistas e eventos da área de Ensino de Ciências; como apresentado anteriormente.

Segue a análise de cada artigo. Optamos por apresentar essa análise a partir da descrição de cada artigo para evitar a fragmentação dos discursos; principalmente porque um mesmo trabalho pode conter diferentes visões de Racionalidade, Desenvolvimento e Participação. Na sequência desse item é apresentada uma síntese dessa análise, a partir das nossas considerações sobre cada um desses parâmetros e de sua articulação com os propósitos educacionais.

(1) EDUCAÇÃO EM FÍSICA: DISCUTINDO CIÊNCIA-TECNOLOGIA E SOCIEDADE - ANGOTTI, BASTOS E MION

Nesse artigo é analisada uma intervenção curricular centrada em equipamentos tecnológicos, desenvolvida na disciplina de Física, no Ensino Médio. Os autores iniciam o artigo criticando a perspectiva salvacionista e redentora da tecnologia e, associado a ela, o “sonambulismo” da sociedade diante dos feitos da mesma. Essa postura, segundo os autores, está associada à crença de melhoria na qualidade de vida a partir do progresso da tecnologia; compreensão que dispensa qualquer questionamento e leva ao determinismo tecnológico. Defendem que devemos parar de discutir o que é e o que significam ciência e tecnologia e focar em como elas implicam/modificam as nossas vidas. Exemplificam esse discurso analisando algumas situações como: “a tecnologia de fazer propaganda política”, a “Linha Vermelha” e a “Ferrovia Norte-Sul”.

Quem não ouviu falar na famosa Linha Vermelha ou na Ferrovia Norte-Sul no Brasil? Pois bem, o que pouco se ouviu dizer é que a Linha Vermelha foi construída com fortes finalidades políticas de exclusão e de camuflagem da indigência. O Rio de Janeiro, a “cidade maravilhosa” não pode escancarar a pobreza que lá, como em todo o Brasil, existe. Os turistas que viajam para lá não gostariam de sentir-se em meio da miséria, da fome, do desemprego e provavelmente da promiscuidade; poderiam ficar constrangidos. A solução

“prática” foi providenciar um caminho que passasse por cima, em vez de solucionar os problemas sociais existentes. E a Ferrovia Norte-Sul, alguém sabe por que foi construída? Os automóveis que vinham da fábrica com encosto somente nos bancos dianteiros? Há política nisso? E quais são suas conseqüências?

Destacam, portanto, que “os artefatos podem conter propósitos políticos” e, dessa forma, defendem o uso de objetos tecnológicos como ponto de partida para as discussões sobre CTS no contexto escolar. Nessa perspectiva o Ensino da Física adquire outra conotação, que é retratada nos excertos a seguir:

Nesse sentido, ensinar e aprender Física, é ao mesmo tempo adquirir conhecimentos científicos históricos e socialmente construídos, de modo a propiciar o entendimento de fenômenos da natureza bruta, bem como da transformada, com os quais interagimos diariamente.

Para nós, estudar Física é ao mesmo tempo adquirir conhecimentos científicos nessa área do conhecimento, de tal forma que propicie o entendimento de como funcionam alguns sistemas físicos com os quais interagimos cotidianamente.

Essa idéia reforça a tese de que é necessário implementar propostas político pedagógicas que viabilizem a educação numa perspectiva libertadora dos envolvidos. É preciso reelaborar os conhecimentos físicos, assumidos como conhecimentos educacionais em Física, mediante o estudo de leis, princípios, conceitos, e relações de conceitos etc., envolvidos na fabricação e funcionamento de artefatos tecnológicos, como possibilidade de refletir sobre seus significados.

Nos excertos acima é possível perceber a ideia de “conhecimento suficiente para compreender o mundo”. Os autores dão a entender que a compreensão dos conceitos Físicos envolvidos na fabricação e funcionamento de aparatos tecnológicos é suficiente para compreender a presença da CT na sociedade e superar a visão salvacionista e determinista da CT, criticada na parte inicial do trabalho. Ou seja, em momento algum, ao longo do artigo, comparece uma discussão a respeito da insuficiência do conhecimento científico para compreender a realidade, ou sobre a necessidade de discutir a natureza desse conhecimento do ponto de vista de sua construção.

Para os autores, a sociedade está à margem das discussões relacionadas à CT, não tem noção da presença e das implicações da CT. Não questiona o funcionamento nem como foram fabricados e as causas e conseqüências do uso de aparatos tecnológicos. Porém é importante que ela tenha noção, pois sua cultura está permeada por incontáveis instrumentos, que contém propósitos políticos. Ou seja, a sociedade precisa se “libertar” desse “sonambulismo”. Essa

libertação será possível se a sociedade passar a entender os processos e sistemas físicos envolvidos no funcionamento de aparatos.

Muitas vezes desconhecemos as regras de funcionamento dos objetos tecnológicos; além disso, por estarmos tão próximos de alguns deles, não os problematizamos. Não questionamos seu funcionamento nem como foram fabricados, ou as causas e/ou consequências da sua inserção no nosso meio.

Frente a isso, conscientizar também é educar para a construção da cidadania. Isso também implica fornecer aos educandos a oportunidade de adquirir uma base sólida de conhecimentos que lhes propiciem conhecer a realidade em que vivem, propiciar a vivência de relações sociais mais democráticas, que antecipam uma ordem social mais coletiva, participativa, igualitária, a partir de uma ação individual e coletiva.

Decisões coletivas de grande interesse social e econômico uma região, como a instalação de uma montadora, ou em todo o país, como as mudanças de hábito frente às pressões pelo racionamento de energia elétrica, merecem participação mais explícita e consciente na vida dos cidadãos e a escola pode cumprir melhor seu papel nesse desafio.

Assim, no que se refere à participação social, é possível perceber uma preocupação com as decisões individuais e coletivas e com o reconhecimento dos propósitos políticos. Ao mesmo tempo em que os autores defendem a avaliação de pontos positivos e negativos associados ao uso de determinado resultado/produto da CT, em uma perspectiva mais local ou individual, enfatizam o reconhecimento das transformações sociais/culturais causadas pelo desenvolvimento científico-tecnológico, o que deve ocorrer no plano social mais amplo, envolvendo decisões coletivas. Também é possível perceber que a participação, para os autores, perpassa o reconhecimento dos propósitos políticos que levaram ao desenvolvimento de determinado produto da CT – exclusão, luta de classes; o que implica em um controle social mais amplo.

Contudo, cabe destacar que essas esferas de participação estão presentes no discurso teórico. Na prática apresentada, se preocupam em explicar o funcionamento de aparatos simples do cotidiano, a exemplo da bicicleta e do liquidificador e a participação se dá a partir do reconhecimento da presença de aparatos tecnológicos na sociedade. Ou seja, ainda que no discurso prevaleça uma ideia de que não basta entender o funcionamento, mas também suas causas e consequências (implicações sociais), na prática que apresentam isso não está presente.

Essa concepção é amenizada ao final do trabalho, quando os autores criticam a intervenção desenvolvida, destacando as limitações do processo.

Percebemos – nos depoimentos – que o interesse dos educandos estavam mais voltados para o estudo do funcionamento dos objetos tecnológicos que freqüentaram nossas aulas. Daí nossa interpretação do quanto nossas aulas poderiam ter sido mais educativas – segundo a concepção educacional freireana – se tivéssemos feito com que mais artefatos tecnológicos freqüentassem nossas aulas. Os poucos objetos que freqüentaram efetivamente o espaço escolar, foram utilizados apenas como recurso didático, não chegando a se transformar em equipamentos geradores.

Buscamos mudanças nos conteúdos educacionais, porém não soubemos aproveitar a oportunidade para efetivá-las, ao não termos trabalhado nessa perspectiva educacional com os objetos tecnológicos, ou seja, como equipamentos geradores.

As citações acima também lembram das figuras de objetos que freqüentaram nossas aulas em detrimento dos objetos, o que mostra o quanto nossa prática em sala de aula estava distante das nossas reais intenções. Se queríamos trabalhar a nossa realidade através dos objetos tecnológicos, deveríamos pelo menos ter oportunizado aos educandos que os mesmos estivessem lá concretamente. Por meio de desenhos, é como se estivéssemos olhando a realidade à distância, como se não quiséssemos vivê-la de fato!

Nesse artigo, portanto, o foco está na Tecnologia; defendem uma maior compreensão das implicações (transformações) sociais da tecnologia, principalmente porque contem propósitos políticos e não necessariamente levará ao bem estar social. Prevalece uma concepção de que o conhecimento científico é fundamental para a construção de uma visão mais crítica diante da CT. Essa visão “mais crítica”, relaciona-se a entender que os objetos tecnológicos não são neutros, no sentido em que contem propósitos políticos. Assim, a ideia central não é compreender a ciência em si (NdC “clássica” – como defendido, em geral, pelos trabalhos relacionados à História da Ciência), mas as transformações sociais da tecnologia o que implica em adquirir conhecimentos científicos; esses seriam, portanto, os meios necessários para a participação social, que se daria tanto por atitudes individuais, quanto coletivas e por mecanismos de pressão, a partir do reconhecimento das contradições.

Porém, cabe destacar que essas são as intenções dos autores, ou seja, as discussões teóricas presentes no artigo. Na prática relatada, o foco volta-se à compreensão dos princípios físicos relacionados ao funcionamento de aparatos simples do cotidiano. O que nos leva a inferir que se inserem uma perspectiva de

racionalidade como desocultamento da realidade; de desenvolvimento neutro e de participação pelo reconhecimento da presença de aparatos.

No que se refere aos propósitos educacionais, na prática desenvolvida, as discussões centradas nos conceitos envolvidos no funcionamento de aparatos tecnológicos retratam que prevalece uma preocupação com a busca por estratégias diferenciadas para abordar o conhecimento científico escolar.

(2) REFLEXÕES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO MOVIMENTO CTS NO CONTEXTO EDUCACIONAL BRASILEIRO - AULER E BAZZO

Os autores discutem limites e possibilidades para o enfoque CTS no contexto educacional brasileiro; essa análise é feita com base nos modelos de PCT que prevaleceram ao longo da história do Brasil. Criticam a perspectiva salvaçãoista da CT e o modelo linear/tradicional de progresso e, associado a isso, o papel do conhecimento científico nas decisões (o fato de as conclusões científicas serem inquestionáveis). O excerto a seguir, na qual os autores criticam um artigo publicado na revista época, em janeiro de 1999 - “Tem comida estranha na geladeira” - retrata esse olhar para a questão:

Além da clara tentativa de direcionar a opinião dos leitores, utilizando expressões como as grifadas, o artigo utiliza a expressão “conclusões científicas inquestionáveis”. Uma idéia altamente pretensiosa, pois, por maior que seja o número de resultados de laboratório, considerando a complexidade da biodiversidade, problemas poderão aparecer a médio ou longo prazo. Além disso, já tendo sido descartados aspectos éticos, religiosos e outros, somente aspectos técnico-científicos poderão deter o processo de implantação. Ou seja, a decisão final será tecnocrática. Da mesma forma, colocando a introdução de produtos transgênicos como um imperativo, algo inevitável, aparece o artigo “Meu gene, meu bem, meu mal”, da revista Superinteressante de maio de 1999, que introduz o artigo de forma sugestiva: “O Brasil vai produzir vegetais geneticamente modificados. Isso coloca o país no centro do bate-boca mundial em torno da segurança dos alimentos transgênicos para a saúde e o ambiente” (p.51) [grifo nosso].

Não analisam a atividade científica propriamente dita (NdC clássica), mas a PCT brasileira e, principalmente, a função social da ciência (que deveria ser: contribuir, de forma efetiva, para o desenvolvimento de um país subdesenvolvido e não para competir internacionalmente); o que implica em buscar novos direcionamentos para a PCT e superar a ideia de que as conclusões científicas

são inquestionáveis e que mais CT, necessariamente, conduzirão ao bem estar social.

Em suas palavras [Motoyama (1985)], “a ciência foi quase sempre encarada como um ornamento para minorar as misérias culturais brasileiras, enquanto a tecnologia era endeusada como um ente mirífico, poderosa nos seus efeitos, porém impossível de ser obtida por expedientes nacionais”.

Segundo o autor [Motoyama (1985)], essa visão passa a engendrar efeitos danosos. A maior parte da pesquisa científica é feita visando o reconhecimento externo, buscando, predominantemente, inspirações e motivações na “vitrine estrangeira”. Uma segunda consequência dessa visão é a desconfiança em relação à pesquisa tecnológica nacional, com desperdício de resultados interessantes de pesquisas. Como consequência dos aspectos acima, nem a ciência nem a tecnologia estão harmoniosamente integradas nas instituições sociais, econômicas e culturais brasileiras.

Sant’Anna (1978), falando em termos genéricos sobre os países em desenvolvimento, destaca que nem sempre o interesse e o empenho em prol da C&T mostrados pelos governos são motivados pelo bem-estar da população. Muitas vezes, razões de prestígio político e militar internacional direcionam a alocação dos recursos oficiais. Além do mais, na maioria das vezes, os projetos e os planos, tal qual denunciou Motoyama, são calcados nos modelos das chamadas nações avançadas, considerados exemplos dignos de serem imitados.

Esses novos direcionamentos perpassam por uma participação maior por parte da sociedade. Sobre isso, os autores defendem que deve haver o desenvolvimento de uma “cultura de participação”, pois a sociedade brasileira está alijada de qualquer processo de participação, o que reflete uma questão cultural e histórica. O desenvolvimento dessa cultura só será possível se houver uma crítica à racionalidade da ciência e, associado a isso, uma crítica ao modelo de desenvolvimento que tem guiado a PCT brasileira. Os excertos a seguir retratam essa compreensão dos autores:

Como conseguir a participação pública, ação da sociedade na definição de um projeto nacional, se, como afirma Houaiss e Amaral (1995), o exílio do povo é, dentre todas, a característica mais distintiva de nossa história, da Colônia à República?

Temos aspectos peculiares ao contexto brasileiro, decorrentes, em grande parte, do nosso passado colonial e da nossa posição nas relações econômicas internacionais. A longa vigência do modelo agrário-exportador contribuiu para a configuração de um pragmatismo/imediatismo, bem como para uma cultura retórico-literária. Além disso, no contexto da industrialização, a importação/transferência de tecnologia, sem a respectiva transferência de conhecimentos, inviabilizou o desenvolvimento científico-tecnológico nacional. Tanto no modelo agro-exportador quanto no da industrialização, a análise realizada remete à ausência de um projeto de nação. Como consequência, não há uma articulação dinâmica entre ciência, tecnologia e sociedade. Também, em nossa história, convivemos com um Estado predominantemente autoritário, no qual, geralmente, o povo brasileiro está alijado de qualquer participação.

A perspectiva CTS que comparece nesse artigo, portanto, entende que o conhecimento racional é insuficiente para compreender e resolver problemas da realidade; que o desenvolvimento deve ser pensado em contexto e que a participação social deveria ocorrer no contexto das políticas. Essas discussões permanecem no âmbito teórico, os autores não apresentam atividades didáticas ou propostas para a sala de aula. Ainda assim, é possível perceber uma preocupação com o desenvolvimento de um compromisso social, principalmente, ao defender que o Enfoque CTS deve contribuir para a superação da “cultura do silêncio” e para a transformação da realidade.

(3) CIÊNCIA E TECNOLOGIA: IMPLICAÇÕES SOCIAIS E O PAPEL DA EDUCAÇÃO - ANGOTTI E AUTH

Apresentam uma preocupação com a questão ambiental, mais especificamente, com as implicações ambientais negativas acarretadas pelo desenvolvimento científico-tecnológico. Esse (associado a um modelo de sociedade - racional) seria a causa dos problemas ambientais, que só poderão ser superados se houver uma mudança de "valores" e "atitudes" (o que, num primeiro momento, passa a ideia de que a análise dos riscos e benefícios é necessária para haver uma participação “individual”). Criticam a visão salvacionista e, associado a isso, a ideia de que CT implicam em desenvolvimento e progresso (ou seja o modelo linear de desenvolvimento). Também comparece uma discussão voltada à distribuição desigual da CT. Os excertos a seguir retratam essas preocupações:

Está cada vez mais evidente que a exploração desenfreada da natureza e os avanços científicos e tecnológicos obtidos não beneficiaram a todos. Enquanto poucos ampliaram potencialmente seus domínios, camuflados no discurso sobre a neutralidade da C&T e sobre a necessidade do progresso para beneficiar as maiorias, muitos acabaram com os seus domínios reduzidos e outros continuam marginalizados, na miséria material e cognitiva.

Como aceitar passivamente que grupos minoritários explorem de forma discriminatória a maioria da população gerando nela, por alguns períodos, uma sensação de perplexidade e mesmo de impotência? Diante da rapidez com que ocorrem as inovações tecnológicas num país como o nosso, com baixos índices de escolarização, onde parcela significativa dos escolarizados foi e continua sendo privada, tanto dos conhecimentos mais atuais sobre ciência e tecnologia quanto das políticas que regulamentam esse setor, o que esperar? destino? A globalização e as mega-fusões parecem tornar mais evidentes a exploração e as

desigualdades. Simultaneamente cresce o descontentamento das populações exploradas que tendem a se mobilizar para mudar esse panorama de exclusão.

Holton (1979, p.11-2) afirma que os cientistas, desde Copérnico, compreenderam como era atraente um sistema que dispusesse de qualidades como “os conteúdos temáticos de simplicidade e necessidade” e que “a nossa relação habitual de motivações do trabalho científico” – como a descoberta de remédios/curas contra epidemias, a eficiência das máquinas, entre outras – “tende a ressaltar o lado baconiano do legado da ciência moderna”.

Também criticam a concepção de ciência racional e a fragmentação da ciência:

A fundamentação e a concepção teórica que a maioria dos estudantes aprenderam, baseada na Ciência Clássica e Moderna, privilegia em demasia uma determinada concepção de sociedade. A nova era na questão comportamental iniciada com o advento da Ciência Moderna – com o mecanicismo, as idealizações, a praticidade e a exploração da natureza – influenciou significativamente a configuração dos valores tão difundidos na sociedade nos últimos séculos. O indivíduo, supostamente neutro, ao interagir com a natureza, conseguia extrair o conhecimento dela. E como era muito freqüente ter as mesmas percepções, deduzia-se o conhecimento extraído como verdadeiro.

A busca e a identificação de regularidades, as generalizações e sínteses resultaram em um desenvolvimento notável da Ciência Moderna, principalmente nos três últimos séculos. A ciência newtoniana, a termodinâmica, a mecânica celeste, os princípios de conservação, a cosmologia... adquiriram tamanho êxito que delas pôde ser derivada a idéia de que “todos os movimentos observados na Natureza, desde a familiar queda de uma gota de chuva até a trajetória cósmica dos cometas, podem ser compreendidos em termos de simples leis de movimento expressas matematicamente” (Gleiser, 1997, p.164). Essa concepção predominante até o início do século XX, e que conseguiu aplicar com enorme eficiência a matemática, foi pressuposto básico para fortalecer a idéia de que tudo estava pré-determinado.

Não podemos esquecer que essa mesma ciência vem acompanhada de uma fragmentação dos conhecimentos sem par na História da Ciência. Conforme Bohm (1980, p.15), a tendência fragmentária, “é tão enraizada e ‘natural’ que, mesmo com as novas evidências da Relatividade e da Física Quântica, a regra é ignorar ou minimizar as reflexões distintas”. O pensamento dominante, principalmente do século passado (e da ciência moderna), face a diversos fatores, o difundiu na sociedade. “No presente estágio da sociedade e na maneira com que se ensina a ciência, uma espécie de preconceito a favor de uma autovisão fragmentária do mundo é fornecida, às vezes explícita e conscientemente, em geral de maneira implícita e inconsciente.”

Com relação à participação social, os autores destacam a necessidade de haver uma mudança de hábitos, o que perpassa uma mudança na compreensão da relação homem-natureza, como retratam os excertos a seguir:

Provavelmente serão de pouco valor as medidas adotadas que não vierem acompanhadas da mudança dos hábitos que originaram os problemas em questão. As crenças e os valores das pessoas, construídos socialmente, dão-lhes uma determinada visão de mundo e as conduzem a agir de uma forma ou outra (ou a se acomodar diante das ações externas).

A participação de comunidades escolares no enfrentamento do lixo por exemplo, vem crescendo e já está agregada a suas atividades diárias. É preciso, também, atacá-lo em sua raiz, ou seja, buscando compreender como e por que todo esse lixo é produzido, quem se beneficia e quem se prejudica com isso. Só reciclar não basta. Similarmente, atividades como a visita a um bosque, a uma usina hidrelétrica, ao local de tratamento do lixo não são significativas em si, mas poderão vir a ser na medida em que forem vinculadas ao programa escolar e ao compromisso com uma outra visão de mundo.

Ainda que na parte inicial do artigo esteja presente uma reflexão sobre as questões ambientais, no exemplo prático apresentado o foco centra-se em questões voltadas à natureza da ciência (NdC Clássica/história). Ou seja, buscam a superação da visão racional e fragmentária do conhecimento, pois, para eles, isso contribui para uma compreensão da relação homem-ambiente.

De nossa parte, acreditamos que as reflexões e discernimentos com base na história e na filosofia da ciência permitem deslocar o eixo de compreensão homem-ambiente. Passasse assim de uma visão simplista – tendo o homem separado do ambiente e com a única função de explorá-lo (concepção associada à Ciência Moderna) – a uma visão mais ampla, que o considera como sujeito integrado ao meio ambiente e ciente da necessidade de sua conservação.

Holton (1979, p.216), ao tratar as inovações curriculares, reafirma a necessidade de “colocar pelo menos um mínimo de história da ciência, epistemologia e discussão do impacto social da ciência e tecnologia no material educacional utilizado nas aulas de Ciências”. Considerações similares são externadas por Tricário (1996, p.88) ao defender que “nas ações e nas estratégias planejadas sejam discutidas as distintas concepções sobre a natureza do trabalho dos cientistas e a forma como evolui a construção deste tipo de conhecimento”.

As interações com os professores iniciaram-se no segundo semestre de 1997, com a exploração de aspectos evolutivos e críticos relacionados à idéia de temas antitéticos, provocando a discussão de distintas concepções sobre a natureza da ciência e a forma como evolui a construção deste conhecimento. Utilizando textos e gerando discussões com base na idéia de temas antitéticos de Holton⁴ (1979), procuramos explorar embates ocorridos em torno das formulações, como contínuo/descontínuo e análise/síntese. Como exemplos podemos citar as “sacadas” que um cientista tem, impregnadas de pressupostos temáticos, no ato de descartar uma hipótese e considerar outra, como o valor da carga elétrica, de Millikan, o valor da constante de gravitação, de Newton, os modelos de geocentrismo e de heliocentrismo.

Aqui, portanto, na prática a perspectiva CTS se confunde com a epistemologia da ciência, no sentido em que, para os autores, o foco deve ser a discussão de questões relacionadas à construção do conhecimento científico, em especial no que se refere aos fatores que a influenciam, sejam eles “conceituais” ou “sociais” (ou seja, não está claro a quais fatores os autores se referem). Uma visão mais clara sobre as escolhas que permeiam o trabalho dos cientistas contribui para uma compreensão menos simplista sobre a relação homem-

ambiente, em especial, para superar a ideia de que a única função do homem é explorar a natureza. Dito de outra forma, a ciência é uma construção humana, influenciada por escolhas pessoais, sociais e econômicas (classes dominantes). Contudo, vale ressaltar que ao longo da revisão bibliográfica há uma discussão sobre a fragmentação do conhecimento científico e uma problematização da relação homem-ambiente.

Também, na revisão teórica enfatizam as transformações acarretadas pela CT, que além de modificar a sociedade trazem novos desafios, em especial no que se refere ao meio ambiente. A partir disso, questionam que o desenvolvimento não tem beneficiado a todos, pois muitos se encontram a margem das benesses dos avanços tecnológicos.

Com relação à participação social, ao enfatizar uma mudança de hábitos por parte da sociedade, apontam para participação individual. Contudo, ao destacar que devemos compreender, também, “como e por que todo esse lixo é produzido, quem se beneficia e quem se prejudica com isso” aponta para a identificação de contradições, reconhecendo os propósitos que levaram a perspectiva atual de desenvolvimento.

Por fim, no que se refere ao propósito educacional, é possível perceber uma ênfase no desenvolvimento de questionamentos, principalmente no que se refere ao papel da ciência na sociedade atual e, associado a isso, à relação ser humano-ambiente.

(4) O QUE FOGE DO OLHAR DAS REFORMAS CURRICULARES: NAS AULAS DE BIOLOGIA O PROFESSOR COMO ESCRITOR DAS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE - AMORIN

A preocupação está voltada para o contexto educacional - forma e conteúdo, mas comparecem algumas discussões sobre a compreensão de ciência/tecnologia que o autor e o professor investigado têm. O artigo não apresenta uma discussão sobre a origem do “movimento CTS” e nem uma análise sobre os seus pressupostos, que podem ser percebidos, implicitamente, no excerto abaixo:

Por exemplo, reconheci, com os resultados da pesquisa de mestrado, que os elementos ciência e tecnologia (C&T) não são contextualizados em uma específica sociedade, o que geralmente não leva a um desenvolvimento da capacidade crítica dos alunos frente aos diferentes papéis da C&T, a fim de lhes garantir tomadas de decisão mais conscientes. Um outro aspecto diz respeito às estratégias utilizadas pelas professoras, no trabalho com os alunos, que oferecem pouca possibilidade para que eles venham a modificar concretamente a sua realidade, a partir de uma resignação das relações CTS.

Percebe-se a ênfase na tomada de decisão e na transformação da realidade. Mas, assim como em muitos trabalhos, não há uma explicitação com relação aos sentidos atribuídos a esses termos.

De certa forma, está presente no artigo uma crítica à ciência, particularmente a sua insuficiência para explicar a natureza/sociedade. O autor defende que, para compreender o “corpo humano”, não basta estudá-lo do ponto de vista da ciência (biologia), é necessário ampliar essa análise incluindo o contexto social (as representações culturais do corpo, a relação homem/máquina).

O contexto CTS para o ensino das Ciências exige a incorporação de dimensões múltiplas dos conhecimentos científicos, uma vez que é nas práticas sociais que são trabalhados os aspectos teórico-práticos de C&T.

O curso se propunha a abordá-lo [o corpo humano] em dimensões que geralmente são ausentes da cultura escolar, tais como o seu contexto social mais amplo e não atrelado exclusivamente às temáticas da saúde, bem como as fundamentadas na História e Filosofia da Ciência. As interações entre forma e conteúdo que se configuraram durante o desenvolvimento do curso sobre corpo humano abriram perspectivas para discussões, por exemplo, sobre as representações culturais do corpo, a relação homem/máquina, o conhecimento científico na área de fisiologia humana e a construção hegemônica da representação de corpo fragmentado. Percebi que a dimensão cultural do corpo rompe com a perspectiva criada pela estética científica, por vezes positivista, que ordena e lineariza. Já a tecnologia reconta e reinventa a história de nosso corpo: corpos vestidos, corpos-mercadorias, corpos prevenidos contra contatos externos.

Nas questões que formulou, é perceptível que o professor as organizou de modo que os alunos pudessem discutir e avaliar o poder dos elementos culturais em nossa sociedade. Tal avaliação não coube explicitamente ao conhecimento científico, uma vez que privilegia a análise de outros fatores culturais (mas não-científicos) que delineiam a representação de corpo humano. A percepção biológica “naturalizada” do nosso corpo parece estar isenta de avaliação quanto aos aspectos positivos e negativos que dela se derivam.

A discussão, portanto, não está centrada na compreensão da construção da ciência ou da atividade desempenhada pelos cientistas em laboratórios (NdC Clássica), mas na insuficiência do conhecimento científico para explicar o corpo humano (ampliando, para explicar a natureza).

Não traz nenhuma discussão aprofundada sobre a tecnologia e o seu desenvolvimento. Quando coloca: “Já a tecnologia reconta e reinventa a história do nosso corpo: corpos vestidos, corpos-mercadorias, corpos prevenidos contra contatos externos.”, passa a ideia de que a mesma transforma a sociedade. Ou seja, a intenção está em analisar as transformações e os novos desafios acarretados pelo desenvolvimento tecnológico. Essas transformações implicam uma análise dos aspectos positivos e negativos relacionados ao uso das tecnologias:

Mesmo que não concordemos com uma visão reducionista que é passada quando comparamos o corpo humano a uma máquina, na atualidade é cada vez mais crescente a possibilidade de se fazerem substituições de órgãos do nosso corpo por outros artificiais ou a utilização de aparelhos que podem auxiliar ou desempenhar uma série de funções fisiológicas. Tais situações mostram bem a interface da tecnologia com temáticas relativas ao corpo humano. Como em qualquer situação que envolve tecnologia, há de se dimensionar tanto os aspectos positivos quanto os negativos de sua utilização, como os que podem ser vistos na sua aplicação na área da Saúde que, se por um lado, podem representar possibilidades de melhorias nas condições de vida, há questões como intoxicação ou contaminação por substâncias utilizadas nas máquinas ou falhas na sua manutenção, rejeição dos órgãos artificiais, dentre outros.

Nesse excerto percebe-se que a discussão positivo/negativo depende dos cuidados de quem usa; não está guiada por interesses de classe nem é intrínseca ao produto. Assim, a participação social está associada ao reconhecimento das relações/transformações acarretadas pelo desenvolvimento da CT na sociedade. Isso é necessário pois, devido à presença e influência da CT na cultura, há situações em que é preciso decidir sobre seu uso.

Quanto aos propósitos educacionais, há uma ênfase no desenvolvimento de questionamentos, ainda que haja elementos relacionados ao desenvolvimento de um compromisso social, em especial quando o autor destaca as insuficiências do conhecimento científico.

(5) UMA VISÃO COMPARADA DO ENSINO EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE NA ESCOLA E EM UM MUSEU DE CIÊNCIA - GOUVEA E LEAL

Iniciam o artigo discutindo a relação CT e a questão do determinismo, mas não se posicionam sobre o assunto, só apresentam que há diferentes entendimentos sobre a questão, como mostram os excertos a seguir:

O fato concreto é que os impactos da tecnologia têm implicações sociais tanto nas relações sociais macro (macro-sistemas de transporte, em formação, energia, alimentação etc.) quanto na intimidade da vida técnica cotidiana.

Seja a tecnologia o determinante da ordem social ou não, o fato concreto é que seu debate se intensificou e ganhou contornos muito nítidos nos meios intelectuais e educacionais.

Também apresentam uma distinção, um tanto quanto reducionista, para os interesses de estudo dos campos da filosofia e da sociologia:

Os filósofos têm-se dedicado a qualificar os conceitos de ciência e de tecnologia, a estabelecer relações de dependência entre eles, a afirmar ou negar a possibilidade de a tecnologia ter autonomia em relação à ciência, a identificar e diferenciar os problemas metodológicos das pesquisas científicas e tecnológicas, refletir sobre a capacidade da tecnologia de garantir o progresso ou de levar a humanidade à autodestruição. Os sociólogos, a despeito de também tratarem de algumas dessas dimensões, estão mais empenhados em discutir a fundo duas teses que, no campo da ciência social, enfrentam-se e antecedem qualquer outro tipo de debate sobre CTS. Trata-se do problema do “determinismo da sociedade sobre a tecnologia versus a autonomia da tecnologia sobre a ordem social”.

Entendemos que essa maneira de classificar os trabalhos como “reducionista”, pois perpassa a ideia de que os filósofos não se preocupam com as relações CT – sociedade; e os sociólogos não se preocupam com discussões sobre as relações CT, somente CT - sociedade. De certa forma, essa classificação insere-se na já superada “disputa” internalistas X externalistas. Ainda que haja especificidades entre os olhares dos filósofos e sociólogos elas não podem ser pontuadas dessa maneira, como discutimos no capítulo 3.

Em termos de investigação, os autores, analisam situações de ensino-aprendizagem em dois contextos diferentes: no museu e na escola. A primeira está centrada em visitas a uma exposição sobre o Universo, a segunda a um conjunto de aulas sobre Óptica.

Não comparecem discussões sobre a tendência tecnocrática da sociedade, nem sobre a importância da participação da sociedade nos rumos do desenvolvimento CT. Na exposição sobre o universo, estão preocupados em abordar a construção da ciência (NdC clássica), em construir uma imagem “mais realista” da atividade científica:

O ensino de ciências, nesse grau de ensino, deve relacionar ciência e vida, enfatizar a dimensão falível da ciência, desenvolver-se por meio de ilustrações e atividades práticas. Deve, enfim, construir uma imagem humana da ciência. Ainda enfatiza que o ensino em CTS volta-se basicamente para a compreensão pública da ciência e deve se centrar nos aspectos científicos mais relevantes para o público leigo, não deixando

de respeitar seus valores, direito à informação e incentivo à capacidade decisória do cidadão.

Dada a importância de contextualizar e de considerar aspectos referentes às implicações sociais e culturais da C&T, os modos de pensamento narrativo e paradigmático devem ser trabalhados nos processos de ensino de ciências. Neste, a narrativa ganha sentido quando se passa a ver a ciência como uma aventura, como um campo de especulação, além de verificação e testagem. Bruner argumenta que é preciso não esquecer que a ciência, em seus primórdios, recorreu a narrativas, usou metáforas, mitos e fábulas para se construir. “Consiste em formular hipóteses sobre a natureza, testá-las, corrigi-las e tomar um rumo, uma direção” (Bruner, 1996, p.126). Para fazer ciência, joga-se com idéias, criam-se anomalias, encontram-se formas de resolver problemas, quebra-cabeças, pois fazer ciência é envolver-se em processos vivos.

No quadro a seguir, apresentamos as observações de visitas de turmas à exposição “Quatro cantos de origem”, que introduz o visitante na temática do desenvolvimento da ciência, na perspectiva histórico-cultural (sala da visão geocêntrica, sala da construção da visão heliocêntrica e sala do céu atual visto da Terra). De uma maneira abrangente, a exposição aborda os grandes problemas da reflexão humana: a natureza e suas leis, o sentido e o lugar do homem no Universo, o valor e o uso dos instrumentos científicos e as contradições e os obstáculos do desenvolvimento científico. Procura, ao mesmo tempo, delinear ligações entre ciência, tecnologia, vida social e política, religião e arte, enfatizando a controvérsia da mudança da visão cosmológica geocêntrica para heliocêntrica.

O foco maior está no conhecimento científico, sendo, inclusive, destacada sua importância. Ou seja, parece haver um discurso em prol da racionalidade já que os autores não mencionam a necessidade de haver outros conhecimentos, além do científico. O conhecimento científico, por si só, basta para compreender o mundo, isso fica claro quando apresentam uma aula “bem sucedida” sobre óptica (propagação da luz – refração, reflexão e decomposição da luz), destacam que a professora iniciou a discussão com uma música sobre arco-íris para, em seguida, trabalhar o conteúdo científico. Segue um trecho desta aula, como destacado pelos autores:

Professora: Olha só. Nem todas as lentes são do mesmo tamanho, não. Porque cada pessoa tem um problema diferente e existem lentes diferentes para corrigir cada problema diferente. Então, aqui tem três lentes. Eu vou colocar três lentes aqui em cima da mesa e vou chamar algumas crianças aqui. Olha só, quantas lentes tem aqui?

Alunos: Três.

Professora: Quantas crianças terão que vir?

Alunos: Três.

Professora: Vocês vão olhar a letra da música e dizer como estão vendo.

Aluno1: Ficou grande.

Aluno2: Ficou pequeno.

O fechamento da aula se deu com as crianças brincando com as lentes.

Este trecho de aula demonstra como é possível trabalhar ciência de maneira que as crianças percebam a importância dos conhecimentos científicos, sem a necessidade de ter de lançar mão de recursos tradicionais, ou mesmo sofisticados, de ensino e com argumentos que se aproximam da perspectiva de ensino em CTS.

Em síntese, é possível afirmar que a racionalidade, no presente artigo, é entendida como uma relação de conhecimentos/conceitos necessários para compreender o mundo (na atividade da sala de aula) e uma construção humana - falível (na atividade do museu). A sociedade, por sua vez, precisa saber mais sobre a ciência (lentes, modelo heliocêntrico, etc.) devido a importância dessa para aquela, segundo os autores: “é preciso demonstrar a utilidade da ciência como processo da cultura e da vida”.

As discussões sobre tecnologia comparecem apenas na revisão teórica, nas práticas do museu e da sala de aula o foco está na ciência. Nessa revisão enfatizam (mencionam ao longo do texto) que a tecnologia tem transformado o modo de vida da sociedade, tanto do ponto de vista de ações individuais quanto em questões coletivas (sistemas de transporte, energia, etc.). Apresentam diferentes compreensões (correntes de pensamento) sobre a autonomia e especificidade do conhecimento tecnológico com relação ao conhecimento científico e sobre as relações entre tecnologia e sociedade – se a tecnologia molda a sociedade ou se a sociedade molda a tecnologia. Cabe destacar que não se posicionam, apenas apresentam que há diferentes visões sobre o assunto. Pode-se afirmar que as discussões voltam-se para a compreensão das especificidades e da autonomia (dependência) do conhecimento tecnológico.

A participação social, por sua vez, se dá a partir do reconhecimento da presença e importância da CT para a sociedade, a partir da compreensão dos princípios físicos das lentes ou das mudanças nas visões de mundo.

Nesse caso, portanto, percebe-se a presença de dois propósitos educacionais. Por um lado, na atividade do Museu, há uma preocupação com o desenvolvimento de questionamentos, no sentido em que são abordados problemas relacionados à compreensão do cosmos e do homem. Por outro lado, na prática de sala de aula percebe-se uma preocupação com o reconhecimento e

explicitação do conhecimento científico escolar, ou seja, com o desenvolvimento de percepções entre esse conhecimento e o mundo vivencial do aluno.

(6) TOMADA DE DECISÃO PARA A AÇÃO SOCIAL RESPONSÁVEL NO ENSINO DE CIÊNCIAS - SANTOS E MORTIMER

O objetivo da educação CTS seria a formação da cidadania para uma ação social responsável, o que envolve o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão. Assim, o objetivo do artigo é explicitar fundamentos da “tomada de decisão” e da “ação social responsável”.

Iniciam o artigo resgatando a origem dos estudos de CTS, para eles associada a uma tomada de consciência, por parcelas cada vez mais amplas da população, em relação aos problemas ambientais, éticos e de qualidade de vida acarretados pelo desenvolvimento CT.

O movimento CTS surgiu, então, em contraposição ao pressuposto cientificista, que valorizava a ciência por si mesmo, depositando uma crença cega em seus resultados positivos. A ciência era vista como uma atividade neutra, de domínio exclusivo de um grupo de especialistas, que trabalhava desinteressadamente e com autonomia na busca de um conhecimento universal, cujas conseqüências ou usos inadequados não eram de sua responsabilidade.

A crítica a tais concepções (neutralidade e autonomia da ciência) levou a uma nova filosofia e sociologia da ciência que passou a reconhecer as limitações, responsabilidades e cumplicidades dos cientistas, enfocando a ciência e a tecnologia (C&T) como processos sociais.

A ciência não é uma atividade neutra e o seu desenvolvimento está diretamente imbricado com os aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais e ambientais. Sendo assim, ela precisa ter um controle social que, em uma perspectiva democrática, implica em envolver uma parcela cada vez maior da população nas tomadas de decisão sobre C&T.

Esses excertos mostram que os autores defendem um discurso em prol da participação da sociedade, ou, como colocam “de um controle social sobre a CT”. Esse controle se efetiva a partir de tomadas de decisão individuais; ações individuais responsáveis que são ampliadas para toda a sociedade (“busca conjunta para os problemas da sociedade”, “assumir um compromisso social”). Essa concepção fica mais clara nos excertos a seguir:

A tomada de decisão em uma sociedade democrática pressupõe o debate público e a busca de uma solução que atenda ao interesse da maior parte da coletividade. Para isso o cidadão precisa desenvolver a capacidade de julgar a fim de poder participar

do debate público. A faculdade de julgar relaciona-se a dois tipos de juízos, o crítico e político (Canivez, 1991). O primeiro refere-se aos julgamentos daquilo que é universal, como o julgamento das leis e dos princípios universais dos direitos humanos. O segundo refere-se ao julgamento para a tomada de decisão frente a uma situação particular.

Conforme discutem Santos e Schnetzler (1997), a educação para a cidadania não seria aquela que apresentaria já de pronto as soluções para os estudantes. Não se trata de fornecer a fórmula determinada da justiça, mas de apontar os critérios negativos do juízo, permitindo ao indivíduo que ele determine o que é inaceitável. A decisão, no entanto, é do indivíduo inserido no grupo.

Nessa perspectiva, a educação para a ação social responsável deveria levar os alunos a agir conforme a decisão tomada e a assumir a responsabilidade pela ação desenvolvida (Zoller, 1993). Waks (1992) comenta que a responsabilidade está associada a uma atitude de conduta de acordo com normas sociais e a uma tomada de consciência para problemas sociais.

Destacam que os conhecimentos científicos não são suficientes para esse processo de tomada de decisão para a ação social responsável. Defende que devem ser abordadas questões mais amplas, associadas ao processo de tomada de decisão, a exemplo dos valores pessoais, das questões econômicas e políticas.

Nesse sentido, Waks (1990) afirma que o letramento científico envolve a compreensão do impacto da ciência e da tecnologia na vida pública, que embora dependa de um conhecimento da ciência, não se reduz a isso.

Nesse sentido, estudos sobre a natureza do conhecimento científico e suas relações com o conhecimento humano (Jenkins, no prelo) mostram que, em geral, a ciência com que as pessoas lidam na vida real raramente é objetiva, coerente, bem delimitada e não-problemática. E que o conhecimento científico, longe de ser central para muitas das decisões sobre ações práticas, é irrelevante ou quando muito marginal em relação a essas decisões. Não existe uma relação direta entre conhecimento científico e resolução de problemas. Por exemplo, a maioria dos problemas que técnicos e engenheiros enfrentam, relativos a processos de transferência de calor ou isolamento térmico de ambientes, não são tratados a partir de um modelo cinético-molecular de calor, mas pelo uso de um modelo de calor como fluido, à semelhança da idéia de calórico. A existência de uma diversidade de modelos alternativos para os mesmos fenômenos, de um perfil conceitual (Driver et al. 1994; Mortimer, 1995 e 1998) para cada conceito científico, força-nos a reconhecer que a questão do uso de conceitos científicos na sociedade está longe de ser direta e não-problemática. Os conceitos cotidianos continuarão a ter um peso decisivo na maioria das decisões que tomamos no dia-a-dia, independente de nosso conhecimento de alternativas mais científicas, pois muitas vezes essas são inúteis para a solução desses problemas.

Se desejarmos preparar os alunos para participar ativamente das decisões da sociedade, precisamos ir além do ensino conceitual, em direção a uma educação voltada para a ação social responsável, em que haja preocupação com a formação de atitudes e valores.

A informação científica sobre o tema envolvido é imprescindível, todavia ela não é suficiente se desejamos ir além da mera alfabetização de fatos científicos. O

letramento científico e tecnológico necessário para os cidadãos é aquele que os prepara para uma mudança de atitude pessoal e para um questionamento sobre os rumos de nosso desenvolvimento científico e tecnológico.

Destacam que o desenvolvimento tecnológico tem ocorrido de maneira desordenada, beneficiando apenas uma parcela da população e atendendo aos interesses de mercado. Também enfatizam as transformações sociais oriundas da presença desordenada da tecnologia na sociedade, nesse sentido defendem que deve haver uma maior avaliação principalmente no que se refere às consequências do uso de determinadas tecnologias.

As decisões sobre C&T estão, normalmente, sob a responsabilidade de tecnocratas que detêm conhecimentos específicos e dados não acessíveis aos cidadãos. Em geral, eles trabalham a serviço de grandes grupos econômicos e podem omitir informações relevantes que seriam de interesse da população em geral. Esse sistema precisa ser questionado e uma nova forma de controle pela sociedade precisa ser estabelecida, de modo a serem criados mecanismos em que grupos de ativistas possam cada vez mais ter acesso às informações relevantes sobre as consequências do desenvolvimento tecnológico. Dessa forma, dever-se-ia buscar um modelo de participação democrática em que os cidadãos tivessem um trabalho de controle sobre quem decide, podendo usar mecanismos de pressão para que a decisão política seja tomada levando em conta os seus interesses. Como afirma Vargas (1994), é necessário que haja um controle social da ciência e da tecnologia a fim de que elas atendam aos interesses da comunidade.

O letramento científico e tecnológico poderia ajudar a concretizar esse modelo democrático de sociedade ao levar os alunos a compreender a dinâmica de funcionamento da prática tecnológica, nos seus aspectos organizacional, cultural e técnico, de modo que eles se tornassem capazes de avaliar as suas implicações na sociedade (Fleming, 1989; Layton, 1988). Além disso, a preparação de cidadãos para o controle social da ciência e da tecnologia implica que haja uma educação de valores éticos para o compromisso com a sociedade. Essa proposta tem sido chamada de “educação para ação social responsável”.

Nesse momento, percebe-se uma ampliação da perspectiva de participação social, reconhecendo a necessidade de um controle social mais amplo, que pode se efetuar a partir de mecanismos de pressão.

Assim, a preocupação da Educação CTS, como defendido no artigo, não deve ser compreender a construção da ciência em si (NdC clássica) nem conceitos científicos, mas desenvolver atitudes responsáveis socialmente. Principalmente porque as pessoas, ao decidirem sobre questões reais (pertencentes ao mundo em vivem), em geral, não consideram conhecimentos da ciência, mas crenças e valores pessoais. A ciência é uma construção humana (guiada por interesses e sujeita a erros) insuficiente para avaliar problemas sociais (são utilizados, também, crenças e valores pessoais). Ao mesmo tempo, a

Educação CTS implica em uma crítica ao modelo linear de desenvolvimento, já que o progresso tecnológico não tem atendido às necessidades básicas da população como um todo, mas tem servido para a promoção de interesses de poucos. Nesse sentido, a participação social ou o controle social da C&T pode ocorrer em dois âmbitos, a partir de mudanças de atitudes individuais ou de mecanismos de pressão mais amplos.

Assim, predomina a preocupação com o desenvolvimento de questionamentos, ainda que haja pequenos indícios a favor do compromisso social. Cabe destacar, também, que as discussões presentes nesse artigo permaneceram no âmbito teórico; os autores não apresentam atividades didáticas ou propostas para a sala de aula.

(7) CONFIGURAÇÕES CURRICULARES MEDIANTE O ENFOQUE CTS: DESAFIOS A SEREM ENFRENTADOS NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS - MUENCHEN E AULER

O trabalho está mais voltado para a questão educacional – curricular. Deixa claro que CTS exige uma mudança de currículo. São discutidos dois desafios para a implementação do Enfoque CTS, associados ao reducionismo metodológico (compreensão de que a Abordagem Temática é uma mudança de metodologia e a necessidade de vencer programas) e ao desenvolvimento de temas polêmicos que envolvem conflitos/contradições locais (os professores se sentem incomodados em abordá-los).

Iniciam apresentando problemas presentes no processo de ensino-aprendizagem, dentre os quais merece destaque, para a nossa análise, a fragmentação do conhecimento e a concepção de CTS neutras e redentoras da humanidade. Porém, apenas mencionam, como mostra o excerto a seguir, sem aprofundar:

Conforme destacado por Muenchen et al. (2004), dentre os já tradicionais problemas presentes no processo ensino-aprendizagem de Ciências/Física e que são objeto de investigação há várias décadas, emergem, em vários âmbitos, outras dimensões que requerem enfrentamentos. Neste sentido, podem-se citar: 1) Fragmentação, ou seja, o enfoque unicamente disciplinar, desconsiderando-se a complexidade do mundo real; 2) Desvinculação entre o “mundo da escola” e o “mundo da vida”; 3) Desmotivação, falta de significado atribuído ao que se faz na escola; 4) Ensino propedêutico; 5) Concepção de Ciência-Tecnologia neutras e redentoras dos problemas enfrentados pela humanidade; e 7) Possivelmente vinculado a todas as

dimensões anteriores, o baixo nível de aprendizagem dos alunos, assim como limites à formação de uma cultura de participação.

Posteriormente, novamente destacam a necessidade de superar a fragmentação disciplinar para compreender a realidade:

Entende-se, também, que encaminhamentos curriculares, mediante o enfoque temático, contribuem para a superação da fragmentação. Segundo o Movimento de Reorientação Curricular do Município de São Paulo (SÃO PAULO, 1992), o tema constitui-se no ponto de encontro em torno do qual articulam-se as disciplinas. Parte-se do pressuposto de que, para compreender a realidade social complexa, são necessários vários campos de conhecimento.

Nesse excerto, dá a entender que, além da fragmentação disciplinar, os autores questionam a insuficiência do conhecimento científico para a compreensão de problemas reais, contudo, novamente, não aprofundam a discussão, que segue com um excerto retirado dos PCN, que destaca a interdisciplinaridade (ou seja, a articulação entre as diferentes áreas do conhecimento científico):

Assim, o encaminhamento dado pelo GETCTS, priorizando a ação coletiva, aspecto fundamental para a superação da fragmentação, aproxima-se daquele descrito pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNEM): “Na perspectiva escolar, a interdisciplinaridade não tem a pretensão de criar novas disciplinas ou saberes, mas de utilizar os conhecimentos de várias para resolver um problema concreto ou compreender um determinado fenômeno sob diferentes pontos de vista. Em suma, a interdisciplinaridade tem uma função instrumental. Trata-se de recorrer a um saber diretamente útil e utilizável para responder às questões e aos problemas sociais contemporâneos.” (BRASIL, 1999, p. 23)

Destacam que para compreender a realidade é necessária uma compreensão crítica sobre as interações entre CTS, cerne da articulação entre Freire e CTS, porém não discutem o que seria essa “visão crítica”.

Neste sentido, entende-se que, para a leitura crítica da realidade (FREIRE, 1987), torna-se fundamental, cada vez mais, uma compreensão crítica sobre as interações entre CTS, considerando que a dinâmica social contemporânea está fortemente condicionada pelo desenvolvimento científico-tecnológico. De acordo com Auler (2005), este aspecto é o ponto central da aproximação entre o referencial freiriano e o enfoque CTS, contribuindo, na educação em ciências, para a constituição de uma cultura de participação em processos decisórios envolvendo temáticas contemporâneas vinculadas à Ciência-Tecnologia.

A ciência, portanto, na perspectiva dos autores se encontra fragmentada e por isso é insuficiente para compreender e resolver problemas sociais – ou seja, não apresentam questionamentos sobre o conhecimento científico em si, mas sobre sua fragmentação (se não fosse fragmentado seria suficiente).

Com relação às perspectivas de desenvolvimento, torna-se difícil a avaliação, no sentido que em não há discussão a respeito do mesmo. Já a perspectiva de participação, vem associada à articulação Freire-CTS, mas, novamente, não é possível considerações a respeito, pois os autores apenas mencionam que seguem essa perspectiva, mas não discutem seus pressupostos.

Sobre os propósitos educacionais, percebe-se, ainda que implicitamente, uma preocupação com o desenvolvimento de compromisso social, em especial pela ênfase dada à compreensão e transformação da realidade, com base nos pressupostos freireanos.

(8) CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE: A RELEVÂNCIA DO ENFOQUE CTS PARA O CONTEXTO DO ENSINO MÉDIO - PINHEIRO, SILVEIRA E BAZZO

Discutem as contribuições do enfoque CTS para o Ensino Médio; destacam as relações entre esse enfoque e a legislação vigente (LDB e os PCN). Defendem que essas contribuições devem ir além da utilização e compreensão da presença da CT na sociedade, devem abarcar o desenvolvimento de atitudes que favoreçam o julgamento e ações responsáveis, principalmente no que se refere ao uso dos “artefatos” e “mentefatos”. Cabe destacar que os autores concluem que:

Nesse sentido, entendemos que os objetivos propostos na LDB e configurados nos PCNEMs encontram aplicações no enfoque CTS pois, como a proposta para o Ensino Médio foi estabelecida, percebe-se a relevância em aproximar o aluno da interação com a ciência, a tecnologia e com todas as dimensões da sociedade. Assim, consideram-se suas relações recíprocas, oportunizando ao educando uma concepção ampla e social do contexto científico-tecnológico. Nesse processo, a relação educando/sujeito deixa seu status de cognoscente, que se relaciona com objetos, e passa a estabelecer novas relações intersubjetivas para a construção de um entendimento e, por conseguinte, de um conhecimento científico, que inclui a reação, reelaborando-o, ampliando-o, criando possibilidades de ação.

Iniciam o artigo criticando a perspectiva salvacionista de CT e chamando atenção para os interesses econômicos que estão por trás do desenvolvimento científico-tecnológico.

É comum considerarmos ciência e tecnologia motores do progresso que proporcionam não só desenvolvimento do saber humano, mas, também, uma evolução real para o homem. Vistas dessa forma, subentende-se que ambas trarão somente benefícios à humanidade. Porém, pode ser perigoso confiar excessivamente na ciência e na tecnologia, pois isso supõe um distanciamento de ambas em relação

às questões com as quais se envolvem. As finalidades e interesses sociais, políticos, militares e econômicos que resultam no impulso dos usos de novas tecnologias implicam enormes riscos, porquanto o desenvolvimento científico-tecnológico e seus produtos não são independentes de seus interesses.

Apesar de os meios de comunicação estarem disseminando os pontos preocupantes do desenvolvimento científico-tecnológico - como a produção de alimentos transgênicos, as possibilidades de problemas na construção de usinas nucleares, o tratamento ainda precário do lixo e outros - muitos cidadãos ainda têm dificuldades de perceber por quê se está comentando tais assuntos e em que eles poderiam causar problemas a curto ou longo prazo. Mal sabem as pessoas que atrás de grandes promessas de avanços tecnológicos escondem-se lucros e interesses das classes dominantes. Essas que, muitas vezes, persuadindo as classes menos favorecidas, impõem seus interesses, fazendo com que as necessidades da grande maioria carente de benefícios não sejam amplamente satisfeitas.

Em virtude disso, defendem que é necessária uma participação social na CT.

Torna-se cada vez mais necessário que a população possa, além de ter acesso às informações sobre o desenvolvimento científico-tecnológico, ter também condições de avaliar e participar das decisões que venham a atingir o meio onde vive. É necessário que a sociedade, em geral, comece a questionar sobre os impactos da evolução e aplicação da ciência e tecnologia sobre seu entorno e consiga perceber que, muitas vezes, certas atitudes não atendem à maioria, mas, sim, aos interesses dominantes.

As pessoas precisam ter acesso à ciência e à tecnologia, não somente no sentido de entender e utilizar os artefatos e mentefatos como produtos ou conhecimentos, mas, também, opinar sobre o uso desses produtos, percebendo que não são neutros, nem definitivos, quem dirá absolutos.

Para que essas discussões e participações públicas possam se tornar efetivas, é necessário que os cidadãos exijam seus direitos de vez e voz. Deve haver uma igualdade, permitindo a participação direta de todos, e não somente de especialistas ou autoridades públicas. É preciso exigir transparência na transmissão da informação, da disponibilidade de tempo e de meios para participar das discussões, bem como igualdade de tratamento de opiniões. As propostas deverão ter caráter efetivo e ativo, podendo influenciar realmente no assunto em debate, permitindo ao público envolver-se nos problemas e não unicamente na decisão final, que poderia já estar planejada.

Nesses excertos é possível perceber que há diferentes perspectivas de participação. Por um lado, participar implica em opinar sobre os usos, por outro, compreender os propósitos políticos que levaram ao desenvolvimento de determinado produto da CT e, a partir disso, intervir no processo de produção e/ou implementação de determinado produto da CT.

A partir disso, defendem que os educadores devem se preocupar com a formação de uma imagem de ciência enquanto construção humana, como mostram os excertos a seguir:

Sendo assim, precisamos de uma imagem de ciência e tecnologia que possa trazer à tona a dimensão social do desenvolvimento científico-tecnológico, entendido como

produto resultante de fatores culturais, políticos e econômicos. Seu contexto histórico deve ser analisado e considerado como uma realidade cultural que contribui de forma decisiva para mudanças sociais, cujas manifestações se expressam na relação do homem consigo mesmo e os outros.

Dessa forma, a importância de discutir com os alunos os avanços da ciência e tecnologia, suas causas, conseqüências, os interesses econômicos e políticos, de forma contextualizada, está no fato de que devemos conceber a ciência como fruto da criação humana. Por isso, ela está intimamente ligada à evolução do ser humano, desenvolvendo-se permeada pela ação reflexiva de quem sofre/age as diversas crises inerentes a esse processo de desenvolvimento.

Ou seja, é preciso compreendê-la [ciência] no que diz respeito aos fatores de natureza social, política ou econômica que modulam a mudança científico-tecnológica e no que concerne às repercussões éticas, ambientais ou culturais dessa mudança.

Com o enfoque CTS, o trabalho em sala de aula passa a ter outra conotação. A pedagogia não é mais um instrumento de controle do professor sobre o aluno. Professores e alunos passam a descobrir, a pesquisar juntos, a construir e/ou produzir o conhecimento científico, que deixa de ser considerado algo sagrado e inviolável. Ao contrário, está sujeito a críticas e a reformulações, como mostra a própria história de sua produção. Dessa forma, aluno e professor reconstruem a estrutura do conhecimento. Em nível de prática pedagógica, isso significa romper com a concepção tradicional que predomina na escola e promover uma nova forma de entender a produção do saber. É desmitificar o espírito da neutralidade da ciência e da tecnologia e encarar a responsabilidade política das mesmas. Isso supera a mera repetição do ensino das leis que regem o fenômeno e possibilita refletir sobre o uso político e social que se faz desse saber. Os alunos recebem subsídios para questionar, desenvolver a imaginação e a fantasia, abandonando o estado de subserviência diante do professor e do conhecimento apresentado em sala de aula.

Para formar um cidadão com essas compreensões, é preciso que o Ensino Médio dê ao aluno condições de compreender a natureza do contexto científico-tecnológico e seu papel na sociedade. Isso implica adquirir conhecimentos básicos sobre filosofia e história da ciência, para estar a par das potencialidades e limitações do conhecimento científico pois, para que o cidadão possa tomar suas decisões, precisa ter evidências e fundamento.

Outro aspecto ressaltado pelos autores refere-se à necessidade de superar a fragmentação do conhecimento escolar, meramente disciplinar. Para tanto, referenciam-se em Morin. Contudo, permanece uma defesa pelo conhecimento científico; ou seja, os autores não destacam as limitações do conhecimento científico em si (caso ele não fosse fragmentado seria suficiente).

Os PCNEMs expressam que não é necessário criar novas disciplinas ou saberes. No entanto, é importante utilizar os conhecimentos de várias disciplinas para resolver um problema concreto ou compreender determinado fenômeno por meio de diferentes pontos de vista. A proposta de estabelecer as três áreas de ensino (Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias e Ciências Humanas e suas Tecnologias) foi o primeiro passo no sentido de reunir conhecimentos correlatos e trabalhar em conjunto. Tal idéia visa desfragmentar os conhecimentos, colocando-os em áreas, de forma a incentivar os professores a reunir os saberes, criando projetos, renovando a prática pedagógica visando novos rumos. De acordo com Morin (2003), os problemas mais graves que devem ser revistos no

ensino são: a compartimentalização dos saberes e a incapacidade de articulá-los uns aos outros, uma vez que a aptidão para contextualizar e integrar é qualidade fundamental da mente humana e precisa ser desenvolvida e não atrofiada.

Assim, em síntese a ciência, no artigo, é entendida como uma construção humana guiada por lucros e interesses das classes dominantes e, na escola, encontra-se fragmentada em disciplinas (ou seja, não há questionamentos sobre a necessidade, por exemplo, de “interdisciplinar” as pesquisas científicas). Comparece, portanto, uma crítica à racionalidade científica, que é questionada por contribuir para a dominação de determinadas minorias sociais. Também se faz presente uma crítica ao desenvolvimento, ao reconhecer que ele é guiado pelos interesses das classes dominantes. No que se refere à participação, prevalece a discussão de Riscos e Benefícios relacionados aos usos, mas, em alguns momentos há um discurso em favor da participação no processo de construção da CT não somente na decisão final. Por fim, diante do discutido, percebe-se que prevalece uma preocupação com o desenvolvimento de questionamentos.

(9) CONCEPÇÕES DE PROFESSORES DE QUÍMICA SOBRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E SUAS INTER-RELAÇÕES: UM ESTUDO PRELIMINAR PARA O DESENVOLVIMENTO DE ABORDAGENS CTS EM SALA DE AULA - FIRME E AMARAL

Discutem compreensões de professores de Química sobre CTS antes e depois de um curso de formação – analisam como e até que ponto o curso contribuiu para a mudança das compreensões dos professores. Pelos trechos selecionados (das respostas dos professores entrevistados) a preocupação está em entender as implicações/relações CT - S. As compreensões de CTS envolvem, basicamente, superar a ideia de ciência neutra, cumulativa, individualista, autônoma; entender que a tecnologia também influencia a ciência, que tem um conhecimento próprio, que é influenciada por interesses sociais e influencia a sociedade, não trazendo benefícios a todos.

Na sociedade contemporânea, aplicações científicas e tecnológicas podem criar possibilidades de desenvolvimento e também gerar problemas sociais e ambientais para o ser humano, sendo assim, um processo educativo em ciências não deveria prescindir da discussão de questões pertinentes ao papel da ciência e da tecnologia na sociedade. Algumas delas seriam: de que forma a ciência e a tecnologia estão

presentes na sociedade? Como podemos compreender melhor a relação risco-benefício do desenvolvimento científico e tecnológico? O ensino de Ciências poderá contribuir para formar cidadãos com responsabilidade social diante de problemas do seu tempo? Considerando tais questionamentos, fica ressaltada a potencialidade de contribuição do ensino de Ciências para a formação de cidadãos mais conscientes e críticos frente às aplicações e implicações da ciência e da tecnologia na sociedade.

Em resumo, o Movimento CTS tem como base a constatação de que o desenvolvimento da ciência e da tecnologia não necessariamente apresenta uma relação linear e automática com o bem-estar social. Dessa forma, a ciência e a tecnologia tornaram-se alvos de um olhar mais crítico (AULER e BAZZO, 2001).

Em síntese, as concepções apresentadas pelos professores apontam para a necessidade de discussão sobre o processo de elaboração de propostas de abordagens CTS, considerando aspectos tais como: o fortalecimento da idéia de ciência como uma construção humana, suscetível às influências da sociedade e como uma das formas de interpretação do mundo; a construção de uma visão menos instrumental e mais influente da tecnologia no que se refere à produção do conhecimento científico, buscando evidenciar as formas como caminham juntas ciência e tecnologia; e, finalmente, uma visão de sociedade não somente consumidora, mas intrinsecamente participante na produção da ciência e tecnologia, estando o seu poder de ação tanto no âmbito dos grupos de maior influência social como ao alcance do cidadão comum organizado e consciente. Com relação a este último, a formação cidadã seria um caminho de conscientização de alunos e professores sobre a força social que possuem.

Para a avaliação após o curso, os autores selecionam citações sobre ciência, tecnologia e sociedade que foram avaliadas pelos professores. Sobre a ciência, a citação foi: “Como empreendimento humano, a Ciência é falível; ela pode degenerar ou pode responder às supremas aspirações dos homens. Como parte da sociedade, a Ciência também está aberta a influências externas; como qualquer atividade social, pode ser bem ou mal usada (KNELLER, 1980, p. 9)”. A escolha dessa citação retrata a compreensão de ciência que os autores defendem: construção humana/social que sofre influências externas e pode ser usada para o bem ou para o mal. A avaliação do uso está presente de maneira constante ao longo do texto, ou seja, dá a entender que ter uma compreensão mais crítica sobre a ciência é entender que ela não é, sempre, positiva, mas que pode ser, também, negativa; essa análise depende do uso que se fizer dela e isso acontece porque a ciência é uma construção humana.

Com relação à tecnologia, destacam que a mesma também influencia a ciência, ou seja, que é uma via de mão dupla (a maioria dos professores entrevistados entende a tecnologia como resultado direto da ciência). Também evidenciam que ciência e tecnologia têm conhecimentos próprios. A ênfase está, portanto, em discutir as relações entre ciência e tecnologia. Por outro lado,

abordam as relações tecnologia-sociedade, destacando que a tecnologia sofre influências da sociedade (é guiada por interesses sociais) e a influencia (muda o modo de vida das pessoas). Chamam atenção que nem todas as pessoas têm acesso à tecnologia, apenas as classes mais favorecidas, contudo não entram em discussões de âmbito mais político sobre essa questão. Enfatizam a necessidade construir uma visão menos instrumental e mais social da tecnologia. Essa visão “social” abarca entender as questões acima.

A citação escolhida, a ser comentada pelos professores, sobre tecnologia, foi: “Uma tecnologia, portanto, não é somente um conjunto de elementos materiais, mas também um sistema social. Certos aparelhos, aliás, podem se tornar absolutamente inúteis nos países em desenvolvimento que não possuem as infra-estruturas sociais e culturais que lhes implicam (FOUREZ, 1995, p. 218).” Essa citação aponta para uma compreensão mais crítica com relação ao desenvolvimento, destacando que o mesmo deve ser pensado em contexto, contudo, ela foi pouco explorada ao longo do artigo, já que não há uma relação com as PCT, mas com os interesses que guiam o desenvolvimento.

Com relação à sociedade, os autores selecionaram a seguinte citação: “Em definitivo, a participação dos cidadãos na tomada de decisão é hoje um fato positivo, uma garantia de aplicação do princípio de precaução, que se apóia numa crescente sensibilidade social face às implicações do desenvolvimento tecnológico que pode comportar riscos para as pessoas ou para o ambiente. (CACHAPUZ *et al.*, 2005, p. 28)”. As análises efetuadas (sobre as compreensões dos professores) destacam que a maioria dos professores defende a participação dos cidadãos nas tomadas de decisão. Os exemplos que retratam essa afirmação voltam-se a uma perspectiva de participação individual, tomando decisões sobre o uso, como mostra o excerto a seguir:

Essas professoras expressam a necessidade da participação dos cidadãos nas tomadas de decisão: “Agora eu vou dizer por que eu concordo com a citação. É importante a formação do ser crítico e participativo, buscando soluções que possam ajudar na aplicabilidade, minimizando danos atrelados ao desenvolvimento tecnológico” (professora A); “Foi isso que eu pensei. Você joga o produto no mercado, se esse produto trouxer algum mal para a sociedade, ela vai excluir esse produto” (professora C). Elas apontam ações que podem ser realizadas no contexto escolar para preparar o cidadão crítico e participativo que busque soluções que minimizem os impactos socioambientais produzidos pela tecnologia, e para socializar o desenvolvimento técnico-científico.

Porém, cabe destacar que, no início do artigo os autores apontam para a importância de haver uma participação no âmbito das políticas, como mostra o excerto a seguir. Mas isso só está presente no momento da revisão teórica, não sendo retomado na análise.

Com isso, pretende-se ressaltar que tais discussões sobre o impacto da ciência e da tecnologia sobre diversos setores da sociedade podem implicar uma busca de políticas públicas relativas às aplicações do conhecimento científico e tecnológico na sociedade e suas implicações para o desenvolvimento humano.

As inter-relações CTS foram avaliadas a partir dos comentários feitos com base na leitura de um texto que retratava a construção da luneta por Galileu. O texto não foi elaborado pelas autoras, mas por Vanuchi (2004). Ainda que as autoras destaquem que se trata das “inter-relações CTS” o foco da análise estava nas compreensões sobre as relações C-T, em levantar se os professores compreendem ciência e tecnologia como domínios independentes, mas que se articulam mutuamente.

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

Assim, em síntese no artigo comparece uma crítica à racionalidade no sentido em que ela não é, sempre, positiva, mas pode ser, também, negativa; isso vai depender do uso que for dado aos produtos da ciência. Também comparece uma crítica ao modelo de desenvolvimento linear; contudo, na análise das compreensões dos professores ela se perde e o foco volta-se para a compreensão das especificidades do conhecimento tecnológico e suas relações com a ciência e a sociedade. Com relação à participação, comparece uma defesa em prol de atitudes individuais, associadas ao consumo dos produtos da CT. Sobre os propósitos educacionais, percebe-se uma ênfase no desenvolvimento de questionamentos em relação à ciência e à tecnologia e suas implicações sociais.

(10) CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SUAS RELAÇÕES SOCIAIS: A PERCEPÇÃO DE GERADORES DE TECNOLOGIA E SUAS IMPLICAÇÕES NA EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA - SILVEIRA E BAZZO

Analisa as compreensões sobre CTS de “geradores” de tecnologia - pessoas que trabalham na área, em especial engenheiros. A discussão está centrada na tecnologia, em seu significado e em suas implicações sociais. Definem tecnologia como “sistemas desenvolvidos levando em conta o conhecimento científico”. Assim, a ciência comparece associada à tecnologia, que é o foco da discussão.

Iniciam o artigo discutindo as diferentes definições de tecnologia, as especificidades do conhecimento tecnológico e suas relações com a técnica, a ciência e a sociedade. Defendem que “a tecnologia é tempo, é espaço, custo e venda, pois não é apenas fabricada no recinto dos laboratórios e usinas, mas recriada pela maneira como for aplicada e metodologicamente organizada”. Não pode ser entendida como mera aplicação da técnica e nem como ciência aplicada e representa modo de vida da sociedade atual (o que aponta para uma perspectiva determinista), como mostra o excerto a seguir:

Vivemos num mundo em que a tecnologia representa o modo de vida da sociedade, na qual a cibernética, automação, engenharia genética, computação eletrônica são alguns dos ícones da sociedade tecnológica que nos envolve diariamente. Por isso, a necessidade de refletir sobre a natureza da tecnologia, sua necessidade e função social.

Com base nisso, constroem uma crítica sobre o discurso de “inovação tecnológica”, principalmente por ele não estar associado, efetivamente, ao contexto social e buscar o bem estar da população. Defendem que o desenvolvimento científico-tecnológico deveria estar voltado para as necessidades da maioria da população e não de acordo com os interesses econômicos, políticos e morais. Chamam atenção para os interesses e lucros que guiam a atividade científico-tecnológica.

A tecnologia tem se apresentado como o principal fator de progresso e de desenvolvimento. No paradigma econômico vigente, ela é assumida como um bem social e, juntamente com a ciência, é o meio para a agregação de valores aos mais diversos produtos, tornando-se a chave para a competitividade estratégica e para o desenvolvimento social e econômico de uma região.

Arocena (2004) complementa que a tecnologia tem multiplicado e transformado qualitativamente o poder de produzir e destruir, de curar e depredar, de ampliar a cultura dos seres humanos e de gerar riscos para a vida, sendo que esse poder,

associado aos perigos, está distribuído social e regionalmente de maneira muito desigual. Dessa maneira, a ciência e a tecnologia têm feito que o poder se fixe nas mãos de alguns seres humanos.

É indiscutível que a inovação tecnológica é necessária, seja do ponto de vista da sociedade como um todo, que precisa dela para melhorar a sua qualidade de vida e do meio ambiente, ou do ponto de vista das empresas/indústrias, que precisam sobreviver no mercado, tendo também lucro. A questão é: será que a inovação tecnológica precisa ser um mal, para ser lucrativa? Será que uma formação diferenciada dos geradores de tecnologia (engenheiros, tecnólogos), que promova uma mudança de visão desses profissionais, não seria o caminho para abrandar esse mal? Afinal, sempre vai haver algum tipo de impacto promovido pelas inovações tecnológicas, sejam elas quais forem. Contudo, é possível suavizar a sua interferência tomando alguns cuidados, observando a diversidade dos aspectos envolvidos, ampliando o campo de visão de todos os seres humanos, ou ainda, assumindo que o desenvolvimento de inovações tecnológicas deve ocorrer de maneira consciente e responsável.

Para Bernal (1969) o desenvolvimento científico e tecnológico deve ir ao encontro, primeiro, do que efetivamente as pessoas necessitam e, segundo, promover o desenvolvimento de pesquisas a fim de descobrir, combater ou destruir os males ainda não conhecidos.

As discussões sobre ciência, presentes no artigo, voltam-se para a crítica à perspectiva salvacionista (criticando o modelo linear de desenvolvimento), à neutralidade e à autonomia da ciência. Assim, a compreensão de ciência presente no artigo relaciona a mesma a uma construção humana guiada por lucros e interesses das classes dominantes e, assim, excludente (favorece só uma parcela da população).

Miranda (2002) cita que, segundo alguns pensadores da atualidade, como Robert Kurz, Ramonet, Boaventura Santos, vivemos, hoje, o “colapso da modernização”, começando pela própria confiança absoluta na ciência que emanciparia o homem de toda escravidão, obscurantismos e medo. Fato que não ocorreu. O que constatamos, na atualidade, é a escravidão do próprio homem pelas suas invenções e descobertas tecnológicas, só possíveis graças à aliança entre ciência e técnica.

Isso implica dizer que a tecnologia é redutível à ciência e que é respaldada pela postura filosófica do positivismo lógico de importante tradição acadêmica, para o qual as teorias científicas são valorativamente neutras, ou seja, os cientistas não são responsáveis pela aplicação da ciência (tecnologia), mas sim a responsabilidade deveria recair sobre aqueles que fazem uso da tecnologia (ciência aplicada). Essa imagem contribuiu para sustentar a ideia de que se a ciência é neutra, os produtos de sua aplicação também são.

O mundo parece depender cada vez mais do conhecimento científico e tecnológico. A concepção clássica das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, muitas vezes presente nos diversos âmbitos do mundo acadêmico e nos meios de divulgação, é uma concepção essencialista e triunfalista, na qual se presume que mais ciência produz mais tecnologia que gera mais riqueza e, conseqüentemente, mais bem-estar social. Autores como Echeverría (1995), Garcia, Cerezo e López (1996) e López e Cerezo (1996) complementam que ciência e tecnologia são apresentadas como formas autônomas da cultura, como atividades valorativamente neutras, como uma aliança heróica de conquista da natureza.

Assim, os autores defendem que deve haver uma maior participação por parte da sociedade, que deve saber avaliar riscos e benefícios, e agir de forma que se ampliem os benefícios e se reduzam os riscos.

Por isso, é preciso um controle no manejo de tecnologias fazendo um balanço da relação benefício-malefício do desenvolvimento científico e tecnológico para a sociedade e, nesse sentido, é preciso proporcionar, a toda a população, uma educação científica e tecnológica crítica, pois a ausência de conhecimento leva à falta de responsabilidade.

Por isso, a necessidade de se ter prudência tanto na geração de tecnologia quanto na sua utilização, ou seja, é necessário haver uma mudança de atitude e de comportamento que procure o outro mundo que desejamos; mas para que isso ocorra, é indispensável fornecer educação de maneira contínua para todos os seres humanos, de forma a viabilizar a participação dos debates sobre questões científicas e tecnológicas.

Ainda que os autores mencionem a participação da sociedade como um todo, sua preocupação recai na participação dos geradores de tecnologia, discutida a partir da formação dos engenheiros, como mostram os excertos a seguir:

Para formar profissionais da área tecnológica que compreendam o mundo em que vivem, tanto do ponto de vista dos fenômenos naturais, quanto sociais, de modo que eles possam participar de forma crítica e consciente dos debates e decisões que permeiam a sociedade, é necessário repensar a educação tecnológica. Desse modo, colocamos a educação CTS como uma proposta para a formação dos educadores e educandos, em que ocorra uma nova postura, além do academicismo e cientificismo. A preocupação com as questões sociais da mudança científico-tecnológica favorece a edificação de atitudes, valores e normas, de maneira que os estudantes possam participar ativa e responsavelmente do debate político e público sobre questões relacionadas com o desenvolvimento de inovações científico-tecnológicas.

Para que o desenvolvimento científico e tecnológico seja menos excludente, é necessário que se levem em conta os reais problemas da população, os riscos técnico-produtivos e a mudança social. Por isso, faz-se necessário ter uma visão interativa e contextualizada das relações entre ciência, tecnologia, inovação e sociedade e, muito especialmente, das políticas públicas mais adequadas para se gerenciarem as oportunidades e perigos que envolvem uma mudança técnica. Ou seja, a questão não é tanto se a ciência é boa ou não, mas sim se pode melhorar e como.

Nesses excertos, que tratam da formação dos engenheiros, é possível perceber uma preocupação com as políticas públicas, o que também comparece no momento em que é discutida a origem do movimento CTS:

Essas desconfianças [sobre o modelo linear de desenvolvimento] foram confirmar-se nas décadas seguintes quando ocorrem desastres vinculados ao desenvolvimento científico-tecnológico: vazamentos de resíduos poluentes, acidentes nucleares em reatores civis e de transportes militares, envenenamentos por produtos farmacêuticos, derramamentos de petróleo etc., que serviram para confirmar a necessidade de se revisar a política científico-tecnológica.

Os autores discutem, portanto, as especificidades ou a natureza do conhecimento tecnológico. Constroem uma crítica sobre o discurso de “inovação tecnológica”, principalmente por ele não estar associado, efetivamente, ao contexto social e buscar o bem estar da população. Defendem que o desenvolvimento científico-tecnológico deveria estar voltado para as necessidades da maioria da população e não de acordo com os interesses econômicos, políticos e morais. Chamam atenção para os interesses e lucros que guiam a atividade científico-tecnológica (ou seja, as inovações contêm propósitos políticos). Apontam que devemos saber avaliar qual tecnologia é boa e quando/como deve ser usada de acordo com o contexto em que será inserida, somente assim será possível diminuir os impactos causados pelo uso desenfreado. Ou seja, o foco é “suavizar” a interferência da tecnologia na sociedade já que todas impactarão. Aponta para a perspectiva que defende que é necessário um pensamento próprio de PCT, mas não deixa muito claro esse discurso. Também dá a entender que à sociedade cabe decidir sobre os usos e aos geradores de tecnologia cabe influenciar nas políticas. Quanto aos propósitos educacionais, ainda que não se refira ao Ensino de Ciências em si, mas à formação de engenheiros, prevalece uma preocupação com a formação de profissionais comprometidos socialmente.

(11) INVESTIGANDO A METODOLOGIA DOS PROBLEMAS GERADORES DE DISCUSSÕES:
APLICAÇÕES NA DISCIPLINA DE FÍSICA NO ENSINO DE ENGENHARIA - MACHADO E
PINHEIRO

Discutem uma metodologia empregada para a formação de engenheiros mais conscientes – que articula tanto o âmbito profissional (formação científica e tecnológica) quanto o humanístico (formação para a cidadania). A mesma está baseada na Resolução de Problemas e na Aprendizagem Significativa e foi utilizada em uma disciplina de Física 1 (mecânica) para Engenharia. Os “temas” discutidos foram: “produção de pão”, “aparelho de ginástica” e “esteira transportadora”. Não realizam discussões “teóricas”/revisões bibliográficas sobre as relações CTS.

Ao longo do artigo percebe-se que o conhecimento científico é entendido como a base para a compreensão do mundo e que, além dele, é necessário compreender os malefícios e benefícios de determinada tecnologia. Dessa forma, é possível formar um engenheiro consciente. Os exemplos de problemas trabalhados com os alunos deixam claro essa postura; já que os mesmos são divididos em duas partes, uma referente à formação profissional, que basicamente, envolve a realização de “exercícios”/matemática e alguns conceitos de Física, e outro referente à formação para a cidadania, que está voltado para a discussão de implicações sociais – benefícios e malefícios – do uso de determinadas tecnologias.

Além disso, cabe destacar que a formação profissional e a formação para a cidadania, aspectos considerados essenciais para a formação de um engenheiro, são discutidos, na prática, de maneira desarticulada, ainda que o problema gerador seja o mesmo. Ou seja, as questões voltadas à formação para a cidadania permitem discussões interessantes no âmbito CTS, mas não apresentam muita relação com o problema anterior. Por exemplo, ao discutir a “esteira transportadora”, o problema apresentado (denominado gerador) foi:

Precisa-se projetar um sistema fixo para elevação de sacos de milho até a carroceria de um caminhão por meio de uma esteira transportadora. Cuidado! Há que se cuidar para que a inclinação não seja muito grande, fazendo com que os sacos de milho escorreguem na esteira. Determine o comprimento mínimo “L” inclinado que a esteira poderá ter, em função da altura H de elevação da carga de milho da base da esteira à carroceria do caminhão, e do coeficiente de atrito estático entre as superfícies do saco de milho e esteira transportadora. Os sacos de milho deverão ser soltos em A.

A questão voltada a FP:

2 - Observando que a esteira da questão é um plano inclinado, e o plano inclinado, assim como as roldanas e alavancas, são chamados, na Mecânica, de Máquinas Simples, responda os seguintes questionamentos:

2.1 - Qual a vantagem de se realizar o trabalho de elevar os sacos de milho por meio de um plano inclinado, comparando com a sua elevação vertical, direta sobre a carroceria do caminhão?

2.2 - Há trabalhos que o homem não conseguiria desenvolver sem o uso de uma máquina simples? Explique.

E a questão que visa a FC:

2.3 - Há situações em que você não confiaria determinada tarefa a uma máquina? Quais? Justifique.

2.4 - Discuta, com seus pares, aspectos positivos e negativos do uso das máquinas na colheita da cana-de-açúcar, por exemplo, levando em consideração os aspectos: social, ambiental, político, ético, econômico etc.

Parece algo forçado e pontual. Além disso, a questão voltada à FC em nada contribui para responder o problema gerador, nem para responder a questão que visa a FP. A seguir são apresentados excertos que elucidam a visão de racionalidade (entendimento do mundo), desenvolvimento (neutro) e participação (discussão de riscos e benefícios) presentes no trabalho.

Em relação ao aspecto profissional, a metodologia busca promover atividades de ensino que levam o aluno a exercitar a sua capacidade de: ampliar e aplicar os conhecimentos científicos adquiridos à Engenharia; projetar e conduzir experimentos científicos; identificar e resolver, desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas, no intuito de solucionar um problema; comunicar-se eficientemente nas formas escrita e oral, entre outros. Em relação ao aspecto humanista, a metodologia PGD busca exercitar a capacidade do aluno de analisar e avaliar processos, procedimentos e/ou o uso de produtos tecnológicos, levando em consideração aspectos relacionados à Ciência e Tecnologia, mas, também, aspectos sociais, políticos, éticos, econômicos, ambientais etc. Dessa forma, busca-se construir, no aluno de Engenharia, o hábito de analisar o uso da Ciência e da Tecnologia, preocupando-se com os possíveis impactos causados sobre a sociedade e sobre o meio ambiente.

Nessa perspectiva, percebe-se que, por meio das atividades previstas pelo PGD II, por exemplo, os alunos discutiram as vantagens e desvantagens do uso de um aparelho cujo funcionamento foi estabelecido utilizando-se do princípio do esforço necessário para promover a deformação de molas, em comparação com os habituais aparelhos cujo funcionamento dá-se em decorrência do levantamento de pesos, utilizando-se de hastes de sustentação, cabos e roldanas.

No aspecto profissional, no que se refere à aquisição de conhecimentos científicos e tecnológicos, as atividades propostas pelos PGDs levaram os alunos a exercitarem sua capacidade de resolver problemas utilizando-se dos conhecimentos adquiridos no ensino da Física.

No aspecto humanista, os questionamentos inseridos junto ao corpo dos PGDs levaram os alunos a refletirem, analisarem e avaliarem diferentes processos, procedimentos ou produtos tecnológicos em situações relacionadas ao problema gerador proposto, levando em consideração, além de conhecimentos científicos e tecnológicos, também questões sociais e ambientais.

E, nessa perspectiva, considera-se que a associação dos conhecimentos adquiridos aos novos valores e novas atitudes tende a contribuir para formar esse aluno, futuro profissional da Engenharia, tornando-o melhor preparado para desempenhar suas funções enquanto cidadão e engenheiro.

Não comparecem discussões sobre as relações CTS e poucas sobre a Educação CTS, que se referem à origem do movimento CTS e sua repercussão no contexto educacional. As mesmas são retratadas no excerto a seguir:

As preocupações sociais apresentadas pelo movimento CTS encontraram ressonância junto às questões educacionais, originando-se, dessa forma,

pesquisas referentes a como se trabalhar o enfoque CTS na educação. Nesse sentido, o enfoque CTS vislumbrou promover atividades de ensino que levassem os alunos a aplicarem os conhecimentos adquiridos em um processo de avaliação dos efeitos sociais e ambientais decorrentes do uso ou produção de artefatos tecnológicos.

Ainda que, nesse excerto seja mencionada a participação na produção de artefatos, as situações analisadas, na medida em que exploram o artefato do ponto de vista de seu uso, dificilmente contribuirão para isso.

Ou seja, nesse artigo, o olhar volta-se à ciência enquanto uma relação de conhecimentos para a compreensão do mundo, que nos trará benefícios se, em sua produção, for considerada uma reflexão sobre os seus riscos e benefícios. O desenvolvimento, em sua essência, é compreendido como sinônimo de progresso sendo que a crítica recai aos usos possíveis aos produtos da ciência e da tecnologia, que devem ser avaliados pela sociedade. A participação social, por sua vez, relaciona-se à avaliação de riscos e benefícios, ou seja, decisões locais que ocorrem depois do produto pronto.

A preocupação educacional volta-se à busca por novas metodologias que contribuam para a formação de cidadãos aptos a reconhecer a presença da ciência e da tecnologia na sociedade. Não são problematizados os conhecimentos escolares em si; os questionamentos recaem para os processos de ensino-aprendizagem.

(12) NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA COMO TEMÁTICAS PARA A DISCUSSÃO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE - SIQUEIRA-BATISTA ET AL.

Apresentam possibilidades de abordar o assunto “nano ciência/tecnologia” em sala de aula, destacando a importância das pesquisas realizadas nessa área o que, segundo os autores, justifica sua abordagem em sala de aula. Para tanto, estabelecem quatro eixos temáticos: (1) nanotecnologia e nanomateriais, (2) nanobiotecnologia e saúde, (3) nanotecnologia e meio ambiente, e (4) nanotecnologia, ética e política.

Claramente defendem uma perspectiva salvacionista, como pode ser constatado nos excertos a seguir:

A relevância adquirida pela nanotecnologia tem sido bastante significativa, permitindo o desenvolvimento de novos métodos e técnicas, já com aplicabilidade em diferentes procedimentos industriais - produção de alimentos, cosméticos, fármacos, tecidos, dentre outros – de um modo extremamente singular: [citação direta] “A proposta central da nanotecnologia é assim a de montar, a partir da manipulação individual de átomos e moléculas, dispositivos moleculares milhares de vezes menores que um fio de cabelo, capazes de construir outros dispositivos e máquinas, encaixando moléculas uma a uma, com uma precisão e eficiência impressionantes, e a um custo reduzido já que a matéria-prima - os átomos - afinal existe em abundância na natureza... (Oliveira, 2002, p. 209).”

Estas díspares propriedades – por exemplo, o ouro é habitualmente amarelo... o “nano-ouro”, vermelho... – podem concorrer para a identificação de novos materiais com propriedades extremamente úteis em termos de emprego tecnológico.

[citação direta] Estamos no limiar de uma verdadeira revolução tecnológica, cuja evolução deverá abranger décadas, com um impacto que provavelmente deverá superar o de todas as revoluções técnicas do passado. Dela resultarão materiais inéditos, grandes avanços na medicina e na farmacologia, métodos muito mais eficientes para a indústria química e petroquímica, computadores com um grau de sofisticação e complexidade sem precedentes – provavelmente baseados em outros princípios físicos –, maior eficiência no uso de energia, grandes inovações na área do meio ambiente e vários outros avanços que podemos apenas vislumbrar. (VALADARES, CHAVES e ALVES, 2005, p. 51-52)

A nanociência e a nanotecnologia são campos em pleno desenvolvimento, com promissoras expectativas em múltiplos aspectos do mundo contemporâneo: [citação direta] “[...] é de se supor que a nanotecnologia afetará drasticamente o modo como vivemos e vemos o mundo. O meio ambiente, o funcionamento de nosso corpo e de outros organismos vivos e a busca de uma matriz energética inédita serão alvos dos futuros avanços, gerando grandes oportunidades e desafios. (VALADARES, CHAVES e ALVES, 2005, p. 69-70)”

Na perspectiva dos autores, as pessoas devem estar mais informadas sobre “nano” para entender o que vem sendo falado, mas não para participar de forma efetiva; ou seja, a ciência é vista como uma relação de conhecimentos necessários para compreender o mundo e à população cabe se informar a respeito.

A educação científica e tecnológica tem sido intensamente discutida hodiernamente, tendo em vista o compromisso último das diferentes instituições de ensino: formar cidadãos capazes de entender o mundo no qual estão inseridos.

A aposta – feita por cientistas e educadores – é de que oferecer a possibilidade, aos estudantes, de adquirir conhecimentos acerca das ciências da natureza e da tecnologia pode, de fato, ser um elemento decisivo para o posicionamento crítico e responsável do indivíduo, em relação aos díspares problemas existentes na sociedade (MORTIMER, 2002; CHASSOT, 2006).

Assim, propõe-se que o educando estará mais estimulado para participar das diferentes atividades propostas pelos docentes – independentemente da metodologia de ensino-aprendizagem adotada –, pois perceberá, de forma clara, como seu aprendizado escolar poderá ajudá-lo a melhor compreender a realidade.

Defendem que a decisão final deve caber a especialistas, mas é importante que as pessoas saibam por que e o que está sendo discutido.

Os reflexos do nanoconhecimento na existência das pessoas, das coletividades, da civilização e, quiçá, na própria biosfera são, evidentemente, de difícil mensuração neste momento, aumentando a responsabilidade da comunidade científica e das instituições de ensino – atores que devem lançar mão de todos os esforços para divulgar informações corretas sobre nanotecnologia.

Essa discussão é mais intensa no eixo 4 (nanotecnologia, ética e política), que para os autores é uma síntese dos outros três. Defendem que as decisões envolvendo *nano* devem perpassar por uma análise ética, pois podem ser usadas tanto para o bem quanto para o mal.

[citação na íntegra] [...] as potencialidades da nanotecnologia são ao mesmo tempo entusiasmantes e amedrontadoras. Por um lado, o desenvolvimento de supercomputadores, de novos medicamentos, de novos materiais para uso na astronáutica, na reciclagem, num sem-número de indústrias inéditas. Por outro, a construção de armas apavorantes – diminutos invasores invisíveis, do tamanho de uma bactéria ou mesmo de um vírus, programados por alguma potência inimiga ou por um demente, poderiam penetrar numa dada região transportados por uma rajada de vento e transformar os ossos da população inteira numa pasta pegajosa. (OLIVEIRA, 2002, p. 211)

De acordo com esta perspectiva, muito mais do que um domínio meramente tecnocientífico, a condução de pesquisas envolvendo nanociência e nanotecnologia deve ser ampliada ao questionamento da sociedade civil – tornando-se, definitivamente, uma questão ético-política –, de modo que decisões melhor pensadas e responsáveis possam ser tomadas.

Assim, pois, as perguntas envolvendo a produção de nanomateriais, a aplicação à saúde e o impacto ambiental da nanotecnologia, têm como pano de fundo as consequências – boas ou más – sobre o planeta.

Cabe destacar que os autores citam diversos pesquisadores da área de Ensino de Ciências, com destaque para Ático Chassot. Ou seja, em alguns momentos colocam “belas” citações, mas que são incoerentes com outras colocações, como por exemplo, o discurso construído nas considerações finais.

Os reflexos do nanoconhecimento na existência das pessoas, das coletividades, da civilização e, quiçá, na própria biosfera são, evidentemente, de difícil mensuração neste momento, aumentando a responsabilidade da comunidade científica e das instituições de ensino – atores que devem lançar mão de todos os esforços para divulgar informações corretas sobre nanotecnologia. Neste particular, vale lembrar o compromisso proposto por Chassot: [citação direta] “A nossa responsabilidade maior no ensinar Ciência é procurar que nossos alunos e alunas se transformem, com o ensino que fazemos, em homens e mulheres mais críticos. Sonhamos que, com nosso fazer Educação, os estudantes possam tornar-se agentes de transformação – para melhor – do mundo em que vivemos. (CHASSOT, 2006, p. 31)”.

É provável que Chassot não estava se referindo somente à compreensão do mundo no sentido de saber o que está sendo discutido, como propõem os autores do artigo; mas a sua transformação, coerente com a perspectiva Freireana.

Em síntese, nesse artigo, o olhar volta-se à ciência enquanto uma relação de conhecimentos para a compreensão do mundo, que nos trará benefícios se usada corretamente (para o bem - eticamente). O desenvolvimento, em sua essência, é compreendido como sinônimo de progresso e à sociedade cabe estar mais informada a respeito de temas atuais sobre ciência e tecnologia.

Ainda que no discurso prevaleça uma preocupação com a formação do cidadão e com o desenvolvimento de uma postura questionadora, os exemplos e a maneira como abordam o tema em questão, associa-se ao propósito voltado ao desenvolvimento de percepções entre o conhecimento científico escolar e o contexto do aluno.

6.3 SÍNTESE DA ANÁLISE

O quadro a seguir apresenta uma síntese geral da análise dos trabalhos. A cor mais intensa representa as ênfases presentes no artigo. Optamos por essa representação porque, como destacado anteriormente, nossa intenção não é classificar os trabalhos em uma ou outra categoria, até porque isso não seria possível pela diversidade de compreensões presentes nos mesmos.

Quadro 6 - Síntese da Análise dos Artigos

Artigo	Autores	Racionalidade Científica					Desenvolvimento Tecnológico					Participação Social					Propósitos Educacionais		
		1R	2R	3R	4R	5R	1D	2D	3D	4D	5D	1P	2P	3P	4P	5P	1E	2E	3E
1	Angotti, Bastos, Mion																		
2	Auler, Bazzo																		
3	Angotti, Auth																		
4	Amorim																		
5	Gouvêa, Leal																		
6	Santos, Mortimer																		
7	Muenchen, Auler																		
8	Pinheiro, Silveira, Bazzo																		
9	Firme, Amaral																		
10	Silveira, Bazzo																		
11	Machado, Pinheiro																		
12	Siqueira-Batista <i>et al.</i>																		

Essas diferentes compreensões sobre racionalidade científica, desenvolvimento tecnológico, participação social e propósitos educacionais são discutidas a seguir.

6.3.1 Racionalidade Científica

O quadro a seguir apresenta uma síntese das diferentes compreensões sobre racionalidade científica presentes nos artigos. Como mencionado anteriormente, um mesmo artigo pode apresentar mais de uma compreensão.

Quadro 7 - Síntese das compreensões sobre Racionalidade Científica

Artigo	Autores	Racionalidade Científica
1	Angotti, Bastos, Mion	Suficiente para compreender o mundo.
2	Auler, Bazzo	Insuficiente para prever e resolver problemas sociais.
3	Angotti, Auth	Influenciada por fatores pessoais/sociais; contribui para a dominação de determinadas minorias sociais. Fragmentação do conhecimento científico.
4	Amorim	Insuficiente para compreender o mundo.
5	Gouvêa, Leal	Suficiente para compreender o mundo (na atividade da sala de aula) e influenciada por escolhas pessoais/sociais (na atividade do museu).
6	Santos, Mortimer	Influenciada por escolhas pessoais/sociais e insuficiente para avaliar problemas sociais (são utilizados, também, crenças e valores pessoais).
7	Muenchen, Auler	Fragmentada e por isso insuficiente para compreender e resolver problemas sociais.
8	Pinheiro, Silveira, Bazzo	Influenciada por escolhas pessoais/sociais e guiada por lucros e interesses das classes dominantes e, na escola, fragmentada em disciplinas (ou seja, não questionam a necessidade de “interdisciplinar” as pesquisas científicas).
9	Firme, Amaral	Universal enquanto processo, mas seus usos são passíveis de reflexão e de questionamento.
10	Silveira, Bazzo	Construção humana guiada por lucros e interesses das classes dominantes.
11	Machado, Pinheiro	Suficiente para compreender o mundo e passível de avaliações com relação ao uso.
12	Siqueira-Batista <i>et al.</i>	Necessária e suficiente para compreender o mundo e nos trará benefícios se a usarmos corretamente (para o bem - eticamente).

Nesse quadro, é possível perceber que em alguns trabalhos (1, 5, 11 e 12) comparece uma compreensão de Racionalidade Científica entendida como desocultamento da realidade, ou seja, como necessária e suficiente para compreender o mundo. Merece atenção o fato dessa compreensão se fazer presente em trabalhos voltados às práticas de sala de aula, o que retrata, de certa forma, a dificuldade em articular as práticas aos discursos teóricos e, associado a isso, superar essa visão tão arraigada na educação básica e superior.

Também a visão de racionalidade como garantia de verdade absoluta e universal, isenta de questionamentos, comparece em dois trabalhos (9 e 12). Nesses, os questionamentos voltam-se aos usos atribuídos aos produtos da racionalidade e não ao processo propriamente dito.

Apesar da presença dessas compreensões, no conjunto analisado predomina a crítica à racionalidade da ciência entendida como garantia de verdade absoluta e universal. Isso comparece com maior ênfase nos trabalhos 3, 5, 6 e 8, que discutem que os métodos de produção do conhecimento científico não resultam, unicamente, de fatores epistêmicos como a lógica e experiência; mas são, também, influenciados pelo contexto.

Nos trabalhos 3, 6, 7, 8 e 10 a racionalidade científica é questionada por contribuir para a dominação de determinadas minorias sociais. A crítica recai, portanto, nos rumos das pesquisas, nas razões para pesquisar um determinado problema e não outro e na fragmentação da produção, que não permite o domínio sobre o que está sendo pesquisado.

A fragmentação do conhecimento está presente com diferentes pontos de vista. Alguns destacam a necessidade de superá-la a partir de uma articulação maior dos conhecimentos científicos; enquanto outros avançam no sentido em que apontam a necessidade de considerar outros conhecimentos nas decisões, não científicos, associados, por exemplo, a questões de âmbito pessoal.

Esses resultados apontam a ausência de uma discussão mais crítica sobre a ciência, em especial no que se refere aos diferentes entendimentos possíveis e à insuficiência desse conhecimento. A ideia que esses trabalhos “passam” sobre ciência é de que ela serve para compreender a realidade (fenômenos naturais e objetos tecnológicos); que ela não é absoluta, neutra, autônoma – ou seja, que ela é uma construção humana e, em função disso não pode ser associada somente a benefícios, mas também, a riscos e prejuízos. Além disso, alguns trabalhos (3, 7 e 8) discutem a fragmentação disciplinar e defendem uma maior articulação entre os conhecimentos, contudo, vale ressaltar, que essa questão não é foco dos trabalhos, comparece apenas, em alguns poucos parágrafos. Apenas em quatro trabalhos é ressaltada a insuficiência do conhecimento

científico para compreender a realidade (4), tomar decisões (6) ou resolver problemas sociais (2 e 7).

6.3.2 Desenvolvimento Tecnológico

O quadro a seguir apresenta uma síntese das diferentes compreensões sobre desenvolvimento tecnológico presentes nos artigos. Como mencionado anteriormente, um mesmo artigo pode apresentar mais de uma compreensão.

Quadro 8 - Síntese das compreensões sobre Desenvolvimento Tecnológico

Artigo	Autores	Desenvolvimento Tecnológico
1	Angotti, Bastos, Mion	Teoria: Guiado por propósitos políticos e não necessariamente levará ao bem estar social. Prática: Desenvolvimento neutro - funcionamento de aparatos simples do cotidiano.
2	Auler, Bazzo	Deve ser pensado em contexto.
3	Angotti, Auth	Não tem beneficiado a todos - muitos se encontram à margem das benesses dos avanços tecnológicos.
4	Amorim	Transforma e traz novos desafios - positivos e/ou negativos.
5	Gouvêa, Leal	Especificidades e autonomia (dependência) do conhecimento tecnológico.
6	Santos, Mortimer	Não tem atendido às necessidades básicas da população como um todo, mas tem servido para a promoção de interesses de poucos.
7	Muenchen, Auler	Não há discussão a respeito do mesmo.
8	Pinheiro, Silveira, Bazzo	É guiado pelos interesses das classes dominantes.
9	Firme, Amaral	Especificidades do conhecimento tecnológico e suas relações com a ciência e a sociedade.
10	Silveira, Bazzo	Especificidades do conhecimento tecnológico. Guiado por interesses e lucros e não está associado, efetivamente, ao contexto social e à busca do bem estar da população.
11	Machado, Pinheiro	Sinônimo de progresso - a crítica recai aos usos possíveis; aos produtos da ciência e da tecnologia, que devem ser avaliados pela sociedade.

12	Siqueira-Batista <i>et al.</i>	Sinônimo de progresso – só precisa ser utilizado eticamente.
----	--------------------------------	--

Os resultados apontam que predomina um entendimento de que o desenvolvimento tecnológico é guiado por propósitos políticos, tem beneficiado somente alguns e, assim, não necessariamente levará ao bem estar social. Essa perspectiva está presente nos trabalhos 1, 3, 6, 8 e 10. Cabe destacar que no trabalho 1 esse discurso comparece na revisão teórica, sendo que na prática de sala de aula, o desenvolvimento tecnológico é abordado como sendo neutro, isento de juízos de valor e independente da sociedade.

Por outro lado, nos trabalhos 11 e 12 comparece uma defesa pelo modelo linear de desenvolvimento, ou seja, o desenvolvimento tecnológico trará bem estar a toda a população. Apenas precisamos ter cuidados com relação ao uso, avaliando riscos e benefícios.

Já nos trabalhos 5, 9 e 10 são discutidas especificidades do conhecimento tecnológico, principalmente no que se refere às suas relações com a ciência, a sociedade e a técnica. Nessa mesma linha, mas enfatizando as transformações sociais estão as colocações do trabalho 4.

Por fim, destaca-se que somente nos trabalhos 2 e 10 é enfatizado que o desenvolvimento tecnológico deve ser pensado inserido em um determinado contexto e buscando satisfazer as necessidades básicas e não gerar lucro econômico. Ou seja, são discutidas as necessidades de superarmos a visão tradicional de desenvolvimento e buscarmos um novo enfoque - baseado em elementos culturais das sociedades envolvidas.

6.3.3 Participação Social

O quadro a seguir apresenta uma síntese das diferentes compreensões sobre participação social presentes nos artigos analisados. Como mencionado anteriormente, um mesmo artigo pode apresentar mais de uma compreensão.

Quadro 9 - Síntese das compreensões sobre Participação Social

Artigo	Autores	Participação Social
1	Angotti, Bastos, Mion	Teoria - Atitudes individuais e/ou coletivas e por mecanismos de pressão (a partir do reconhecimento das contradições) Prática - reconhecimento da presença de aparatos.
2	Auler, Bazzo	Contexto das políticas públicas.
3	Angotti, Auth	Mudança de hábitos por parte da sociedade - participação individual. Identificação de contradições, reconhecendo os propósitos que levaram a perspectiva atual de desenvolvimento.
4	Amorim	Reconhecimento das relações/transformações acarretadas pelo desenvolvimento da CT na sociedade
5	Gouvêa, Leal	Reconhecimento da presença e importância da CT para a sociedade, a partir da compreensão dos princípios físicos das lentes ou das mudanças nas visões de mundo.
6	Santos, Mortimer	A partir de mudanças de atitudes individuais ou de mecanismos de pressão mais amplos.
7	Muenchen, Auler	Associada à articulação Freire-CTS - não é possível considerações a respeito, pois os autores apenas mencionam que seguem essa perspectiva mas não discutem seus pressupostos.
8	Pinheiro, Silveira, Bazzo	Discussão de Riscos e Benefícios relacionados aos usos e/ou no processo de construção da CT.
9	Firme, Amaral	Atitudes individuais, associadas ao consumo dos produtos da CT.
10	Silveira, Bazzo	À sociedade cabe decidir sobre os usos e aos geradores de tecnologia cabe influenciar nas políticas.
11	Machado, Pinheiro	Avaliação de riscos e benefícios - decisões locais que ocorrem depois do produto pronto.
12	Siqueira-Batista <i>et al.</i>	Informações a respeito de temas atuais sobre ciência e tecnologia.

A análise, sintetizada nesse quadro, aponta que, em geral, a participação social nos trabalhos investigados é associada a atitudes individuais, voltadas à mudança de postura diante do consumo/uso de produtos da CT. Essa concepção está presente nos trabalhos 1, 3, 6, 9, 10 e 11. Alguns desses ampliam trazendo a importância de avaliar as transformações a partir de atitudes coletivas, a exemplo dos trabalhos 1 e 3, porém a participação ocorre após a produção e não no

processo. Essa concepção também está presente no trabalho 4, ainda que o autor destaque a importância da coletividade nos processos decisórios, ela ocorre pós produção.

A possibilidade de intervir no processo de produção e/ou implementação de determinado produto da CT está presente nos trabalhos 1, 3, 6 e 8; que enfatizam a necessidade de reconhecer as contradições desse processo.

Já nos trabalhos 2 e 10 a participação deveria ocorrer no âmbito das políticas públicas, na definição de seus objetivos, meios para alcançá-los e maneiras de controlar sua implementação.

Por fim, cabe destacar que nos trabalhos 1, 5, e 12 foi possível perceber a compreensão de participação associada ao reconhecimento de temas/problemas atuais relacionados à CT.

6.3.4 Propósitos Educacionais

O quadro a seguir apresenta uma síntese dos propósitos educacionais presentes nos artigos. Cabe destacar que esses propósitos foram determinados a partir das diferentes visões de Racionalidade, Desenvolvimento e Participação articulados a elementos voltados à educação (que também os caracterizam), seguindo os pressupostos apresentados nos capítulos anteriores.

Quadro 10 - Síntese dos Propósitos Educacionais

Artigo	Autores	Propósitos Educacionais
1	Angotti, Bastos, Mion	Teoria – Questionamentos Prática – Percepções
2	Auler, Bazzo	Compromisso Social
3	Angotti, Auth	Questionamentos e Compromisso Social
4	Amorim	Questionamentos
5	Gouvêa, Leal	Percepções e Questionamentos

6	Santos, Mortimer	Questionamentos
7	Muenchen, Auler	Questionamentos
8	Pinheiro, Silveira, Bazzo	Questionamentos
9	Firme, Amaral	Questionamentos
10	Silveira, Bazzo	Compromisso Social
11	Machado, Pinheiro	Percepções
12	Siqueira-Batista <i>et al.</i>	Percepções

A partir da análise, sintetizada nesse quadro, percebemos que o propósito que tem guiado a maior parte das pesquisas sobre CTS, nesse caso, relaciona-se ao desenvolvimento de questionamentos, presente nos trabalhos 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10. A busca pelo reconhecimento /percepção do conhecimento científico escolar está presente nos trabalhos 1, 5, 11 e 12. O desenvolvimento de compromisso social é encontrado somente nos trabalhos 2 e 10.

Cabe destacar que nos trabalhos voltados às propostas para a sala de aula, predomina a busca pelo reconhecimento da relevância do conhecimento científico escolar. Prevalecem, assim, compreensões mais ingênuas sobre racionalidade, desenvolvimento e participação. Isso pode estar relacionado a real possibilidade de desenvolvimento das práticas CTS – ou seja, às dificuldades intrínsecas ao contexto escolar.

Por outro lado, nos trabalhos de natureza teórica predomina a busca pelo desenvolvimento de questionamentos, em um primeiro plano, e, em segundo plano, o desenvolvimento do compromisso social. O que mostra que há um esforço teórico significativo, indispensável para o avanço dessas questões e para a implementação desses propósitos.

Esse esforço, no caso da nossa amostra, também pode ser percebido, por exemplo, no levantamento das compreensões, em especial, nos trabalhos 7 e 10. Embora analisando as compreensões de públicos diferentes e com intenções distintas, se assemelham por apresentar, ainda que implicitamente, uma preocupação com o desenvolvimento do compromisso social, seja dos professores e da escola [trabalho 7], seja dos envolvidos com a produção da tecnologia [trabalho 10].

Assim, percebe-se que, embora não seja um consenso, há elementos comuns nos trabalhos que compartilham de um mesmo foco/preocupação de investigação. Contudo, reduzir a análise a esse foco não contribui para entendermos a especificidade de cada trabalho e cada abordagem, portanto, os mesmos não podem servir de parâmetros para caracterizar os trabalhos se a intenção são as concepções sobre CTS e sobre educação científica. O que reitera a relevância da presente investigação, pois a mesma, a medida que explicita parâmetros, contribui para que possamos entender, de maneira mais clara e detalhada, as diferentes concepções e abordagens. Ao mesmo tempo, permite pontuar algumas limitações dessas abordagens e traçar perspectivas futuras.

Por fim, como a intenção dessa análise era a validação da matriz construída, diante da discussão realizada, entendemos que a mesma pode ser utilizada para mapear as diferentes abordagens CTS presentes no contexto brasileiro do Ensino de Ciências.

No entanto, trata-se ainda de uma amostra reduzida e sua diversificação pode, também, vir a sinalizar a necessidade de uma melhor delimitação dos vários parâmetros presentes na matriz de referência. Além disso, percebe-se um potencial de análise importante nas articulações entre os parâmetros, o que também não foi contemplado e aponta para a necessidade de ampliar as análises, por exemplo no que se refere às coerências e/ou incoerências presentes nos trabalhos.

Apesar disso, destaca-se que a matriz elaborada se mostrou um instrumento cuja estrutura parece dar conta do nosso objetivo inicial - reconhecer e sistematizar diferentes abordagens CTS presentes no Ensino de Ciências - sem necessidade de maiores aperfeiçoamentos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em conta o trabalho desenvolvido, é possível traçar algumas considerações sobre as diferentes abordagens CTS presentes no contexto brasileiro da Educação Científica.

Para tanto, é importante retomar o foco principal do trabalho, que foi buscar parâmetros para caracterizar essas diferentes abordagens. O mesmo foi explicitado a partir dos seguintes problemas de investigação: *Como podemos caracterizar as diferentes abordagens CTS presentes no contexto brasileiro da Educação Científica? Quais parâmetros podem ser utilizados para situar essas abordagens, seus sentidos e perspectivas?*

Por outro lado, e para responder às questões de investigação, é importante retomar o caminho que percorremos. O mesmo envolveu analisar a produção da área de Ensino de Ciências e realizar um aprofundamento de referenciais teóricos, para, com isso, construir um instrumento de referência capaz de sistematizar a diversidade de abordagens. Segue seu detalhamento.

Com o objetivo de compreender melhor as abordagens CTS, num primeiro momento, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o Movimento CTS. Com essa análise foi possível constatar que os estudos que envolvem a tríade ciência, tecnologia, sociedade tiveram início nas décadas de 60 e 70 do século passado, em países da América do Norte, Europa e América Latina (ainda que esse último, muitas vezes, tem sido esquecido no contexto educacional brasileiro), devido à insatisfação com questões relacionadas ao desenvolvimento científico e tecnológico. Contudo, esses estudos, que tinham como pano de fundo a busca pela democratização das decisões relacionadas à CT, ao repercutirem para diferentes campos, dentre esses o educacional, passaram a englobar uma

infinidade de objetivos e sentidos, e, muitas vezes, parecem não partilhar de um núcleo comum.

Com o intuito de realizar uma primeira identificação da diversidade de abordagens que a designação CTS engloba hoje no Ensino de Ciências, no Brasil, foi feito um levantamento dos trabalhos, sobre CTS, apresentados em seis Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), e uma análise dos mesmos. Nessa análise, investigamos a natureza dos trabalhos, o que corresponde às perspectivas ou interesses centrais do problema investigado. Partimos do pressuposto de que haveria elementos comuns aos diferentes focos de investigação e que esses poderiam servir de parâmetros para caracterizar os trabalhos. Contudo, vimos que isso não seria possível.

Nesse levantamento foram localizados 77 trabalhos, cuja análise reiterou a ideia de que o movimento CTS encontra-se polissêmico no contexto educacional brasileiro. Foram encontradas diferentes preocupações relacionadas: às práticas de sala de aula (33% dos trabalhos), às compreensões de professores e estudantes (27% dos trabalhos), aos pressupostos teóricos (25%) e aos materiais didáticos (10%). Entende-se que a diversidade de preocupações, que possuem naturezas diferentes e nem sempre comparáveis, está relacionada às diferentes dimensões das abordagens CTS, porém, não é possível, a partir dela, caracterizar essas abordagens.

A diversidade de olhares e propostas dificulta a compreensão de quais seriam os parâmetros mais apropriados para representar as abordagens CTS. Assim, a partir desse primeiro ensaio de caracterização, foi possível identificar dificuldades teórico-conceituais, para além da simples construção de um mapa sobre as abordagens CTS.

A dificuldade encontrada em caracterizar as diferentes abordagens CTS trouxe a necessidade de analisar quais encaminhamentos são utilizados em outras pesquisas que têm se preocupado com os trabalhos sobre CTS que vêm sendo publicados em anais de congressos e em periódicos da área de Ensino de Ciências.

Assim, num segundo momento, realizou-se uma revisão das pesquisas sobre o “estado da arte” em CTS. Nessa revisão foram encontrados 11 trabalhos;

cujas análises indicou que a dificuldade em definir categorias apropriadas para a sistematização das abordagens CTS parece ser comum a todos os pesquisadores que se propõem a construir um panorama dessas pesquisas. Em virtude disso, essas pesquisas passaram a constituir-se em trabalhos com diferentes perspectivas sobre a área, sem que se obtenha, ainda, uma visão abrangente das abordagens CTS, o que reitera o problema de investigação da presente pesquisa.

Nessa investigação constatamos que os trabalhos não divergem no que se refere aos objetos de estudo, períodos e metodologias de análise, mas apresentam diferentes intenções de pesquisa e perspectivas de análise. As intenções de pesquisa estão relacionadas à: (i) traçar prioridades futuras; (ii) compreender as diferentes propostas e/ou tendências, (iii) compartilhar resultados e, (iv) subsidiar as práticas docentes. As perspectivas de análise envolvem considerações sobre: (i) a natureza das investigações; (ii) os pressupostos do movimento CTS e (iii) as práticas de sala de aula.

Ainda que não tenha sido possível encontrar parâmetros, a partir dessas análises constatamos que há diferentes perspectivas educacionais e diferentes maneiras de abordar as relações CTS. A diversidade de perspectivas educacionais já vem sendo apontada por pesquisadores da área. A diversidade de olhares para as relações CTS, por sua vez, não tem sido foco de equivalente atenção em trabalhos e eventos da área. Dando a entender, muitas vezes, que se trata de um consenso, bem definido, no âmbito do Enfoque CTS.

Portanto, uma investigação mais detalhada das diferentes perspectivas e análises, associada aos resultados da primeira tentativa de caracterização, levou-nos a supor que as abordagens CTS podem ser melhor explicitadas a partir de duas questões que envolvem: (i) as perspectivas de abordagem das relações CTS e (ii) os propósitos educacionais envolvidos.

Assim, a nosso ver, essas duas questões podem ser utilizadas como a base (ou os eixos) da matriz de referência para caracterizar as diferentes abordagens CTS. E, nesse sentido, as mesmas foram investigadas com mais detalhes. Com isso foi possível pontuar alguns elementos, que podem servir de parâmetros para uma matriz de referência.

Diferentes olhares sobre ciência, sobre tecnologia e sobre suas relações com a sociedade, podem resultar em parâmetros para caracterizar como os trabalhos abordam as relações CTS. Por exemplo, no que se refere à ciência, esses olhares foram agrupados em três grupos, preocupados, respectivamente, em discutir as condições teórico-conceituais, as condições sociais de produção e as implicações sociais do conhecimento. No que se refere à tecnologia, também há grupos diferentes, que podem ser classificados de acordo com a compreensão implícita ou explícita sobre a questão (estudo da técnica, artefato, organização de ações e sistema de relações) e o olhar para as relações com o desenvolvimento social (aqui expressa por meio das discussões sobre a política científica - tecnológica). As discussões sobre a sociedade também foram construídas a partir de diferentes olhares, destacando os mitos, os riscos e a complexidade dos problemas atuais.

Entendemos que esses diferentes olhares, articulados, compõem um mapa de possíveis discussões sobre CTS. Sua articulação pode emergir a partir de três parâmetros que dizem respeito a: (i) a racionalidade científica, (ii) ao desenvolvimento científico e tecnológico e, (iii) a participação social. Esses parâmetros, portanto, representam interfaces específicas entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade e podem ter diferentes níveis de compreensão.

A *Racionalidade Científica*, por exemplo, pode ser abordada enquanto garantia de verdade; sem juízo de valor ou com o juízo restrito aos usos da ciência. Também, podem ser reconhecidas limitações do modelo de racionalidade empregado para a construção da ciência, tanto no que se refere a sua produção, quanto na definição dos rumos e implicações sociais de suas pesquisas. Por fim, podemos reconhecê-la enquanto necessária para a construção da ciência, porém não única nem suficiente para a explicação de mundo.

O *Desenvolvimento Tecnológico*, por sua vez, pode ser abordado desconsiderando os valores intrínsecos ao mesmo, ou atribuindo um status de garantia de progresso. Por outro lado, podemos abordá-lo a partir do reconhecimento das especificidades do conhecimento tecnológico, em especial, do ponto de vista de sua produção ou de suas aplicações. Por fim, o foco pode estar na quebra do modelo linear, construída sob dois pontos de vista – por um

lado, no reconhecimento de que há propósitos associados ao desenvolvimento e, por outro, na defesa de um modelo de desenvolvimento que considere as especificidades do contexto.

A *Participação Social* pode ser defendida a partir do reconhecimento da presença da CT na sociedade; de decisões de cunho mais individual, em geral relacionadas aos produtos da CT, ou de tomadas de decisões coletivas, que abarcam a discussão de problemas e impactos da CT na sociedade. Também, podemos pensar na participação social a partir do reconhecimento das contradições e por mecanismos de pressão, centradas, principalmente, no processo de produção. Por fim, a participação pode ser abordada considerando as esferas políticas, a partir da compreensão e discussão de políticas públicas.

Ao mesmo tempo, o que articula e dá sentido a esses parâmetros no contexto do Ensino de Ciências, são propósitos educacionais. Na presente investigação, esses propósitos compõem o segundo eixo da matriz de referência. Os mesmos foram determinados a partir dos pressupostos do educador brasileiro Paulo Freire e da análise de trabalhos sobre CTS, e correspondem ao desenvolvimento de: (i) percepções entre o conhecimento científico escolar e o contexto do aluno; (ii) questionamentos sobre situações que envolvem aspectos de ciência, tecnologia e/ou sociedade e, (iii) compromisso social diante de problemas ainda não estabelecidos e que envolvem aspectos de ciência, tecnologia e sociedade. O que caracteriza cada propósito no âmbito CTS, além de questões associadas à Educação e ao Ensino de Ciências, são visões de Racionalidade Científica, Desenvolvimento Tecnológico e Participação Social.

A busca pelo *desenvolvimento de percepções* está relacionada a uma abordagem menos crítica de Racionalidade, Desenvolvimento e Participação. Implica, por exemplo, em discutir os rumos e os usos do conhecimento científico no âmbito social mais amplo. Ao mesmo tempo, implica em considerar discussões sobre as especificidades do conhecimento tecnológico e sobre as transformações/impactos sociais acarretadas pelo desenvolvimento tecnológico. Já as discussões sobre a participação, nesse caso, quando presentes, recaem no reconhecimento da presença da CT na sociedade.

O *desenvolvimento de questionamentos*, por sua vez, implica em abordar a Racionalidade, o Desenvolvimento e a Participação em níveis intermediários. Por exemplo, discutindo os antecedentes e as implicações sociais da ciência e da tecnologia, destacando a não neutralidade da produção científico-tecnológica e, associado a isso, buscando a participação da sociedade, seja do ponto de vista das tomadas de decisão individuais (discutindo riscos e benefícios) e/ou coletivas (discutindo impactos ou transformações sociais) ou a partir de mecanismos de pressão, identificando contradições presentes, também, no momento de produção da CT.

Para o *desenvolvimento de um compromisso social* é necessário abordar a Racionalidade Científica, o Desenvolvimento Tecnológico e a Participação Social em seus níveis mais críticos. Buscando, por exemplo, discutir as limitações do conhecimento científico para compreender e resolver os problemas sociais, sejam eles locais ou globais; enfatizando a importância de almejarmos outro modelo de desenvolvimento, que busque satisfazer as necessidades básicas de uma determinada população e não gerar lucro econômico; e, buscando uma cultura de participação no âmbito das políticas públicas, na definição de objetivos, meios para alcançá-los e maneiras de controlar sua implementação.

Esses propósitos articulados aos parâmetros CTS, compõem a matriz que, a nosso ver, contempla as diferentes abordagens CTS no contexto do Ensino de Ciências. Essa matriz foi validada a partir da análise de trabalhos sobre CTS publicados no periódico *Ciência & Educação*.

Essa análise, além de contribuir para a validação da matriz, nos ajuda a construir um panorama das abordagens CTS presentes no contexto do Ensino de Ciências do Brasil. Contudo, como a amostra é pequena, não nos permite fazer afirmações com relação ao contexto do Ensino de Ciências como um todo. Para tanto, seria necessário ampliar a amostra, considerando, principalmente os eventos da área, Teses e Dissertações. Apesar disso, é possível inferir algumas considerações, que, possivelmente se fazem presentes, também, nos trabalhos publicados em eventos ou em outras revistas da área.

Nesse sentido, destaca-se, a predominância do propósito voltado ao reconhecimento da relevância do conhecimento científico escolar nas práticas de

sala de aula. E, associado a isso, prevalecem, compreensões mais ingênuas sobre racionalidade, desenvolvimento e participação, em trabalhos dessa natureza. Por outro lado, nos trabalhos de natureza teórica predomina a busca pelo desenvolvimento de posicionamentos questionadores, em um primeiro plano, e, em segundo plano, o desenvolvimento do compromisso social. O que mostra que há um esforço teórico significativo, indispensável para o avanço dessas questões e para a implementação desses propósitos.

Em síntese, essa investigação permitiu, por um lado, a construção de uma matriz, que serve de referência para localizar as diversas abordagens CTS presentes no contexto brasileiro da educação científica. Por outro lado, permitiu resgatar lacunas e discussões que acabaram sendo esquecidas ao longo da trajetória das pesquisas sobre CTS no contexto educacional brasileiro.

Associado a isso, merece destaque a carência de uma discussão atualizada de aspectos da função social da ciência no campo CTS - Ensino de Ciências. De certa forma, quando as preocupações CTS repercutiram para o campo da educação em ciências, aparentemente mantiveram um *status* mais ou menos inalterado ao longo das décadas seguintes, genericamente reconhecido como uma crítica a possíveis impactos negativos do desenvolvimento científico e tecnológico em relação à sociedade ou ao ambiente. No entanto, as discussões sobre as articulações e relações da ciência e tecnologia com o espaço social tem ganhado novos aprofundamentos, discussões essas pouco incorporadas. A nosso ver, e considerando a matriz que elaboramos, essa atualização perpassa por considerar, por exemplo, visões mais críticas sobre Racionalidade, Desenvolvimento e Participação.

Da mesma forma, muitas vezes, as intenções educacionais presentes nos trabalhos, acabam seguindo discursos estabelecidos, a exemplo da Formação para a Cidadania, para a Tomada de Decisão, para a Participação Social, etc; sem, contudo, esclarecer o real sentido desses propósitos. Isso possivelmente está associado à ausência de referências do campo da educação, causando um esvaziamento no discurso e nos propósitos das abordagens CTS. Nesse sentido, destaca-se que é importante definir, qual a intenção a ser seguida e almejada,

ainda que, na prática ela não seja alcançada. A partir da presente investigação, reconhecemos três propósitos diferentes, contudo, nos aproximamos do terceiro, que possui pressupostos comuns à perspectiva freireana de educação.

Com isso, queremos ressaltar que a matriz que construímos não deve ser entendida apenas como mais uma maneira de caracterizar e/ou classificar trabalhos CTS. Sua contribuição, para além das já mencionadas, está relacionada à possibilidade de reconhecermos as diferentes dimensões a serem contempladas em propostas CTS. Esse reconhecimento, ao mesmo tempo em que permite uma compreensão maior e mais clara sobre os sentidos e perspectivas das abordagens CTS no contexto brasileiro da educação científica, contribui para a definição/seleção de elementos a serem priorizados em práticas escolares. Assim, entendemos que a matriz nos ajuda a reconhecer e situar intenções e, além disso, buscar coerência entre suas próprias considerações. Permite explicitar razões para as escolhas, encaminhamentos, limites e potencialidades de diferentes abordagens CTS.

Ao mesmo tempo, destaca-se que não se trata de um instrumento para encaminhar as melhores práticas ou os melhores materiais CTS. Mas pode ser um instrumento relevante para refletir sobre essas práticas e suas articulações com os discursos.

Diante disso, e como forma de “finalizar” o presente trabalho, ressaltamos sua continuidade; em especial, voltada à implementação desses diferentes propósitos, seja envolvendo análises de compreensões, de materiais didáticos ou práticas voltadas à sala de aula. Buscando com isso, situar, por exemplo, os limites e potencialidades de cada um desses propósitos e, associados a eles, das diferentes visões de Racionalidade Científica, Desenvolvimento Tecnológico e Participação Social. O que, por sua vez, certamente acarretará em adaptações e mudanças na matriz, possivelmente não nos eixos, nem nos parâmetros, mas em suas articulações.

Nesse sentido, e antes de finalizar, cabe destacar, novamente, o trabalho desenvolvido durante o mestrado, referente à implantação da Usina Hidrelétrica São José e ao trabalho desenvolvido na escola de ensino médio da cidade (STRIEDER, 2008). Nesse caso, por exemplo, o propósito que guiou a

intervenção, de acordo com os parâmetros discutidos no presente trabalho, relacionava-se ao desenvolvimento de um compromisso social por parte dos alunos perante a situação em questão. Essa era a nossa intenção. Contudo, as discussões sobre Racionalidade Científica, Desenvolvimento Tecnológico e Participação Social, estavam distantes das relacionadas a esse propósito; aproximavam-se mais ao desenvolvimento de uma postura questionadora, com forte ênfase nas controversas entre desenvolvimento e comprometimento ambiental.

Ainda assim, ao analisarmos os resultados, percebemos que esse propósito também não foi alcançado. A intervenção contribuiu para a aquisição de informações e mudança de percepção, por parte dos alunos, sobre a escola, o conhecimento e a questão da usina, como reconhecemos na época. Não houve um aprofundamento da questão e uma efetiva apropriação do conhecimento por parte dos alunos. Associado a isso, entendemos que ficamos distante do desenvolvimento de uma postura questionadora e do almejado compromisso social. Porém, por outro lado, ainda que esse não tenha sido o objetivo central, foi possível constatar, como já mencionado, que os alunos passaram a reconhecer a importância e a presença do conhecimento científico escolar em sua realidade, aprenderam que era possível uma certa leitura de mundo a partir dele.

Com isso, queremos destacar que ter conseguido “apenas” que os alunos reconhecessem a relevância do conhecimento científico escolar não desqualifica o trabalho, muito pelo contrário, aponta limites e potencialidades das diferentes perspectivas. E são essas questões, que a nosso ver, precisam ser aprofundadas. Refletem, de certa forma, a distância entre as intenções e as ações ou entre a teoria e prática. O que, por sua vez, acrescenta uma série de variáveis ao problema, como por exemplo, aquelas voltadas ao contexto da escola, aos valores dos professores e alunos, etc., aumentando sua complexidade.

Ao mesmo tempo, a análise da pesquisa desenvolvida no mestrado, reitera a impossibilidade de rotular trabalhos em uma ou outra abordagem, principalmente quando se tratam de práticas de sala de aula. Dessa forma, a matriz construída deve se entendida, não como uma maneira de classificar os trabalhos (como já mencionamos), mas de reconhecer abordagens presentes nos

mesmos, favorecer a explicitação dos aspectos considerados, refletir sobre práticas e aprender a partir delas. Foi o que tentamos evidenciar com a análise de uma amostra de trabalhos; ainda que prevaleça uma dada abordagem, em todos os trabalhos há mais de uma abordagem presente.

Por fim, esperamos, com o presente trabalho, além de reconhecer sentidos e perspectivas das abordagens CTS, contribuir para maior diálogo entre os pesquisadores e educadores que se propõem a trabalhar nessa perspectiva, no sentido em que os mesmos possam perceber as diferenças e situar de forma consciente o seu trabalho, reconhecendo possíveis limitações e potencialidades de suas práticas. Esperamos, sobretudo, que essas reflexões possam contribuir para que mais professores se sintam desafiados a promover abordagens CTS em suas práticas cotidianas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIKENHEAD, G. The integration of STS into Science Education, **Theory into Practice**, XXXI, v.1, P. 27-35, 1992.

AIKENHEAD, G. STS Education: A Rose by Any Other Name. In: Cross, R. (Ed.): **A Vision for Science Education**: Responding to the work of Peter J. Fensham, p. 59-75. New York: Routledge Falmer, 2003.

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

AMORIM, A. C. **O Ensino de Biologia e as Relações entre C/T/S**: o que dizem os professores e o currículo do Ensino Médio? Dissertação de Mestrado. Campinas: FE/ UNICAMP, 1995.

ARROYO, M. A Função social do Ensino de Ciências. **Em Aberto**, Brasília, ano 7, n.40, out/dez, 1988.

AULER, D. Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação. In: SANTOS, W.; AULER, D. (org.). **CTS e educação científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

AULER, D *et al.* Abordagem Temática: Temas em Freire e no Enfoque CTS. In: **VI ENPEC**. Florianópolis, 2007.

AULER, D. e DELIZOICOV, D. CTS: Relações estabelecidas por professores de ciências. In: **IV ENPEC**. Bauru, 1999.

AULER, D. *et al.*, Compreensões de alunos da educação básica sobre interações entre CTS. In: **V ENPEC**. Bauru, 2005.

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

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões Para a Implementação do Movimento CTS no Contexto Educacional Brasileiro. **Ciência & Educação**, v. 7, n.1, p. 1-13. Bauru, 2001.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Edições 70: Portugal, 2008.

BAUMGARTEN, M. **Conhecimento e sustentabilidade**: política de ciência, tecnologia e inovação no Brasil contemporâneo. Porto Alegre: Editora da UFRGS/Editora Sulina, 2008.

BECK, U. A. **Sociedade de Risco**. São Paulo: Editora 34, 2010.

BECK, U. A. A reinvenção da política: rumo a uma teoria da modernização reflexiva. In: BECK, U; GIDDENS, A.; LASH, S. (Orgs). **Modernização reflexiva**. São Paulo: Editora da Unesp. 1997

BERNARDO, J.R.R, VIANNA, D.; FONTOURA, H. A. Produção e consumo de energia elétrica: A construção de uma proposta baseada no enfoque CTSA. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, novembro de 2007.

BORDENAVE, J.E.D. **O que é Participação?** 8ª Ed. São Paulo: Brasiliense, 1994.

BOURDIEU, P. **Os usos sociais da ciência**: por uma sociologia cínica do campo científico. São Paulo: Editora UNESP, 2004.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN Ensino Médio**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCNs+ Ensino Médio**: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2002.

BRITO, L. D.; SOUZA, M. L. de e FREITAS, D. A busca de um diálogo sobre a natureza do conhecimento científico e a relação CTSA na formação de professores (as) de ciências e biologia. In: **IV ENPEC**. Bauru, 2003.

CABRAL, C. e BAZZO, W. A compreensão de CT e valores de professores da área tecnológica: Barreiras e caminhos para uma consciência crítica. In: **V ENPEC**. Bauru, 2005.

CACHAPUZ et al. 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 ENPEC**. Bauru, 2005.

CARLETTO, M. R.; VON LINSINGEN, I.; DELIZOICOV, D. Contribuições a uma educação para a sustentabilidade. **I Congresso Ibero-americano de Ciência, Tecnologia, Sociedad y Inovación CTS+I**, Mesa 16, Palácio de Minería, 2006.

CARSON, R. **Primavera Silenciosa**. 1 ed. São Paulo: Gaia, 2010.

CARVALHO, I.; MION, R. e SOUZA, C. A. O desenvolvimento do conhecimento científico contribuições de Bruno Latour. In: **V ENPEC**. Bauru, 2005.

CASSAB, M. A Democracia como balizadora do Ensino das Ciências na Escola: Como discutir este desafio? **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Vol. 8, No 2, 2008.

- CHALMERS, A. L. **O que é Ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.
- COELHO, J. C.; MARQUES, C.A. A chuva ácida na perspectiva de tema social: um estudo com professores de Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 25, p.14-19, 2007.
- CRUZ, S. M. S. **Aprendizagem centrada em eventos:** uma experiência com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade no Ensino Fundamental. Tese de Doutorado. Florianópolis: CED/UFSC, 2001.
- CRUZ, S. M. S.; ZYLBERSZTAJN, A. O Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade e a Aprendizagem Centrada em Eventos. In: PIETROCOLA, M. (org.). **Ensino de Física:** conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.
- CUPANI, A. Compreendendo melhor a Racionalidade da Ciência. In: PIETROCOLA, M.; FREIRE, O. (org.). **Filosofia, Ciência e história:** uma homenagem aos 40 anos de colaboração de Michel Paty com o Brasil. São Paulo: Discurso Editorial, 2005.
- CUPANI, A. La peculiaridad del conocimiento tecnológico. **Scientae Studia**, São Paulo, v. 4, n. 3, p. 353-71, 2006.
- CUTCLIFFE, S. Ciencia, tecnología y sociedad: un campo interdisciplinar, In: MEDINA, M. y SANMARTÍN, J. (eds.) **Ciencia, tecnología y sociedad:** Estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública, Barcelona: Anthropos, 1990.
- CZELUSNIAK, V.A.; CORDEIRO, V.M.C.; DERGINT, D.E.A. Contribuições dos quadros teóricos da Tríplice Hélice e dos Estudos da Ciência, Tecnologia e Sociedade para Políticas de Inovação Tecnológica na América Latina. **VIII Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y Tecnología**, Buenos Aires, 2010.
- DAGNINO, R. 'Ciência e tecnologia para a cidadania' ou Adequação Sociotécnica com o Povo? Campinas. UNICAMP: Departamento de Política Científica e Tecnológica; Grupo de Análise de Políticas de Inovação. Unicamp. 2008c. Disponível em: http://www.ige.unicamp.br/gapi/AST_COM_O_POVO.pdf.
- DAGNINO, R. A relação universidade-empresa no Brasil e o "argumento da hélice tríplice". **Revista Brasileira de Inovação**. v. 2. n. 2. Julho. Brasília, 2003.
- DAGNINO, R. As Trajetórias dos Estudos sobre Ciência-Tecnologia-Sociedade e da Política Científica e Tecnológica na Ibero-América. **Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.1, n.2, 3-36, jul. de 2008a.
- DAGNINO, R. **Ciência e Tecnologia no Brasil:** o processo decisório e a comunidade de pesquisa. Campinas: Editora da Unicamp, 2007a.
- DAGNINO, R. **Neutralidade da Ciência e Determinismo Tecnológico:** um debate sobre a tecnociência. Campinas: Editora da Unicamp, 2008b.
- DAGNINO, R. Os modelos cognitivos das políticas de interação universidade – empresa. **Convergencia Revista de Ciencias Sociales**, núm. 45, 2007, Universidad Autónoma del Estado de México, 2007b.

DAGNINO, R.; THOMAS, H.; DAVYT, A. El Pensamiento em Ciencia, Tecnología y Sociedad em Latinoamérica: una interpretación política de su trayectoria. In: DAGNINO, R.; THOMAS, H. **Ciência, Tecnologia e Sociedade**: uma reflexão latino-americana. Taubaté: Cabral Editora e Livraria Universitária, 2003.

DELIZOICOV, D. e ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1990.

DELIZOICOV, D. Pesquisa em Ensino de Ciências como ciências humanas aplicadas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.21, p.145-175, 2004.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências**: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002.

DIAS, R.; DAGNINO, R. Políticas de Ciência e Tecnologia: Sessenta anos do relatório Science: the Endless Frontier, **Avaliação**: Revista da Rede de Avaliação Institucional da Educação Superior. V.11, n2, jun de 2006.

DIOGO, R. C. e GOBARA, S. T. Educação e ensino de Ciências Naturais/Física no Brasil: do Brasil Colônia à Era Vargas. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 89, n. 222, p. 365-383, maio/ago de 2008.

DORI, YJ.; HERSCOVITZ, O. Question Posing Capability as an alternative evaluation method: Analysis of an environmental case study. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 36, n. 4, p. 411-430, 1999.

DUSEK, V. **Filosofia da Tecnologia**. São Paulo, Edições Loyola, 2009.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The transformation of university-industry-government relations. 2001. **Electronic Journal of Sociology**, 5 (4). Disponível em: <<http://www.sociology.org/content/vol005.004/th.html>>. Acessado em: 03 de abril de 2008.

FEENBERG, A. O que é filosofia da tecnologia? In: NEDER, R. (org.) **Andrew Feenberg**: racionalização democrática, poder e tecnologia. Brasília: Centro de Desenvolvimento Sustentável/UnB, 2010.

FERREIRA, N. S. de A. As Pesquisas denominadas “Estado da Arte”. **Educação & Sociedade**, ano XXIII, nº 79, p. 257-272. ago/2002.

FLECK; L. **La gènesis y desarrollo de um hecho científico**. Trad. de Luis Meana. Madrid: Alianza Editorial, 1986.

FONSECA, A. B. Ciência, Tecnologia e desigualdade social no Brasil: contribuições da Sociologia do conhecimento para a educação em Ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vol. 6, Nº 2, 364-377, 2007.

FORGIARINI, M. e AULER, D. A abordagem de temas polêmicos no currículo da EJA: O caso do “florestamento” no RS. In: **VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis, 2007.

FREIRE, P. **Pedagogia da Indignação**: cartas pedagógicas e outros escritos. São Paulo: Editora UNESP, 2000.

FREIRE, P. **Conscientização**: teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire. São Paulo: Cortez & Moraes, 2006.

- FREIRE, P. **Educação como prática de liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1982.
- FREIRE, P. **Extensão ou Comunicação?** 4 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.
- FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- FREIRE, P.; SHOR, I. **Medo e Ousadia - O Cotidiano do Professor**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1986.
- FREITAS, M. C.; BICCAS, M. S. **História Social da Educação no Brasil (1926 - 1996)**. São Paulo: Cortez, 2009.
- GALEGHER, J.J. A broader base for science education. **Science Education**, v. 55, p. 329-338, 1971.
- GARCÍA, M. I. G.; SEDEÑO, E. P. Ciencia, Tecnología y Género. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación**. n.2. 2002.
- GARCÍA, M. I. G.; CEREZO, J. A.L. & LUJÁN, J. L. **Ciência, tecnologia y sociedad**. Uma introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madrid: Tecnos, 1996.
- GERALDES, E.; SOUSA, J. As contribuições de Karl Marx e Max Weber sobre a autonomia/não autonomia da ciência e tecnologia. **Ciências & Cognição**. v. 13, nº 1, Brasil, 2008.
- GONÇALVES, F. P. Ensino de Ciências na Educação de Jovens e Adultos: A tecnologia em discursos de inovação curricular. In: **VI ENPEC**. Florianópolis, 2007.
- GONZALEZ, I.M. **Conceitos e valores que fundamentam a tomada de decisão de estudantes no Ensino Médio sobre o uso de substâncias psicoativas**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, UFBA, 2011.
- HABERMAS, J. **Técnica e Ciência como 'Ideologia'**. Edições 70, 1968.
- HERRERA, A. Novo enfoque do desenvolvimento e o papel da ciência e da tecnologia. In: DAGNINO, R.; THOMAS, H. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: uma reflexão latino-americana**. Taubaté: Cabral Editora e Livraria Universitária, 2003.
- HOBBSBAWM, E. **Era dos Extremos: o breve século XX: 1914-1991**. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.
- HOLMAN, J.; Editor's introduction: Science-technology-society education. **International Journal of Science Education**, v. 10, n. 4, p.343-345, 1988.
- HURD, P.D. Science, technology and society: New goals for interdisciplinary science teaching. **The Science Teacher**, v. 42, n. 2, p. 27-30, 1975.
- JAPIASSU, H. As máscaras da ciência. **Ciência da Informação**, Rio de Janeiro, 6(1), p. 13-15, 1977.

- JAPIASSU, H. **Ciência e destino humano**. Rio de Janeiro, Himago, 2005.
- JAPIASSU, H. **Como nasceu a ciência moderna: e as razões da filosofia**. Rio de Janeiro: Imago, 2007.
- JAPIASSU, H. **Francis Bacon, o Profeta da Ciência Moderna**. São Paulo: Letras &. Letras, 1995.
- JAPIASSU, H. **Um desafio à educação: repensar a pedagogia científica**. São Paulo: Ed. Letras & Letras, 1999.
- KOEPSEL, R. **CTS no Ensino Médio: aproximando a escola da sociedade**. Dissertação de Mestrado. Florianópolis: CED/UFSC, 2003.
- KRASILCHIK, M. Caminhos do Ensino de Ciências no Brasil. **Em Aberto**. Brasília: ano 11, n. 55, p. 5-8, 1992.
- KRASILCHIK, M. Ensinando Ciências para assumir responsabilidades sociais. **Revista de Ensino de Ciências**, no 14, Setembro de 1985.
- KRASILCHIK, M. Formação de professores e ensino de ciências: tendências nos anos 90. In: MENEZES, L. C. (Org.). Formação continuada de professores no contexto Iberoamericano. São Paulo: NUPES, p.135-140, 1996.
- KRASILCHIK, M. **Professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EPU/EDUSP, 1987.
- KUHN, T. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo, Editora Perspectiva, 1982.
- LACEY, H. **Valores e atividade científica 2**. São Paulo: Associação Filosófica Scientiae Studia/Editora 34, 2010.
- LAMO DE ESPINOSA, Emilio; GARCÍA, José; ALBERO, Cristóbal. **La Sociología del Conocimiento y de la Ciencia**. Madrid: Alianza, 1994.
- LATOUR. B.; WOOLGAR, S. **A vida de laboratório - a produção de fatos científicos**. Rio de Janeiro: Relume Dumará. 1979.
- LEDERMAN, N. G. Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 26, n. 9, p. 771-783, 1992.
- LEMGRUBER, M. S. Um panorama da Educação em Ciências. **Educação em Foco**, v. 5, n. 1, p. 13-28, 2000.
- LIDERMANN, R. H.; MUENCHEN, C.; GONÇALVES, F. P. e GEHLEN, S. T. Biocombustíveis e o ensino de ciências: Compreensões de professores que fazem pesquisa na escola. In: **VI ENPEC**. Florianópolis, 2007.
- LIMA FILHO, D. L. A “era tecnológica” entre a realidade e a fantasia: reflexões a partir dos conceitos de trabalho, educação e tecnologia em Marx. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, número especial, p. 83-92, ago.2010.
- LORENZINI, J. M. e BAZZO, W. O aspecto coletivo da engenharia na formação da prática profissional. In: **V ENPEC**. Bauru, 2005.

MALDANER, O. A. Situações de Estudo no Ensino Médio: nova compreensão de educação básica. In: NARDI, R. (org.). **Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil**: alguns recortes. Escrituras. São Paulo, p. 237-253, 2007.

MARCONDES, M. E. *et al.*, Materiais instrucionais numa perspectiva CTSA: Uma análise de unidades didáticas produzidas por professores de Química. In: **VI ENPEC**. Florianópolis, 2007.

MARTÍNEZ, L. e ROJAS, D. A. P. Estrategia pedagógica y didáctica desde el enfoque CTSA, a partir de las fumigaciones con glifosato. In: **V ENPEC**. Bauru, 2005.

MARTINS, I.P. (Org.) **O Movimento CTS na Península Ibérica**. Aveiro: Universidade de Aveiro, 2000.

MEGID NETO, J. **Tendências da pesquisa acadêmica sobre o ensino de ciências no nível fundamental**. Tese de Doutorado: Faculdade de Educação – UNICAMP, 1999.

MIRANDA, A.L. **Da Natureza da Tecnologia**: Uma Análise filosófica sobre as dimensões ontológica, epistemológica e axiológica da tecnologia moderna. Dissertação de Mestrado: Programa de Pós Graduação em Tecnologia: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, 2002.

MITCHAM, C., **Thinking Through Technology**, The Path Between Engineering and Philosophy, Chicago: University of Chicago Press, 1994.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, 9 (2), p. 191-211, 2003.

MORAES, R.; GALLIAZZI, M. do C. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí, Editora Unijuí, 2007.

MORAIS, R. de. **Evoluções e revoluções da ciência**. Campinas, Alinea Editora, 2007.

MOREIRA, M.A. Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 22, no. 1, Março, 2000.

MORIN, E. **Rumo ao abismo?** Ensaio sobre o destino da humanidade. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

MORIN, E. **Ciência com consciência**. 8ª ed. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

MORIN, E. **Educar na era planetária**: o pensamento complexo como método de aprendizagem no erro e na incerteza humana. São Paulo: Cortez, Brasília, DF: UNESCO, 2009.

MUENCHEN, C.; AULER, D. Articulações entre os pressupostos do educador Paulo Freire e do movimento CTS: Enfrentando desafios no contexto da EJA. In: **VI ENPEC**. Florianópolis, 2007.

MUENCHEN, C. *et al.* Enfoque CTS: Configurações Curriculares Sensíveis a Temas Contemporâneos. In: **IV ENPEC**. Bauru, 2005.

NASCIMENTO, T. G.; VON LINSINGUEN, I. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. **Convergencia**, n. 42, p. 81-104, Sept-Dec, Mexico, 2006.

NOVAES, H.; FRAGA, L. Tecnologia, Educação e Autogestão: Apontamentos iniciais para um estilo alternativo de desenvolvimento para a América Latina. **VIII Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología**, Buenos Aires, 2010.

OLIVEIRA, M.B. Desmercantilizar a tecnociência. In: SANTOS, B. S. (org.). **Conhecimento prudente para uma vida decente**: “Um discurso sobre as ciências” revisitado. Porto, Edições Afrontamento, 2003.

OLIVEIRA, A.M. **O Ensino do tema polímeros na perspectiva da educação dialógica com enfoque CTS**: reflexões e ações. Dissertação de mestrado: Programa de Pós Graduação do Mestrado em Ensino de Ciências, UFMS, 2010.

OSORIO, C. Enfoques sobre la tecnología. **Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y innovación**. n. 2, Enero – Abril, 2002

PACEY, A. **La cultura de la tecnología**. Cidade do México: Fondo de Cultura Económica, 1990.

PERUZZI, H. B. U. e TOMAZELLO, M. G. C. O que pensam os estudantes sobre CTS: a influencia do processo escolar. In: **II ENPEC**. Valinhos, 1999.

PESSOA JR., O. **Filosofia e Sociologia da Ciência**: Uma Introdução. 1993. Disponível em: <http://www.cfh.ufsc.br/~wfil/sociociencia.htm>.

PIERSON, A. H. C. **O Cotidiano e a Busca de Sentido para o Ensino de Física**. Tese de Doutorado. São Paulo: FE/USP, 1997.

PINHEIRO, N. A. M. e BAZZO, W. Ciência tecnologia e sociedade no ensino médio: refletindo sobre a contribuição do conhecimento matemático. In: **IV ENPEC**. Bauru, 2003.

PINHEIRO, N. A., SILVEIRA, R. M. F. E BAZZO, W. A. O enfoque CTS no ensino médio. In: **V ENPEC**. Bauru, 2005.

PINHEIRO, T. C. WESTPHAL, e PINHEIRO, T. F. Abordagem CTS e os PCN-EM: uma nova proposta metodológica ou uma nova visão de mundo? In: **V ENPEC**. Bauru, 2005.

PINTO, A. V. Entrevista. **Revista de Cultura**, n. 6, ano 64, Rio de Janeiro, Vozes, 1970.

PINTO, A. V. **O conceito de tecnologia**. Rio de Janeiro, Contraponto, 2005.

PONTUSCHKA, N. (org.). **Ousadia no diálogo** – Interdisciplinaridade na escola pública. São Paulo: Edições Loyola, 1993.

POPPER, K. **Conjecturas e Refutações**. Brasília, Editora UnB, 2ª edição, 1982.

PRIGOGINE, I. **O fim das certezas**: tempo caos e as leis da natureza. São Paulo: Editora da UNESP, 1996.

QUINTANILLA, M. **Tecnología**: un enfoque filosófico. Madri: FUNDESCO, 1988.

RADNITZKY, G. **Fundamental Schools of Metascience**. Göteborg: Akademiforlaget, 1970.

REGO, R. M. do, *et al.* Pensar o Ensino de Ciência a partir do cotidiano: Uma abordagem CTS. In: **VI ENPEC**. Florianópolis, 2007.

REIS, J.C.; SOUZA, S.R.; BISCH, M.S. Reconhecimento do céu na formação continuada de professores do ensino Fundamental em Ciências. In: Atas do **VI ENPEC**. Florianópolis, 2007.

RIOS, E., SOLBES, J. Las relaciones CTSA en la enseñanza de la tecnología y las ciencias: una propuesta con resultados. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vol. 6 Nº 1, 2007.

RODRIGUES JR, L. Karl Mannheim e os problemas epistemológicos da sociologia do conhecimento: é possível uma solução construtivista? *Episteme*, Porto Alegre, n. 14, p. 115-138, jan./jul. 2002.

ROSO, C.; DALMOLIN, A.; AULER, D. Práticas Educativas Balizadas por Freire e CTS. **VIII ENPEC**. Campinas, 2011.

SALÉM, S.; KAWAMURA, M.R. Ensino de Ciências: algumas características e tendências da pesquisa. **V ENPEC**, Bauru, 2005.

SALEM, S.; KAWAMURA, M. R., Contribuição para a caracterização da Pesquisa em Ensino de Ciências. In: **X EPEF**. Londrina, 2006.

SALEM, S.; KAWAMURA, M. R., O estado da arte dos estados da arte da pesquisa em Ensino de Física, **VII ENPEC**, Florianópolis, 2009.

SANMARTÍN, J.; LUJÁN, J.L. Educación en ciencia, tecnología y sociedad. In: SANMARTÍN, J. *et al.* (Eds.): **Estudios sobre ciencia y tecnología**, pp. 67-84. Barcelona: Anthropos, 1992.

SANTOS, B.S. **Um discurso sobre as Ciências**. Porto: Edições Afrontamento, 15 ed. 2007.

SANTOS, B.S. Da sociologia da ciência à política científica. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, 1, junho de 1978.

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

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. A dimensão social do ensino de química – um estudo exploratório da visão de professores. In: **II ENPEC**. Valinhos, 1999.

SANTOS, W. L. P. dos. **O ensino de química para formar o cidadão**: principais características e condições para a sua implantação na escola secundária brasileira. Dissertação de Mestrado. Campinas: UNICAMP, 1992.

SANTOS, 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, 2008.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio**. v. 2, n. 2, Dez, p. 1-23, 2000.

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

SAUERWEIN, I.; TERRAZAN, E. A utilização do referencial teórico de Paulo Freire na compreensão de um processo de acompanhamento da prática pedagógica de professores de física. In: **V ENPEC**. Bauru, 2005.

SAVIANI, D. **Escola e Democracia**. Campinas: Autores Associados, 2005.

SAVIANI, D. **História das Idéias Pedagógicas no Brasil**. São Paulo, Autores Associados, 2008.

SCHWARTZMAN, S. A ciência da ciência. **Ciência Hoje**. Rio de Janeiro, SBPC, v. 2, n. 11, p. 54-59, Março-Abril, 1984.

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. Florianópolis: PPGCT/UFSC, 2004.

SHINN, T.; RAGOUET, P. **Controvérsias sobre a ciência**. São Paulo, Editora 34, 2008.

SILVA, L. F. **Ciência e Tecnologia como Barbacã do Capitalismo**: um ensaio sobre a não-neutralidade. Dissertação de Mestrado: Instituto de Geociências, UNICAMP, 2003.

SILVA, T. T. da. **Documentos de Identidade**: uma introdução às teorias do currículo. 3ª ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.

SILVA, A. F. G. **A construção do currículo na perspectiva popular crítica: das falas significativas às práticas contextualizadas**. Tese de Doutorado. PUC/SP, São Paulo, 2004.

SILVA, M. G. L. e BELTRAN NUÑEZ, I. e MARTINS, A. (Re)Leitura de material didático no enfoque CTS por professores do ensino médio. In: **V ENPEC**. Bauru, 2005.

SILVA, M. J. **O Ensino CTS Através de Revistas de Divulgação Científica**. Dissertação de Mestrado. Florianópolis: PPGCT/UFSC, 2005.

SILVEIRA, R. M. e BAZZO, W. Ciência, tecnologia e suas relações sociais: A percepção de geradores de tecnologia e suas implicações na educação tecnológica. In: **VI ENPEC**. Florianópolis, 2007.

STRIEDER, R. **Abordagem CTS e Ensino Médio**: Espaços de Articulação. Dissertação de Mestrado. São Paulo: IFUSP, 2008.

STRIEDER, R. B.; WATANABE, G.; GEHLEN, S.T. Abordagem de temas no ensino médio: compreensões de professores de Física. Aceito para apresentação no **XII EPEF**. Águas de Lindóia, 2010.

SUTIL, N. *et al.* CTS e CTSA em periódicos nacionais em ensino de Ciências/Física (2000-2007): considerações sobre a prática educacional em Física. In: **XI EPEF**. Curitiba, 2008a.

TAKAHASHI, R.H.C. **A estrutura do conhecimento tecnológico do tipo científico**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2009.

TEIXEIRA, P. M. M., Educação científica e movimento CTS no quadro das tendências pedagógicas no Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, 2003.

TRIGUEIRO, M.G.S. O que foi feito de Kuhn? O construtivismo na sociologia da ciência: considerações sobre a prática das novas biotecnologias. In: SOBRAL, F.; MACIEL, M.L; TRIGUEIRO, M.G.S. (Orgs.) **A Alavanca de Arquimedes**: ciência e tecnologia na virada do século. Brasília: Paralelo 15, 119-142, 1997.

TRIVELATO, S. L. F. **C/T/S: Mudanças Curriculares e Formação de Professores**. Tese de Doutorado. São Paulo: FE/USP, 1993.

VACCAREZZA, L. S. Ciência, tecnologia e sociedade: o estado da arte na América Latina. In SANTOS, L. W. et al. (org.). **Ciência, tecnologia e sociedade**: o desafio da interação. Londrina: IAPAR, 2004.

VACCAREZZA, L. S. Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en América Latina. **Revista Iberoamericana de Educación**, n.18, set-dez, 1998.

VANNUCCHI, A. I. **História e Filosofia da Ciência**: da teoria para a sala de aula. Dissertação de Mestrado, USP: Instituto de Física e Faculdade de Educação, 1996.

VARGAS, M. **Para uma filosofia da tecnologia**. São Paulo: Editora Alfa-Omega, 1994.

VOGT, C.; POLINO, C. **Percepção Pública da Ciência**: resultados da pesquisa na Argentina, Brasil, Espanha e Uruguai. Campinas: Editora da UNICAMP, São Paulo: FAPESP, 2003.

VON LINSINGEN, I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, novembro de 2007.

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**, pp. 42-75. Barcelona: Anthropos, 1990.

WINNER, L., **Tecnología Autónoma**, Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A. 1979.

ZANETIC, J. **Notas de Aula sobre Gravitação**. IFUSP, 2006.

ZAUTH, G.; HAYASHI, M.C.P.I. A perspectiva freireana e o movimento CTS na pesquisa acadêmica: um recorte a partir do Google Acadêmico em 2010. **IV Simpósio Nacional de Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, 2011.

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

ZOTTI, S. A. **Sociedade, educação e currículo no Brasil**: dos jesuítas aos anos de 1980. Campinas: Editores Associados, 2004.