

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
DOUTORADO EM EDUCAÇÃO: ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS**

**INTERAÇÕES ENTRE CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE
NO CONTEXTO DA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE
CIÊNCIAS**

Décio Auler

Florianópolis - SC, 2002

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
DOUTORADO EM EDUCAÇÃO: ENSINO DE CIÊNCIAS
NATURAIS

**INTERAÇÕES ENTRE CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE
NO CONTEXTO DA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE
CIÊNCIAS**

Tese apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Educação da
Universidade Federal de Santa
Catarina para obtenção do grau de
Doutor em Educação

DOUTORANDO:

Décio Auler

ORIENTADOR:

Prof. Dr. Demétrio Delizoicov

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. Sílvia L. F. Trivelato

Prof. Dr. Renato Dagnino

Prof. Dr. Arden Zylbersztajn

Prof. Dr. Carlos Alberto Marques

Florianópolis - SC, abril de 2002



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE DOUTORADO EM EDUCAÇÃO**

**"INTERAÇÕES ENTRE CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE NO
CONTEXTO DA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS"**

**Tese submetida ao Colegiado do
Curso de Pós-Graduação em
Educação do Centro de Ciências da
Educação em cumprimento parcial
para a obtenção do título de Doutor
em Educação.**

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA em 12/04/2002

Dr. Demétrio Delizoicov Neto (CED/UFSC - Orientador)

Demétrio

Dra. Sílvia Luzia Frateschi Trivelato (USP/SP - Examinadora)

Sílvia Luzia

Dr. Renato Dagnino (UNICAMP/SP - Examinador)

Renato Dagnino

Dr. Arden Zylbersztajn (CFM/UFSC - Examinador)

Arden Zylbersztajn

Dr. Carlos Alberto Marques (CED/UFSC - Examinador)

Carlos Alberto Marques

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

Dr. Walter Antonio Bazzo (CTC/UFSC - Suplente)

Bianchetti

**Prof. Dr. Lucídio Bianchetti
Coordenador do PPGE/CED/UFSC**

Décio Auler

Florianópolis, Santa Catarina, Abril de 2002

AGRADECIMENTOS

Ao Demétrio, amigo e companheiro, pela liberdade concedida na caminhada, pela segurança transmitida na orientação;

A todos que assumiram minhas atividades , na UFSM, durante meu afastamento, particularmente ao Eduardo e Fábio;

Aos professores integrantes desta pesquisa;

À sociedade brasileira que, através da CAPES, financiou este trabalho.

Dedico,

À Neiva, ao Gustavo e...

**pelos sonhos e alegrias
compartilhadas,**

**pelas minhas angústias e
frustrações suportadas;**

Aos meus pais,

**cujo amor, sacrifício e
dedicação**

não foram em vão.

SUMÁRIO

RESUMO	I
ABSTRACT	II
APRESENTAÇÃO	1
CAPÍTULO 1. UMA CONCEPÇÃO PROGRESSISTA DE EDUCAÇÃO	7
1.1. Orientações Predominantes no Ensino de Ciências Naturais.....	9
1.2. O Viés Freiriano e a Formação de Professores de Ciências Naturais.....	13
1.3. Papel dos Conteúdos numa Concepção Progressista de Educação.....	16
CAPÍTULO 2. SURGIMENTO HISTÓRICO E REPERCUSSÕES, NO CONTEXTO EDUCACIONAL, DO MOVIMENTO CTS	22
2.1. Surgimento Histórico do Movimento CTS.....	24
2.2. O Movimento CTS no Campo Educacional.....	31
2.3. Contextualização dos Resultados da Pesquisa: Buscando Interações entre CTS no Contexto Educacional Brasileiro.....	40
CAPÍTULO 3. O CONTEXTO BRASILEIRO	47
3.1. Desvinculação da Investigação Científico-Tecnológica do Setor Produtivo-Industrial.....	49
3.2. Obstáculos à Definição de uma Política Científico-Tecnológica.....	52
3.2.1. Obstáculos Estruturais.....	54
3.2.1.1. Modelo Primário Exportador.....	54
3.2.1.2. Industrialização Via Substituição das Importações.....	55
3.2.1.3. Concentração de Renda.....	56
3.2.1.4. A Globalização e a Abertura Neoliberal.....	57
3.2.2. Obstáculo Institucional: Modelo Ofertista Linear.....	58
3.3. Elementos para a Discussão de uma PCT para o Brasil.....	62
CAPÍTULO 4. NEUTRALIDADE X NÃO NEUTRALIDADE DA CT	70
4.1. Ciência e Tecnologia: Semelhanças, Diferenças e Imbricações.....	71

4.2. Não Neutralidade da CT.....	78
4.2.1. O direcionamento dado à atividade científico-tecnológica (processo) resulta de decisões políticas	78
4.2.2. A apropriação do conhecimento científico-tecnológico não ocorre de forma eqüitativa. É o sistema político que define sua utilização.....	81
4.2.3. O conhecimento produzido não é resultado apenas dos tradicionalis fatores epistêmicos: lógica + experiência.....	86
4.2.4. O aparato ou produto tecnológico incorpora, materializa interesses de sociedades ou de grupos sociais hegemônicos.....	88
4.3. Uma Outra Concepção de CTS.....	93
4.3.1. Questionamento da Concepção Tradicional, Linear de Progresso.....	93
CAPÍTULO 5. DISCUSSÃO E PROBLEMATIZAÇÃO DOS MITOS.....	98
5.1. Problematização/Superação do Modelo de Decisões Tecnocráticas	100
5.2. Problematização/Superação da Perspectiva Salvacionista da CT	106
5.3. Problematização/Superação da Concepção do Determinismo Tecnológico.....	113
CAPÍTULO 6. ELEMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS, ANÁLISES E ENCAMINHAMENTOS.....	123
6.1. Compreensões sobre as Interações entre CTS.....	125
6.2. Elaboração e Utilização do Instrumento de Pesquisa.....	132
6.2.1. Redirecionamento e Realização das Entrevistas.....	140
6.3. Discussão.....	146
6.3.1. Endosso ao Modelo de Decisões Tecnocráticas.....	161
6.3.2. Não Endosso à Perspectiva Salvacionista da CT.....	164
6.3.3. Compreensões Próximas do Determinismo Tecnológico.....	169
6.3.4. Superdimensionamento da Ação Individual.....	172
6.4. Subsídios para a Formação.....	176
6.4.1. Por Onde Continuar?.....	177

BIBLIOGRAGIA CONSULTADA	187
ANEXO 1	196
ANEXO 2	211
ANEXO 3	215
ANEXO 4	216
ANEXO 5	217
ANEXO 6	218

RESUMO

Título: Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências

Autor: Décio Auler

Orientador: Demétrio Delizoicov

Aborda-se a necessidade de associar, ao ensino de conceitos científicos, a discussão e problematização de construções historicamente realizadas sobre a atividade científico-tecnológica e que dão origem ao que se denominou mitos. Três destas construções foram focalizadas: *superioridade do modelo de decisões tecnocráticas*, *perspectiva salvacionista da Ciência-Tecnologia* e o *determinismo tecnológico*. Estes mitos são entendidos como manifestações, originados direta ou indiretamente, da concepção de neutralidade da Ciência-Tecnologia, respaldando o modelo tradicional de progresso, segundo o qual o bem-estar social é decorrência linear do desenvolvimento científico-tecnológico. A estes mitos foram associados parâmetros, os quais, no seu conjunto, postulam a democratização da tomada de decisões em temas envolvendo Ciência-Tecnologia, apontando para a necessidade de superação das referidas construções. Os parâmetros, que expressam uma compreensão sobre as interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade, balizaram tanto a investigação da compreensão de professores de ciências sobre as interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade, como os encaminhamentos a serem considerados em programas de formação inicial e continuada de professores. Metodologicamente, a pesquisa configurou-se segundo dois eixos, complementares: a explicitação e fundamentação dos parâmetros e a realização de entrevistas semi-estruturadas, realizadas com um grupo de 20 professores de ciências. Buscou-se avaliar o pensar do conjunto dos professores em termos de aproximações e distanciamentos relativamente aos parâmetros. Como síntese da análise, pode-se apontar uma tendência no endosso ao modelo de decisões tecnocráticas, assim como um posicionamento, diante do avanço científico-tecnológico, próximo do determinismo tecnológico. Por outro lado, houve uma significativa rejeição ao mito da perspectiva salvacionista da Ciência-Tecnologia. Detectou-se, também, a presença significativa de contradições no pensar individual dos professores, aspecto atribuído, dentre outros fatores, a uma compreensão confusa, ambígua sobre a não neutralidade da Ciência-Tecnologia. Apontam-se oito dimensões a serem minimamente contempladas no processo de formação de professores e que podem contribuir para a superação destes mitos e contradições. Como exemplo, propõe-se cinco temas com os quais as dimensões apontadas serão trabalhadas na continuidade do trabalho.

Palavras-chave: Formação de Professores, Ciência-Tecnologia-Sociedade, Ensino de Ciências

ABSTRACT

Title: Interactions between Science-Technology-Society on the context of the science Teachers' formation

Author: Décio Auler

Adviser: Demétrio Delizoicov

It has been discussed the necessity to link scientific concepts teaching to discussions of historical constructions concerning the technological-scientific activity, which has been called myths. Three of these constructions were focused: *model of superiority technocratic decisions*, *the technological-science saving perspective* and *the technological determinism*. These myths are understood as demonstrations, originated direct or indirect from the conception of Science-Technology neutrality, established as support of the progress' traditional model, whose social welfare is linear consequence of the technological-scientific development. Parameters were linked to these myths that postulate, in its all, democratization in decisions involving Technological-Science themes, pointing out the necessity to surpass them. These parameters, which express a comprehension regarding the interactions between Science-Technology-Society, marked out the investigation of the science teachers' understanding concerning Science-Technology-Society' interactions as well as directions to be considered in programs of teachers' initial and continued formation. Methodologically, the research was based on two complementary points: parameters' explanation and grounding and semi-structured interviews, which were done with 20 science teachers. The interviews' objective was to evaluate teachers' thoughts as a group regarding closing and distant to parameters. As results, it can be pointed a tendency to accept the model of technocratic decisions, as well as a point of view related to the technological-scientific development, following the technological determinism. On the other hand, a significant rejection happened in relation to technological-science saving perspective. The analysis also indicated significant contradictions in teachers' individual thought due to confuse and ambiguous comprehension concerning Technology-Science non-neutrality. As a conclusion, it can be pointed eight dimensions that should be contemplated in the teaching formation in order to contribute to surpass these myths and contradictions. As example, five themes are proposed to continue this study.

Key words: Teachers' formation, Science-Technology-Society, science teaching

APRESENTAÇÃO

A partir do pressuposto que a história não chegou ao final e que as ideologias não morreram, a formação de professores, numa perspectiva não alinhada ao pensamento único, é altamente desafiadora.

O espaço escolar, principal local de atuação desses professores, não tem ficado imune às idéias hegemônicas presentes na sociedade contemporânea. Este está sendo conformado por idéias como performance, desempenho e competência. O desequilíbrio, a favor dessas idéias, em detrimento de outras como solidariedade e ética, parece estar refletindo o fatalismo, o pragmatismo presente em práticas, quase naturalizadas, de uma competição inescrupulosa onde os “vencedores” justificam a exclusão social, da grande maioria da população, como resultado da falta de competência e de eficiência.

Interesses privados estão avançando sobre espaços públicos, supostamente para dar-lhes mais eficiência. Coerentemente, a prática pedagógica passa a ser concebida como um treinamento de competências para sobreviver nesse “*salve-se quem puder*”. O congelamento desse fatalismo/pragmatismo, o discurso ideológico¹ negador de sonhos e de utopias parece ser o motor, lastreando as ações no campo educacional. É a lógica econômica, superdimensionada, definindo os rumos da política educacional.

Na busca de outros horizontes, sinalizando para um ensino de ciências inserido numa concepção transformadora, progressista de educação, a inclusão da questão “*por que ensinar ciências?*”, no processo de formação de professores, dimensão geralmente secundarizada ou desconsiderada, é desafiadora, remetendo a problematizações e redirecionamentos.

Nesse sentido, busca-se respaldar o processo de formação de professores construindo aproximações possíveis e viáveis com o referencial freiriano. Para Paulo Freire, educação relaciona-se com “*conhecimento crítico da realidade*”, com “*uma leitura crítica do mundo*”. Este se constitui no ponto central desta aproximação. Para uma leitura crítica do mundo contemporâneo, cuja dinâmica está crescentemente relacionada ao desenvolvimento científico-tecnológico, a problematização de compreensões, produzidas

¹ Relativamente à tese da morte das ideologias, na análise de Freire (1996), só ideologicamente pode-se matar as ideologias, mas é possível que não se perceba a natureza ideológica do discurso que fala de sua morte.

historicamente sobre a atividade científico-tecnológica, é considerada fundamental. A postura fatalista e a percepção ingênua da realidade, aspectos denunciados por Freire, estão relacionadas a **mitos** que, dentre outras características, são paralisantes.

A não neutralidade da Ciência-Tecnologia (CT) constitui-se no pano de fundo de uma outra concepção sobre as interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). Três construções históricas, aqui consideradas como mitos: *superioridade do modelo de decisões tecnocráticas*, *perspectiva salvacionista da CT* e o *determinismo tecnológico*, são manifestações, conforme será argumentado, originadas direta ou indiretamente, dessa concepção de neutralidade, ou do que se denominou de “mito original”.

Estes três mitos são entendidos como pilares e realimentadores do modelo tradicional de progresso, no qual o bem-estar social é concebido como conseqüência linear, causal do desenvolvimento científico-tecnológico. Parte-se do pressuposto de que este modelo representa uma síntese, uma manifestação direta ou indireta da presumida neutralidade da CT.

Assim, no presente trabalho, discute-se formação de professores de ciências na perspectiva de associar, ao ensino de conceitos científicos, a problematização destas construções, destes mitos sobre as interações entre CTS. Em outros termos, o ensino de ciências deve, também, propiciar a compreensão do entorno da atividade científico-tecnológica, potencializando a participação de mais segmentos, da sociedade civil, não apenas na avaliação dos impactos pós-produção, mas, principalmente, na definição de parâmetros em relação ao desenvolvimento científico-tecnológico. Participando, dessa forma, no direcionamento, ou seja, na definição da agenda de investigação.

A postulação de uma participação mais substancial, de mais atores sociais, justifica-se por vários motivos: a) muitos dos graves problemas sociais contemporâneos não são solúveis utilizando apenas critérios científico-tecnológicos, considerando que estes estão configurados dentro de determinadas relações sociais; b) o direito que a sociedade, como um todo, possui de participar em definições que envolvem seu destino; c) o atual direcionamento, a definição da agenda de investigação, dá-se, cada vez mais, de tal forma que sejam ativados, seletivamente, aqueles campos de investigação, a exemplo da biotecnologia, encaixáveis na lógica da maximização do lucro privado, relegando aqueles não imediatamente rentáveis. Essa dinâmica, no início, fortemente marcada pelo complexo

militar-industrial, tem gerado, desde a década de 60 do século passado, insatisfações e a perda de confiança, de parcela da sociedade, no avanço científico-tecnológico, aspectos contemporaneamente potencializados, por exemplo, pela emergência dos produtos geneticamente modificados e da denominada doença da “vaca louca”. A participação maior, do conjunto da sociedade, num possível redirecionamento desse avanço científico-tecnológico, é defendida, aqui, como um elemento importante para a reconquista da confiança.

Contudo, este postulado ensino de ciências exige determinada compreensão sobre as interações entre CTS. Neste ponto, situa-se o problema desta investigação: que dimensões, aspecto que inclui o pensar dos professores, relativamente às interações entre CTS, necessitam ser trabalhadas, problematizadas, no processo de formação inicial e continuada de professores de ciências, quando se busca contemplar estas interações no processo educacional?

Dentre os principais objetivos, desta investigação, situam-se:

- Fundamentar uma concepção sobre as interações entre CTS;
- Definir e fundamentar parâmetros que caracterizem essa concepção;
- Avaliar compreensões, lacunas e dimensões que precisam ser trabalhadas e/ou problematizadas para que a compreensão dos professores se aproxime dos parâmetros definidos;
- Identificar e discutir temáticas significativas que possam auxiliar no processo de formação de professores;
- Indicar estratégias para a formação de professores.

Metodologicamente, a pesquisa estrutura-se segundo dois encaminhamentos complementares: seleção, explicitação e fundamentação de parâmetros sobre as interações entre CTS e, um segundo, conduzido através de entrevistas semi-estruturadas com um grupo de professores de ciências.

O conjunto dos parâmetros, postulando a democratização das decisões sobre temáticas vinculadas à CT e apontando para os mitos a serem problematizados, superados; além de expressarem determinada compreensão para o ensino de CTS, no Brasil, são úteis, de um lado, enquanto balizadores da reflexão sobre a compreensão dos professores em

relação às interações entre CTS. De outro, constituem-se em eixo estruturador para a programação na formação de professores, na perspectiva do enfoque CTS, no sentido de indicar aspectos que necessitam ser contemplados.

Com a realização das entrevistas semi-estruturadas, dinamizadas mediante um diálogo sobre temáticas contemporâneas vinculadas à CT, processo que possui alguma semelhança com o *levantamento preliminar*, etapa que integra a investigação temática proposta Freire (1987), busca-se identificar dimensões a serem contempladas no processo formativo, com especial atenção àquelas compreensões mais próximas dos mitos, portanto, distantes dos parâmetros.

Ao longo do trabalho, apontam-se indicativos de que posições, sobre as interações entre CTS, assumidas pelos professores, bem como as contradições presentes em seu pensar, devem estar relacionadas à ausência de espaços e de oportunidades para uma reflexão crítica sobre temas contemporâneos. Nesse sentido, a análise crítica realizada, neste trabalho, não se refere à pessoa do professor, cuja atuação profissional se dá em condições bastante adversas. Mas, acima de tudo, a uma visão sobre estas interações considerada pouco consistente. Assim, conhecer o pensar do professor coloca-se na perspectiva de respaldar ações, contribuindo para a busca de espaços e encaminhamentos para, de um lado, problematizar e, se possível, superar compreensões pouco consistentes. De outro, sinalizar para a superação de lacunas possivelmente presentes no processo formativo, ou seja, na formação inicial.

O processo de conhecer e problematizar acontece em momentos dinamicamente complementares. Nesta pesquisa, predomina o conhecimento bem como a identificação e discussão de dimensões relevantes, entre as quais temáticas significativas que possam auxiliar no processo de formação de professores. Após o doutorado, no retorno às atividades normais na UFSM, através da utilização das temáticas identificadas e dos encaminhamentos sinalizados, predominará o processo de problematização, aspecto que integra a caminhada na busca de novas práticas político-pedagógicas para o ensino de ciências naturais.

Assim, no capítulo 1, discute-se uma concepção progressista de educação, situando o ensino de ciências nesse contexto. Também são analisadas três orientações ou tendências

historicamente predominantes no âmbito do ensino de ciências naturais. Ao final, é enfocado o papel dos conteúdos nesta concepção progressista.

O capítulo 2 apresenta um panorama sobre o surgimento histórico do denominado movimento CTS e sua repercussão junto ao ensino de ciências naturais, pautado, principalmente, em literatura vinculada à tradição européia e norte-americana. A tentativa de contextualização de alguns elementos dessa revisão bibliográfica, seguida de referências à emergência de iniciativas, no campo educacional, no contexto brasileiro, encerram o capítulo.

Se, no capítulo 2, as análises estiveram pautadas, predominantemente, em referenciais europeus e norte-americanos, no capítulo 3, recorre-se, basicamente, a autores latino-americanos ou, majoritariamente, brasileiros. No contexto latino-americano, é relativamente escassa a bibliografia sobre a contemplação do enfoque CTS no campo educacional. No entanto, encontra-se bibliografia que expressa uma caminhada no campo da formulação de políticas públicas para a CT. Assim comparece, neste capítulo, uma discussão sobre os obstáculos à definição de uma política científico-tecnológica autônoma. O pressuposto da não neutralidade da CT justifica a busca desse desenvolvimento autônomo, apresentando-se, nesse sentido, elementos para a discussão de uma PCT. Destaca-se que o campo educacional e o campo da formulação de políticas para CT estão bastante próximos. Próximos porque se entende que uma concepção progressista de educação deve estimular e potencializar a participação de novos atores sociais na definição dessa política para a CT.

No capítulo 4, inicialmente, discute-se semelhanças, diferenças e imbricamentos entre CT. Contudo, o aspecto central consiste na análise da não neutralidade da CT a partir de quatro dimensões, interdependentes: a) O direcionamento dado à atividade científico-tecnológica (processo) resulta de decisões políticas; b) A apropriação do conhecimento científico-tecnológico (produto) não ocorre de forma equitativa. É o sistema político que define sua utilização; c) O conhecimento científico produzido (produto) não é resultado apenas dos tradicionais fatores epistêmicos: lógica + experiência; d) O aparato ou produto tecnológico incorpora, materializa interesses, desejos de sociedades ou de grupos sociais hegemônicos.

Os já citados mitos *superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, perspectiva salvacionista da CT* e o *determinismo tecnológico* são focalizados no capítulo 5. Sua explicitação e problematização ocorre na perspectiva da construção de uma compreensão mais consistente sobre a atividade científico-tecnológica.

No capítulo 6, há uma culminância no sentido da sistematização dos elementos teórico-metodológicos assumidos como pressupostos no balizamento da pesquisa. Inicialmente, comparece uma síntese das principais tendências, relativas a compreensões de professores sobre interações entre CTS, encontradas na literatura. Apresenta-se a elaboração do instrumento de pesquisa e sua utilização, bem como avalia-se o pensar dos professores tendo-se como referência os parâmetros. Sinalizando para a continuidade do trabalho, apontam-se oito dimensões que deveriam ser minimamente contempladas no processo de formação de professores, bem como propõe-se cinco temas, com dimensões a eles associadas, vinculados ao “*levantamento preliminar*”.

1. UMA CONCEPÇÃO PROGRESSISTA DE EDUCAÇÃO

“A ideologia fatalista, imobilizante, que anima o discurso neoliberal anda solta no mundo. Com ares de pós-modernidade, insiste em convencer-nos de que nada podemos contra a realidade social que, de histórica e cultural, passa a ser ou a virar ‘quase natural’. (...) Do ponto de vista de tal ideologia, só há uma saída para a prática educativa: adaptar o educando a esta realidade que não pode ser mudada. O de que se precisa, por isso mesmo, é o treino técnico indispensável à adaptação do educando, à sua sobrevivência.”

Paulo Freire, 1996

Situa-se, neste primeiro capítulo, o ensino de ciências numa concepção progressista de educação. Argumenta-se que o referencial freiriano de educação, sua reinvenção no espaço formal da educação, é pertinente para o balizamento dessa postulação progressista, apontando para além do simples treinamento de competências e habilidades. A dimensão ética, o projeto utópico implícito em seu fazer educacional, a crença na vocação ontológica do ser humano em “*ser mais*” (ser sujeito histórico e não objeto), eixos balizadores de obra de Freire, conferem, ao seu projeto político-pedagógico, uma perspectiva de “reinvenção” da sociedade.

Neste capítulo, antes de adentrar na discussão sobre a aproximação entre o ensino de ciências e o referencial freiriano de educação, situa-se o ensino de ciências, analisando, particularmente, três orientações ou tendências historicamente predominantes, quais sejam, “*Ensino por aquisição conceitual ou por transmissão*”, “*Ensino por mudança conceitual*” e “*Ensino de ciências no pós-mudança conceitual*”. Esta última, apresentando semelhanças relativas à caminhada empreendida no presente trabalho.

Posteriormente, inserido, dando consistência a essa concepção progressista de educação, discute-se um ensino de ciências que contemple uma leitura crítica do mundo contemporâneo. Nesse sentido, no processo de formação de professores de ciências, assume-se como pressuposto a necessidade da problematização de compreensões produzidas historicamente sobre a atividade científico-tecnologia. Compreensões consideradas pouco consistentes e denominadas de mitos.

Além disso, neste capítulo, apoiado em trabalhos já realizados, é analisado o papel dos conteúdos nessa concepção de educação, nesse ensino de ciências. Defende-se a necessidade de associar o ensino de conceitos científicos ao desvelamento dessas compreensões, desses mitos sobre a atividade científico-tecnológica, sobre as interações entre CTS.

1.1. ORIENTAÇÕES PREDOMINANTES NO ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS

Nesta pesquisa de doutoramento, a discussão quanto à formação de professores dá-se na perspectiva de incorporar preocupações com objetivos educacionais, não a restringindo à dimensão metodológica. Essa pretensão coloca uma questão a ser enfrentada, seriamente, no processo de formação: “Por que ensinar ciências?”, dimensão geralmente secundarizada ou desconsiderada.

Relacionado a essa questão, Cachapuz (1999), com a conferência “*Epistemologia e Ensino de Ciências no Pós-Mudança Conceitual: Análise de um Percurso de Pesquisa*”, situou três orientações², historicamente predominantes, no ensino de ciências naturais.

A primeira, vigente até os anos 80, por esse denominada de “*Ensino por Aquisição Conceitual*”. A Segunda, tendo seu auge nos anos 80, designada de “*Ensino por Mudança Conceitual*”. A partir dos anos 90, vislumbra o que denomina de “*Orientação Pós-Mudança Conceitual*”.

A orientação “*Ensino por Aquisição Conceitual*” ou “*Ensino por Transmissão*” (EPT), apropriou-se, segundo sua análise, no campo epistemológico, do empirismo, e, em termos da psicologia da aprendizagem, do behaviorismo. Destaca Cachapuz que, no “*Ensino por Aquisição Conceitual*”, perspectiva que ainda considera predominante, presume-se que o professor possa transmitir idéias para a mente dos alunos, considerado um receptáculo. O professor “*dá a lição*” e os alunos “*armazenam e reproduzem a informação*”. Trata-se de uma pedagogia com características de repetição e memorização³. A motivação é desvalorizada, sendo o papel do erro entendido como negativo. Predomina a exposição oral. Ignora-se diferenças individuais entre os alunos. A ciência é apresentada como um corpo bem organizado de conhecimentos, objetiva, feita de certezas e, normalmente, marcada por um realismo ingênuo. O conhecimento de senso comum parece “*deslizar, sem dificuldades, para o conhecimento científico*”.

No final dos anos 70 e, sobretudo, nos anos 80, a emergência da perspectiva de “*Ensino por Mudança Conceitual*” (EMC), representou um avanço histórico em relação à orientação anterior, particularmente no que diz respeito ao ensino por transmissão. Assim,

² Essas orientações não se deram num vazio, mas vinculadas, condicionadas por uma determinada prática social, por uma dinâmica social. No capítulo 2, discutem-se essas e outras tendências, no ensino de ciências, também no contexto brasileiro, relacionando-as ao seu entorno social.

³ Tal descrição se aproxima daquilo que Freire (1987) denomina de educação bancária.

considera o EMC uma ruptura em relação ao EPT. Nessa nova orientação, no campo epistemológico, comparece a “Nova Filosofia da Ciência” (pós-positivista), enquanto que, no campo da psicologia da aprendizagem, emergem referenciais cognitivo/construtivistas. Agora, procura-se mudar os conceitos, compreender dificuldades que tal mudança exige e explorar possíveis estratégias de ensino para ajudar os alunos nesse processo. Não se busca apenas mudanças em determinado conceito, mas a “*transformação de estruturas conceituais*”. Não se aceita a idéia de um sujeito pré-constituído, mas um “*sujeito a constituir-se*”.

Essa ruptura teve implicações didático-pedagógicas significativas. Somente o fato de admitir a existência de “construções prévias” (concepções alternativas), por parte do aluno, exigiu do professor, o uso de “*novos instrumentos e estratégias de trabalho*”. Entre essas estratégias, passou a vigorar o estímulo à problematização e ao conflito cognitivo relativamente aos saberes do aluno. Também o erro recebe um novo enfoque, vinculando-o às construções prévias. A avaliação passa a ser do tipo diagnóstica/formativa.

Contudo, mesmo representando um avanço histórico significativo em relação ao EPT, segundo Cachapuz, com cerca de 15 anos de investigação didática sobre EMC, “*estamos em condições de afirmar que esta perspectiva de ensino tem limitações dificilmente ultrapassáveis*” (p. 3). Apesar de considerar positiva e endossar a perspectiva construtivista presente nessa orientação, considera que houve uma sobrevalorização na aprendizagem de conceitos, privilegiando os conteúdos enquanto fins e não enquanto meios instrucionais necessários para atingir metas educacionais mais relevantes, especialmente para aqueles que não prosseguem seus estudos em Ciências. Em outras palavras, houve um superdimensionamento na aprendizagem dos conceitos, desvalorizando metas educacionalmente e culturalmente relevantes mais ligadas aos valores, interesses cotidianos e pessoais dos alunos. Esse aspecto relaciona-se diretamente à motivação/desmotivação dos alunos.

Um terceiro aspecto problemático, citado por Cachapuz, aponta que, sob o ponto de vista estritamente didático, os resultados da investigação não permitem fundamentar a superioridade de tais perspectivas de ensino. Além disso, dificuldades na formação de professores, que viessem a atuar segundo o EMC, ajudam a explicar a reduzida adoção dessa orientação. Considerando que, em boa parte, “*ensina-se como se aprende*” e os

professores “*aprenderam*” sob a perspectiva do EPT. Também, nesse contexto, situa o fato de que a filosofia e a organização do sistema de ensino não favorecem a introdução dessa orientação.

Por último, aponta dificuldades na articulação entre investigação educacional e prática docente. Relativamente a esse desafio, coloca a necessidade de encontrar formas para conciliar a investigação “sobre” e “para” professores com a investigação “com” e, se possível, “por” professores.

Cachapuz destaca que a reflexão em curso, hoje, em escala internacional, sobre as finalidades da educação em ciência, particularmente para aqueles que não seguem estudos superiores, coloca como objetivo primordial desse ensino,

“...a compreensão da ciência, da tecnologia, do ambiente, das relações entre umas e outras e das suas implicações sociais, e, ainda, de que modo conhecimentos sociais repercutem nos objetos de estudo da ciência e da tecnologia.” (Cachapuz, 1999: 7).

Trata-se de ir além dos objetivos centrados nos conteúdos e nos processos da ciência marcados por epistemologias internalistas. A educação *em ciência* passa também a ser educação *sobre ciência*. A educação científica só tem sentido no contexto de uma educação para a cidadania⁴. O processo pedagógico, agora, não se limita à sala de aula. O meio circundante, a comunidade passam a integrar o contexto educacional⁵.

O autor considera que essa segunda ruptura⁶, em termos de orientação no ensino de ciências, é ainda mais profunda que a primeira, não estando isenta de controvérsias e

⁴ No decorrer dessa pesquisa, sempre que houver referência à formação do cidadão, a palavra cidadão, ou cidadania não se traduz, não se limita a “usuário”, “consumidor”, “comprador”. “Direitos do cidadão” e “Direitos do consumidor” não são expressões equivalentes. Não se endossa a substituição da cidadania, enquanto participação política pela participação no consumo, no mercado. Milton Santos (2000) chama a atenção para um aspecto relevante. Ele entende que, no Brasil, a oposição entre a figura do consumidor e a figura do cidadão é menos sentida, “*porque em nosso país jamais houve a figura do cidadão. As classes chamadas superiores, incluindo as classes médias, jamais quiseram ser cidadãos; os pobres jamais puderam ser cidadãos*” (p. 49-50). Entende que as classes médias foram condicionadas a apenas querer privilégios e não direitos. O pano de fundo das discussões, realizadas neste trabalho, é aquele expresso por Freire quando postula a vocação ontológica do ser humano em ser sujeito histórico.

⁵ Cachapuz situa a predominância, na década de 80, da orientação que denominou de Ensino por Mudança Conceitual. Contudo, predominância não pode significar inexistência de outros enfoques. Por exemplo, pode-se citar o trabalho de Krasilchik (1985), realizado no Brasil, já preocupado com os aspectos elencados nessa terceira orientação, bem como as práticas pedagógicas inspiradas no referencial freiriano, citadas na página 15.

⁶ Entende-se que, ao falar em ruptura, Cachapuz não esteja excluindo a construção de conceitos, pois destaca que a perspectiva construtivista continua presente. Contudo, essa construção dá-se segundo objetivos

dificuldades. Agora, no quadro de uma educação para a cidadania, não se pode ficar preso aos limites estreitos de uma disciplina. Emerge a dimensão social e ética.

Nesse contexto, situa a terceira orientação, “*Ensino de Ciências no Pós-Mudança Conceitual*”. Nesta, que não se limita à construção de conceitos, o ponto de partida para uma aprendizagem significativa devem ser “situações-problemas”, de preferência relativas a contextos reais. O surgimento dessa orientação, em termos de organização curricular, aponta para um ensino de ciências valorizando orientações do tipo Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente (C/T/S/A), em particular a variante Ambiente/Ciência/Sociedade (A/C/S), em que as “envolventes” Ambiente e Sociedade não surgem como meras aplicações, mas, pelo contrário, como ponto de partida. Nessa orientação, no campo cognitivo, a perspectiva cognitivista continua presente. No epistemológico, entra em cena uma Filosofia da Ciência de cunho externalista⁷. Além disso, está incorporada a dimensão axiológica (relativo à ética e aos valores).

diferenciados. Na conferência, anteriormente mencionada, esse autor destacou que o Ensino por Mudança Conceitual estava mais voltado para a formação de cientistas, enquanto que o enfoque CTS focaliza a formação do cidadão. Talvez seja possível extrapolar a análise de Cachapuz afirmando que a denominada primeira ruptura foi essencialmente metodológica, enquanto que a segunda uma reorientação, também, em termos de objetivos educacionais.

⁷ Na orientação anterior, segundo análise de Cachapuz, valorizou-se uma imagem de Ciência no sentido internalista. Exemplificando, no Ensino por Mudança Conceitual, pouca atenção era dada a não neutralidade da ciência.

1.2. O VIÉS FREIRIANO E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS NATURAIS

Freire fez constantes alertas no sentido de evitar, de um lado, cair na ilusão idealista que empresta à educação uma força que não tem, e, de outro, negar a ela qualquer valor antes da mudança radical das condições materiais da sociedade. Em outras palavras, falando da educação e da conscientização, para Freire (1992), “*a importância da consciência está em que, não sendo a fazedora da realidade, não é, por outro lado, como já disse, puro reflexo seu*” (p. 102). Além disso, considera que a conscientização não é uma imposição, mas uma elaboração humana.

Nesse sentido, para esse educador, educação, conscientização relaciona-se com “*conhecimento crítico da realidade*”, “*desvelamento da realidade*”, “*uma aventura desveladora*”, “*uma experiência de desocultação da verdade*”, “*um desvelamento de possibilidades*”, “*uma leitura crítica do mundo*”. **Este constitui-se no ponto central da aproximação entre o referencial freiriano e a formação de professores de ciências naturais**, defendida nesta investigação. Para “*uma leitura crítica do mundo*”, para o “*desvelamento da realidade*”, a problematização, a desmistificação de mitos, construídos historicamente, sobre as interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), como, por exemplo, a neutralidade da Ciência e da Tecnologia (CT) ou o determinismo tecnológico⁸, é fundamental, se a formação de professores for concebida numa perspectiva progressista. Sua problematização pode contribuir para uma compreensão mais crítica da realidade. Realidade não como algo estático, mas dinâmico, em cuja dinamicidade tais mitos se cristalizaram.

Freire sempre destacou a centralidade, em seu fazer educacional, da dialogicidade e da problematização. Dialógico no sentido do respeito, do diálogo entre os saberes do educando e do educador, aspecto fundamental para a problematização de situações reais, contraditórias vividas pelo educando. Coerente com essas dimensões, passou a fazer críticas agudas à educação que denominou de bancária, postulando e praticando, em substituição a essa, o que denominou de educação problematizadora⁹. Na bancária, constituindo-se num ato de depositar e consumir idéias, gera-se imobilismo, atitudes

⁸ Uma discussão mais ampla, em relação aos mitos, é realizada nos capítulos 4 e 5.

⁹ Na prática problematizadora, propõe-se aos educandos sua situação de vida como problema. Propõe-se a eles sua situação como incidência do ato reflexivo.

reacionárias, concebendo o futuro como pré-dado. Os alunos são objetos passivos da ação de outros, conformando uma postura fatalista, decorrendo uma percepção ingênua ou mágica da realidade. Em síntese, dessa forma, o processo educacional fomenta a “*cultura do silêncio*”.

Contrariamente, a educação dialógica e problematizadora, problematiza a realidade percebida de forma ingênua/mágica. Nessa concepção, a realidade é entendida de forma dinâmica, reforçando a mudança. O ser humano concebido como sujeito histórico. O aprendizado deve estar intimamente associado à compreensão crítica da situação real vivida pelo educando¹⁰. Nas palavras de Freire,

“E não se diga que, se sou professor de biologia, não posso me alongar em considerações outras, que devo apenas (grifo do autor) ensinar biologia, como se o fenômeno vital pudesse ser compreendido fora da trama histórico-social, cultural e política. Como se a vida, a pura vida, pudesse ser vivida de maneira igual em todas as suas dimensões favela, no cortiço ou numa zona feliz dos ‘Jardins’ de São Paulo. Se sou professor de biologia, obviamente, devo ensinar biologia, mas, ao fazê-lo, não posso seccioná-lo daquela trama.” (Freire, 1992: 78-79).

Nessa perspectiva, a concepção freiriana de educação, ressaltando a necessidade de sua constante “reinvenção”, desafio lançado por ele próprio, pode subsidiar a busca de possibilidades para o ensino de Ciências Naturais. As postulações freirianas, as quais encontram algumas semelhanças com aquilo que Cachapuz chamou de *Pós-Mudança Conceitual*, poderão sinalizar caminhos para o contexto brasileiro, para uma sociedade de passado colonial, sem história de participação, tendo, grande parte de sua população, enormes carências materiais, diferentemente dos países em que historicamente emergiu o denominado movimento CTS¹¹.

No entender de Freire (1987), a alfabetização não pode configurar-se como um jogo mecânico de juntar letras. Alfabetizar, muito mais do que ler palavras, deve propiciar a “*leitura do mundo*”. Leitura da palavra e “*leitura do mundo*” devem ser consideradas numa perspectiva dialética. Alfabetizar não é apenas repetir palavras, mas dizer a sua

¹⁰ Chassot (2000) afirma: “É preciso abandonar a assepsia. Há necessidade de tornar o nosso ensino mais sujo, isto é, encharcá-lo na realidade.” (p. 94).

¹¹ No capítulo 2, faz-se uma análise do surgimento histórico, dos objetivos, bem como, de outros aspectos vinculados ao movimento CTS.

palavra. A dinâmica social está, progressivamente, relacionada aos avanços no campo científico e tecnológico. Nesse sentido, considera-se que, cada vez mais, a reinvenção¹² da concepção freiriana deve incluir uma compreensão mais crítica sobre as interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), dimensão fundamental para essa “*leitura do mundo*” contemporâneo. Um avanço para além de Freire, tendo-o como inspirador.

O próprio Freire manifestou essa necessidade:

“Nunca, talvez, a frase quase feita – exercer o controle sobre a tecnologia e pô-la a serviço dos seres humanos – teve tanta urgência de virar fato quanto hoje, em defesa da liberdade mesma, sem a qual o sonho da democracia se esvai.” (Freire, 1992: 133).

O enfoque CTS, abordando as interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade, constitui-se numa possibilidade de desvelamento da realidade. Acreditar na possibilidade de decisões mais democráticas em relação à definição de políticas para a CT, equivale, hoje, à utopia, à esperança legada por Freire (1987), considerando a história como possibilidade e não como determinação. Os fatalismos de que Freire fala aparecem, hoje, por exemplo, sob as várias formas de manifestação do determinismo tecnológico – “*não podemos deter o avanço tecnológico*”; “*o desemprego no mundo é uma fatalidade do fim do século*” -. Hoje, a superação de uma percepção ingênua e mágica da realidade, de uma leitura crítica exige, mais do que ontem, uma compreensão dos sutis e delicados processos de interação entre CTS. Exige um “desvelamento” dos discursos ideológicos vinculados à CT, manifestos, muitas vezes, na defesa da entrega do destino, da sociedade, à tecnocracia. Uma realidade, uma sociedade aparentemente imobilizada, anestesiada pelo discurso pragmático, vínculo ao progresso científico e tecnológico, de não perder o trem da história.

¹²Cabe destacar a existência de várias práticas pedagógicas, no ensino de ciências naturais, realizadas por professores-pesquisadores (Angotti, 1982; Angotti, 1991; Bastos, 1990; Delizoicov, 1982; Delizoicov, 1991; Pernambuco, 1981; Pernambuco *et. al.*, 1988 e Pernambuco, 1993), balizadas pelo referencial freiriano.

1.3. PAPEL DOS CONTEÚDOS NUMA CONCEPÇÃO PROGRESSISTA DE EDUCAÇÃO

Qual o papel dos conteúdos, nessa concepção progressista, postulada para o ensino de ciências naturais? Delizoicov (1991) argumenta que o grande alvo das críticas de Freire é a educação bancária e não o desenvolvimento de conhecimentos “universais”. Salienta que a acusação de que a concepção freiriana leva ao espontaneísmo, ao esvaziamento de conteúdos, deve-se à omissão de algo central em sua obra: o processo de investigação e redução temática¹³.

Poder-se-ia considerar o desenvolvimento de “conhecimentos universais” como invasão cultural? Para Freire,

“Se não é possível defender uma prática educativa que se contente em girar em torno do ‘senso comum’, também não é possível aceitar a prática educativa que, zerando o ‘saber de experiência feito’, parta do conhecimento sistematizado do(a) educador(a).” (Freire, 1992: 59).

Condena o desrespeito ao saber de senso comum, defendendo a necessidade que têm, educadores e educadoras progressistas, de jamais subestimar ou negar os “saberes de experiência feitos”, com que os educandos chegam à escola. Considera que não é possível “tentar superá-lo sem, partindo dele, passar por ele”. Assim, a “miopia”, ou seja, subestimar ou negar os “saberes de experiência feitos” com que os educandos chegam à escola, “constuindo-se em obstáculo ideológico, provoca o erro epistemológico”. Para ele

“No fundo, isso tem a ver com a passagem do conhecimento ao nível do ‘saber de experiência feito’, do senso comum, para o conhecimento resultante de procedimentos mais rigorosos de aproximação aos objetos cognoscíveis. E fazer essa superação é um direito que as classes populares têm.” (Freire, 1992: 84).

¹³ Esse processo é constituído de cinco etapas: 1ª) **levantamento preliminar**: faz-se um levantamento das condições da localidade, onde, através de fontes secundárias e conversas informais com os indivíduos, realiza-se a “primeira aproximação” e uma recolha de dados; 2ª) **análise das situações e escolha das codificações**: faz-se a escolha de situações que encerram as contradições vividas e a preparação de suas codificações que serão apresentadas na etapa seguinte; 3ª) **diálogos descodificadores**: Os investigadores voltam ao local para os diálogos descodificadores, sendo que, nesse processo, obtém-se os temas geradores; 4ª) **redução temática**: consiste na elaboração do programa a ser desenvolvido na 5ª etapa. A partir do trabalho de uma equipe interdisciplinar, identifica-se e seleciona-se qual “conhecimento universal” é necessário para a compreensão dos temas identificados na etapa anterior; 5ª) **trabalho em sala de aula**: somente após as quatro etapas anteriores, com o programa estabelecido e o material didático preparado, que ocorre o trabalho de sala de aula. Para uma compreensão mais ampla destas etapas, pode-se consultar Delizoicov (1991, cap. 3).

Apoiando-se em Freire e Snyders (1988), Delizoicov está em desacordo com a interpretação segundo a qual o desenvolvimento de conhecimentos “universais” estruturados, selecionados a partir da investigação e redução temática, constitua uma “invasão cultural”. Em sua análise, ambos os educadores, Freire e Snyders, propõem uma postura crítica frente à seleção e desenvolvimento de conteúdos. Conteúdos não devem ser “depositados” segundo Freire, ou “engolidos como pastilhas”, segundo Snyders. Além disso, os conteúdos não precisam representar uma “invasão cultural”, segundo Freire, ou o professor ao desenvolvê-los, não precisa parecer uma “potência hostil”, na visão de Snyders.

Os conteúdos, se desenvolvidos na perspectiva da compreensão de temáticas locais, significativas, possuem um potencial papel transformador¹⁴. Ressalvando que, conforme já destacado, complementarmente a isso, fundamental é a problematização dos mitos subjacentes aos conteúdos, relativamente às interações entre CTS.

Porém, os conteúdos presentes na maioria dos manuais didáticos, particularmente nos de física do ensino médio, são absolutamente insuficientes no sentido de contribuir para a compreensão das situações ligadas à vida dos estudantes. Vários professores-pesquisadores (Terrazzan, 1994; Menezes, 1988; Zanetic, 1989; Angotti e Delizoicov, 1991) têm denunciado esse aspecto, salientando que, nessa disciplina, são trabalhados, majoritariamente, conhecimentos físicos desenvolvidos de 1600 a 1850 aproximadamente. Zanetic (1989), por exemplo, defendia a necessidade de começar a trabalhar os conhecimentos físicos desenvolvidos, no século XX, antes que ele acabasse. Acabou o século e muito pouco mudou.

O desenvolvimento de conteúdos, associado à problematização de mitos, conforme discussão anterior, tem respaldo em Freire quando este postula que

“...numa escola de governo progressista se torna imperioso o ensino dos conteúdos, a que se junte a leitura crítica e desocultante da realidade.”
(Freire, 1991: 53).

Em outro momento, também se referindo a sua experiência na Secretaria Municipal de Educação de São Paulo, destaca:

¹⁴ Nesse sentido, Delizoicov (1991) argumenta que não é qualquer conhecimento “universal” que possui caráter transformador.

“... enquanto numa prática educativa conservadora competente se busca, ao ensinar os conteúdos, ocultar a razão de ser de um sem-número de problemas sociais, numa prática educativa progressista, competente também, se procura, ao ensinar os conteúdos, desocultar a razão de ser daqueles problemas.” (Freire, 1991: 30).

A questão das práticas educativas conservadora e progressista, extrapolada para o ensino de ciências naturais, remete a discussões bastante atuais. Possivelmente, potencializada pelos recentes avanços CT, particularmente no campo da clonagem e da engenharia genética, ganha vigor a idéia da Alfabetização Científico-Tecnológica (ACT). Parte-se da premissa de que a sociedade seja analfabeta científica e tecnologicamente e que, numa dinâmica social crescentemente vinculada aos avanços científico-tecnológicos, a democratização desses conhecimentos é considerada fundamental.

Contudo, o rótulo Alfabetização Científico-Tecnológica abarca um espectro bastante amplo de significados, traduzidos através de expressões como popularização da ciência, divulgação científica, transposição didática, entendimento público da ciência, democratização da ciência. Os objetivos balizadores são diversos e difusos. Vão desde a busca de uma autêntica participação da sociedade em problemáticas vinculadas à CT, até aqueles que colocam a ACT na perspectiva de referendar, de buscar o apoio da sociedade para a atual dinâmica do desenvolvimento científico-tecnológico. Em outros termos, há encaminhamentos mais próximos de uma perspectiva democrática, por um lado, e, por outro, encaminhamentos que direta ou indiretamente respaldam postulações tecnocráticas.

Entende-se que a alfabetização científico-tecnológica pode ser concebida sob duas perspectivas, ou seja, o sentido reducionista¹⁵, cujo resultado consiste numa prática pedagógica conservadora e o sentido ampliado, mais próximo de uma perspectiva progressista de educação. Na perspectiva reducionista, restringe-se a ACT ao ensino de conceitos, ignorando a existência de mitos como a neutralidade da CT, o determinismo tecnológico, entre outros, aspecto que contribui para uma *“leitura da realidade”* que poder-se-ia argumentar como sendo bastante ingênua e distorcida. Reduzir ACT ao ensino de conceitos, bem como trabalhar na perspectiva de entender artefatos tecnológicos e

¹⁵ Fourez (1994), referindo-se a ACT, utiliza as expressões *“sentido restrito”* e *“sentido amplo”*.

científicos numa dimensão apenas técnica, internalista, pode contribuir para manter ocultos mitos ligados à CT.

Essa perspectiva, aqui denominada de reducionista, também parece conter aproximações com o denominado modelo de “*déficit cognitivo*”, utilizado para a avaliação sobre o entendimento público da ciência, citado e discutido por Rosa (2000). Apoiada em análises de vários autores, principalmente Wynne e Irwin, destaca que, segundo esse modelo, a ACT estabelece como meta a transmissão unidirecional do conhecimento científico, estando implícito, nessa forma de ACT, uma tentativa de preservar e, se possível, ampliar o apoio recebido pela ciência. Fundamenta-se numa postura pouco crítica em relação às implicações da CT na sociedade. Segundo os autores citados por Rosa, nesse modelo estão implícitos três princípios básicos:

- a) Parte-se do princípio de que o público é ignorante sobre questões científicas e tecnológicas. As controvérsias públicas sobre questões científicas e técnicas são atribuídas a um entendimento inadequado por parte do público, e não devido ao funcionamento da ciência em si;
- b) A visão de mundo oferecida pela ciência é considerada única e privilegiada, constituindo um fator essencial para a melhoria das condições humanas e ambientais;
- c) A ciência é retratada como uma atividade neutra, desprovida de valores. As condições sob as quais o conhecimento científico é construído e validado não são questionadas e, à ciência é atribuído um caráter de atividade desprovida de ambigüidades e contradições.

Irwin e Wynne, mencionados por Rosa, alertam que, nessa visão, o que se pretende é, na verdade, evitar a necessária problematização da ciência, dos cientistas e das instituições científicas. Atribuir um caráter redentor à ciência, aspecto implícito nessa concepção de ACT, representa um esforço, por parte das instituições científicas, em recuperar seu papel social e sua legitimação.

Alternativamente ao modelo de déficit cognitivo, Rosa apresenta e discute o modelo interacionista, o qual abarca concepções que problematizam a ciência e suas instituições, bem como colocam em discussão o que seja o entendimento público sobre as mesmas.

O modelo interacionista pode ser aproximado ao que, neste trabalho, tem sido denominado de **ACT numa perspectiva ampliada**. Concebe-se (ACT) como a busca da compreensão das interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade, ou seja, o ensino de conceitos associado ao desvelamento de mitos vinculados a CT, bem como a discussão sobre a dinâmica de produção e apropriação do conhecimento científico-tecnológico. Em outras palavras, ACT deve, também, propiciar a reflexão sobre quem define a agenda de investigação, no campo científico-tecnológico, e em função de que objetivos.

Enquanto que, no modelo de déficit cognitivo, próximo da idéia de uma prática educativa conservadora, de uma ACT na perspectiva reducionista, espera-se que os “conteúdos operem por si mesmos”, como um fim em si, na ACT ampliada, próxima do modelo interacionista, representando uma concepção progressista de prática educativa, os conteúdos são considerados como meios para a compreensão de temas, socialmente relevantes.

Numa concepção progressista de educação, como horizonte utópico, dever-se-ia buscar a superação do ensino puramente disciplinar¹⁶ pelo ensino temático. Contudo, isso demanda uma longa caminhada. Exige a constituição de um coletivo de professores dispostos a investir nessa perspectiva, processo em curso no contexto desta investigação. Aposta-se que intervenções pontuais, diferenciadas, na escola real, com todos os seus vícios, condicionamentos e também de espaços possíveis, podem abrir canais de reflexão e de busca de novos encaminhamentos. Nessa perspectiva, Souza Cruz (2001) realizou uma intervenção, na oitava série do ensino fundamental, utilizando uma estratégia que denominou de “*inovação por infiltração*”, na qual, através do “*Aprendizado Centrado em Eventos*” (ACE), procura integrar aspectos científicos, tecnológicos e sociais do conhecimentos, buscando alternativas ao ensino meramente disciplinar.

Considera-se que essas intervenções, propiciando a aquisição de conhecimentos na perspectiva da compreensão de temáticas ou situações significativas, bem como a problematização de mitos associados a esses conhecimentos, são fundamentais para a passagem do “*nível de consciência real*” (ou efetiva) para o “*nível de consciência máxima*”

¹⁶ Fourez (1999) pergunta: “*Ensinamos nós a biologia, a química, a física, a matemática, ou ensinamos os jovens a desenvolver-se no mundo?*”. Contudo, destaca, que esses dois objetivos não são, **necessariamente contraditórios**. Ainda destaca que pode ser interessante ensinar as disciplinas, por elas mesmas, a futuros especialistas, mas não devemos nos assombrar se, quando nosso ensino está majoritariamente centrado sobre os interesses dos cientistas, os jovens acabem ficando desgostosos com o ensino de ciências.

possível”, categorias que Freire (1987) tomou emprestado de Lucien Goldman (1969), da obra *The Human Sciences and Philosophy*. Para Goldman, “consciência real” representa o resultado de múltiplos obstáculos que os diferentes fatores da realidade empírica colocam, impedindo a realização da potencialidade da consciência. Na análise de Freire, ao nível da “*consciência real*”, o ser humano encontra-se limitado na possibilidade de perceber além das “situações-limites”, possibilidade que ele denomina de “inédito viável” ou “soluções praticáveis despercebidas” (Esta última expressão tendo sido, originalmente, utilizada por André Nicolai). Nesse sentido, pode-se associar os denominados mitos a “situações-limites”.

2. SURGIMENTO HISTÓRICO E REPERCUSSÕES, NO CONTEXTO EDUCACIONAL, DO MOVIMENTO CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE (CTS)

Neste capítulo, discute-se o surgimento histórico, nas décadas de 60-70, do século passado, do denominado movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). Aponta-se os movimentos sociais (ecologistas, pacifistas e contra-culturais), assim como a reação acadêmica à concepção tradicional, positivista de ciência, como elementos desencadeadores do referido movimento, recorrendo-se, predominantemente, à bibliografia européia e norte-americana.

Em alguns contextos, a efervescência desses movimentos sociais, aspecto aliado à publicação da obra *A Estrutura das Revoluções Científicas* de Thomas Kuhn (potencializou a reação acadêmica), contribuíram para que CT fossem deslocadas da esfera de sua suposta neutralidade para o campo do debate político. Vinculado a esse aspecto, também, neste capítulo, comparece uma análise sobre a configuração histórica, bem como sobre o questionamento do denominado modelo tradicional, linear de progresso.

Discutem-se, segundo a tradição européia e norte-americana, três grandes direções assumidas pelo movimento CTS, quais sejam: o campo da investigação, o campo da formulação de políticas públicas para CT (PCT) e o campo educacional. Especial relevância é dada ao campo educacional, considerando tratar-se do principal foco da presente pesquisa.

Apresenta-se, assim, uma revisão bibliográfica relativa a esse campo decorrente, principalmente, da análise de bibliografia estrangeira. Trata-se de um movimento bastante incipiente no contexto brasileiro. São apontados e discutidos os objetivos, modalidades de implementação, estrangulamentos e desafios. Também situam-se possibilidades encontradas em relação à contemplação de interações entre CTS no processo educacional.

Conclui-se o capítulo com uma tentativa de contextualização de alguns elementos dessa revisão, apresentando-se, também, uma síntese da caminhada, em emergência, no contexto brasileiro, apontando para desafios e sinalizando encaminhamentos para o campo educacional.

2.1. SURGIMENTO HISTÓRICO DO MOVIMENTO CTS

A partir de meados do século XX, nos países capitalistas centrais, foi crescendo um sentimento de que o desenvolvimento científico, tecnológico e econômico não estava conduzindo, linear e automaticamente, ao desenvolvimento do bem-estar social. Assim, após uma euforia inicial com os resultados do avanço científico e tecnológico, por volta de 1960-1970, a degradação ambiental, bem como o seu desenvolvimento vinculado à guerra (bombas atômicas, guerra do Vietnã - com seu napalm desfoliante), fizeram com que Ciência e Tecnologia (CT) se tornassem alvo de um olhar mais crítico. Além disso, a publicação das obras *A Estrutura das Revoluções Científicas* pelo físico e historiador da ciência Thomas Kuhn e *Silent Spring* pela bióloga naturalista Rachel Carsons, ambas em 1962, potencializaram as discussões sobre as interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). CT passaram a ser objeto de debate político. Nesse contexto, emerge o denominado movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS).¹⁷

Luján *et al.* (1996), também destacam os dois aspectos, anteriormente apontados, como desencadeadores de uma politização sobre Ciência e Tecnologia. Em sua análise, a obra de Kuhn, ao questionar a concepção tradicional de ciência, em nível acadêmico, suscitou novas reflexões no campo da História e Filosofia da Ciência. Na mesma época, os movimentos sociais (ecologistas, pacifistas e contra-culturais) passam a questionar vigorosamente a gestão tecnocrática de assuntos sociais, políticos e econômicos, denunciando as conseqüências negativas da CT sobre a sociedade, estimulados/influenciados pela publicação do livro *Silent Spring*. Esse movimento (CTS) reivindica um redirecionamento tecnológico, contrapondo-se à idéia de que mais CT irá, necessariamente, resolver problemas ambientais, sociais e econômicos.

Segundo esses autores, no final da década de 70, esses dois aspectos contribuíram para uma mudança de mentalidade e de visão sobre CT. Houve um fenômeno de mudança, em determinadas sociedades, na compreensão do papel da CT na vida das pessoas e na sociedade. Passou-se a postular algum controle da sociedade sobre a atividade científico-tecnológica¹⁸. Assim, um dos objetivos centrais desse movimento consistiu em colocar a

¹⁷ A origem desse movimento está ligada ao questionamento do modelo de gestão tecnocrática. Nesse sentido, a “importação” dessa idéia parece benéfica, pois pode contribuir para democratizar decisões em relação a CT, em sociedades específicas.

¹⁸ Tem sido bastante freqüente, em bibliografia relacionada ao movimento CTS, expressar essa idéia. Contudo, parece que, mesmo postulando a superação da filosofia positivista (concepção tradicional ou

tomada de decisões em relação a CT num outro plano. Reivindicam-se decisões mais democráticas (mais atores sociais participando) e menos tecnocráticas. Essa nova mentalidade/compreensão da CT contribuiu, na análise desses autores, para a "*quebra do belo contrato social para a CT*". Qual seja, o modelo linear de progresso. Neste, o desenvolvimento científico (DC) gera desenvolvimento tecnológico (DT), este gerando o desenvolvimento econômico (DE) que determina, por sua vez, o desenvolvimento social (DS – bem-estar social).

DC → DT → DE → DS¹⁹ (modelo tradicional/linear de progresso)

Ainda segundo Luján *et al.* (1996), depois da Segunda Guerra Mundial, nos EUA, assumiu-se que a ciência havia contribuído significativamente para vencer a guerra, assim poderia, igualmente, servir para satisfazer as necessidades da defesa nacional, do crescimento econômico e da melhora das condições de vida dos cidadãos. Não só nos EUA, mas também na Europa, difundiu-se a idéia de que se a ciência havia sido decisiva para a vitória das tropas aliadas, também seria um fator determinante na competição econômica internacional e na luta política entre os modelos capitalista e comunista. Destacam Luján *et al.* que este ponto de vista foi particularmente elaborado pelo cientista Vannevar Bush, assessor governamental, em um "informe" denominado *Science, the Endless Frontier* (1945), ressaltando que a superioridade tecnológica dependeria do desenvolvimento da chamada "ciência básica". A tecnologia somente aparecia como elemento intermediário entre o desenvolvimento científico e o progresso social. Estava implícito, nesse relatório, o surgimento da "era dourada" para a ciência, considerando os abundantes recursos públicos disponíveis para a investigação científica.

Para Luján e Moreno (1998), nesse contrato social, sintetizado pelo "informe" de Vannevar Bush, conseguiu-se conciliar diversos interesses, nem sempre coincidentes: a) o empenho da comunidade científica em aumentar seu financiamento e preservar sua autonomia e autogestão; b) o interesse das corporações industriais no desenvolvimento de investigações produtivas financiadas com dinheiro público; c) as pretensões militares em

herdada de CT, conforme preferem alguns), o movimento CTS ainda carrega marcas dessa. Poder-se-ia questionar: até aquele momento, não havia controle sobre a CT? CT eram neutras? Contudo, também, pode-se entender que está implícito, nessa idéia de controle, a busca da superação do modelo de decisões tecnocráticas.

¹⁹ Nessa equação, apenas decisões tecnocráticas são aceitáveis. Exclui-se a possibilidade de participação de mais atores sociais.

usufruir corporativamente da investigação em geral; d) o apoio dos cidadãos sustentando os investimentos em ciência e e) o aproveitamento, pelo poder político, dos trabalhos científicos para assessorar e legitimar suas decisões.

Ainda, segundo esses autores, o equilíbrio entre os vários interesses, tornou-se frágil no final dos anos sessenta e desmoronou ao longo dos anos 70. Esse contexto de fragilização, segundo eles, pode ser caracterizado por vários fatores. Dentre esses, destaca-se:

- a) A falta de continuidade desse “acordo” que havia regido as atuações de cientistas, industriais, militares e políticos durante a II Guerra Mundial e no pós-guerra. Isso coincidiu com a entrada em cena de novos cientistas, contrários ao emprego de armas altamente devastadoras (Coréia, conflito do Canal de Suez e Vietnã);
- b) Em um contexto de crescente competitividade econômica internacional, o simples apoio à investigação em ciência básica deixa de ser um elemento competitivo determinante. Requer-se novas estratégias de inovação tecnológica que criem e potencializem novos mercados. Ou seja, nos âmbitos administrativos, inicia um questionamento quanto ao suposto automatismo presente no modelo linear. CT passam a ser concebidas como fatores estratégicos cujo financiamento requer o estabelecimento de prioridades;
- c) Uma maior demanda da cidadania pelo estabelecimento de limites ao modelo tradicional de crescimento econômico e pela melhora na ‘qualidade de vida’ (grifos dos autores). O entorno físico e o meio ambiente se convertem em elementos que devem ser priorizados frente ao descontrolado ‘progresso’ (grifo dos autores) econômico;
- d) Um esgotamento do “*modelo keynesiano de consenso social*”. Constatou-se a incapacidade em manter o pleno emprego nos países mais desenvolvidos, bem como a função distributiva do Estado assistencial ou de bem-estar. Em síntese, o crescimento econômico deixa de ser uma condição suficiente para o progresso social.

Em relação ao desenvolvimento científico-tecnológico, para Bazzo (1998), do encantamento, do ufanismo em relação à CT, foi-se de um extremo ao outro. Considera que a maior parte da literatura, nas décadas de 50 e 60, permanecendo assim até meados dos anos 70, era predominantemente antitecnológica, marcada pela perspectiva contracultural. Isso acabou tendo repercussões nas primeiras abordagens CTS. Mesmo assim,

para Bazzo, essas abordagens, “*parciais e equivocadas*”, despertaram interesse e motivaram o aprofundamento de tais estudos.

Referindo-se ao momento atual, Cerezo (1998) destaca que os estudos sobre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) constituem-se num vigoroso campo de trabalho, o qual procura entender o fenômeno científico-tecnológico em um contexto social, sendo o enfoque geral de caráter crítico, contrariamente a clássica visão “*essencialista e triunfalista da ciência e da tecnologia*”²⁰. Além disso, incorporou uma perspectiva interdisciplinar.

Para Cerezo, essa politização sobre CT, o questionamento do modelo linear, aspectos anteriormente referidos, fizeram com que ganhasse consistência a idéia da regulação pública da CT, criando-se, em vários países, agências de regulação. Quanto às origens do movimento CTS, ele identifica duas grandes tradições: a européia e a norte-americana. A européia constituiu-se numa tradição mais acadêmica do que educativa ou divulgativa, surgindo, predominantemente no marco das ciências sociais. A norte-americana centrou-se mais nas conseqüências sociais e ambientais dos produtos tecnológicos, havendo, em geral, um descuido em relação aos antecedentes de tais produtos. Trata-se de uma tradição muito mais ativista e envolvida nos movimentos sociais de protesto dos anos 60 e 70. Cerezo considera que o movimento pragmatista norte-americano e as obras de ativistas ambientais e sociais como Raquel Carsons e E. Schumacher, respectivamente, constituem-se nos pontos de partida nos EUA.

Álvarez (2001) alerta que o consenso sobre a existência dessas duas grandes tradições, as quais têm exercido grande influência no desenvolvimento contemporâneo dos estudos CTS, está relacionado a “*um lamentável espírito hegemônico ocidental*”, responsável pela omissão de outras tradições. Nesse sentido, cita, por exemplo, a existência de uma tradição em estudos CTS, na América Latina, a qual coloca o problema do desenvolvimento como tema central. Nesse sentido, considera que é preciso, desde a periferia, reinterpretar as tradições nos estudos CTS, com o objetivo de recriá-las, adequando-as ao contexto histórico-cultural de nossa região e de nossos países.

²⁰ Ao falar da concepção clássica, segundo Cerezo ainda presente em boa medida em diversos âmbitos do mundo acadêmico e em meios de divulgação, está referindo-se ao modelo linear/tradicional de progresso anteriormente citado.

Vaccarezza (2000) chama a atenção para o caráter militante e menos acadêmico, características do início do movimento CTS. Com o passar do tempo, em sua análise, foi diminuindo o compromisso militante, migrando para o *ethos* acadêmico, ocorrendo, com os estudos CTS, o desenvolvimento de níveis mais complexos e sofisticados tanto de teorização quanto de métodos de indagação e análise. A militância deu lugar à formação de especialistas. Entende esse autor que, contemporaneamente, o esforço intelectual, no campo CTS, prescinde “*de seu caráter mobilizador e de sua pretensão de mudança.*” Para Vaccarezza, na origem do movimento CTS, seus cultores pareciam estar comprometidos, em maior ou menor medida, numa militância crítica da CT, no sentido de colocar o desenvolvimento científico-tecnológico na perspectiva da solução dos problemas locais, das necessidades nacionais. Nesse contexto, cita o esforço do físico brasileiro José Leite Lopes.

Atualmente, para Cerezo, essa linha demarcatória está borrada. Afirma que, hoje, pode-se dizer que os estudos CTS constituem uma diversidade de programas de colaboração multidisciplinar os quais, enfatizando a dimensão social da CT, compartilham de um certo núcleo comum: a) **o rechaço da imagem de ciência como uma atividade pura, neutra;** b) **a crítica da concepção de tecnologia como ciência aplicada e neutra e** c) **rejeição de estilos tecnocráticos** (promoção da participação pública na tomada de decisões).

Destaca, esse autor, que os estudos e programas CTS, desde seu início, têm sido elaborados em três grandes direções:

- **No campo da investigação:** Os estudos CTS têm promovido uma nova visão, não essencialista e triunfalista, mas contextualizada da atividade científica, vista como processo social, sendo os autores mais destacados, Barnes, Bijker, Bloor, Collins, Latour, Pickering, Pinch, Shapin, Woolgar;
- **No campo das políticas públicas:** Os estudos CTS têm defendido a regulação pública da CT, promovendo a criação de diversos mecanismos democráticos que facilitem a abertura de processos de tomada de decisões em questões relativas a políticas em CT.

Dentre os autores desse campo, cita Winner²¹ (1987);

- **No campo educacional:** O âmbito da educação não tem ficado alheio às correntes desse ativismo social e da investigação acadêmica, emergentes desde o final dos anos 60. Essa nova forma de conceber CT e suas repercussões na sociedade, contribuíram para o aparecimento, em vários países, nos anos 70, de propostas para um delineamento mais crítico e contextualizado do ensino de ciências, tanto no nível secundário quanto no universitário.

Segundo Cerezo, os enfoques CTS não se constituem num campo homogêneo, em parte, devido a essas duas grandes tradições, a européia e a norte-americana. Isso poderia, em princípio, constituir-se num problema. Contudo, essas duas tradições, a européia, mais voltada para a investigação acadêmica e a norte-americana centrando-se mais na formulação de políticas e no aspecto educacional, podem se constituir em elementos complementares de uma visão crítica de CT.

Entende Cerezo que, aprofundar as dimensões ética e epistemológica, complementares, presentes nas tradições norte-americana e européia, respectivamente, constitui-se num objetivo que não vai contra a ciência, pelo contrário, está a favor de uma ciência realista e socialmente comprometida, de uma ciência em aliança com a tecnologia que não se limita a acumular conhecimento e avançar sempre um passo a mais, sem que importe, aos que a fazem, em que direção ela vai.

Para a contextualização, desses três campos, apontados por Cerezo, respalda-se essa investigação em autores, principalmente, latino-americanos. Assim, para o campo educacional, Paulo Freire e Snyders se constituem nos principais pontos de apoio. No campo da formulação de políticas públicas para CT, Herrera (1973, 1981 e 2000) e Dagnino (1999, 2000 e 2001), bem como Milton Santos (2000) apresentam teses importantes, polêmicas e desafiadoras no sentido de discutir e pensar uma Política Científico-Tecnológica (PCT) para o contexto brasileiro. No campo da investigação, mais especificamente dos estudos sociais sobre CT, há uma proximidade com autores, tal qual Thomas Kuhn, dentre outros, que questionam a imagem tradicional, positivista da CT, não sendo compartilhadas aquelas teorizações, no campo dos estudos sociais da CT,

²¹ Aqui, possivelmente, faça sentido a crítica de Álvarez, citada anteriormente, em relação à ausência de outras tradições. Por exemplo, não há nenhuma referência aos pensadores latino-americanos citados no capítulo 3.

radicalmente relativistas.

Fundamental considerar que, mesmo não se confundindo, os três campos de investigação, sistematizados por Cerezo, estão relacionados, influenciando-se mutuamente. Na continuidade, faz-se uma análise da “caminhada” dos estudos CTS no campo educacional. Predomina, nessa análise, a referência à bibliografia estrangeira, considerando tratar-se de algo em emergência no contexto brasileiro e latino-americano.

2.2. O MOVIMENTO CTS NO CAMPO EDUCACIONAL

Em vários países, EUA, Inglaterra, Países Baixos, dentre outros, a mudança cultural em curso, a "politização" da CT, produziu desdobramentos curriculares no ensino superior e secundário. Em revisão bibliográfica sobre o movimento CTS, Auler (1998) constatou que não há uma compreensão e um discurso consensual quanto aos objetivos, conteúdos, abrangência e modalidades de implementação desse movimento. O enfoque CTS abarca desde a idéia de contemplar interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade apenas como fator de motivação no ensino de ciências, até aquelas que postulam, como fator essencial desse enfoque, a compreensão dessas interações, a qual, levada ao extremo em alguns projetos, faz com que o conhecimento científico desempenhe um papel secundário.

Assim, os objetivos apresentados, na literatura, expressam diferentes formas de conceber esse movimento. Promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com as aplicações tecnológicas e os fenômenos da vida cotidiana; abordar o estudo daqueles fatos e aplicações científicas que tenham uma maior relevância social; abordar as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência e da tecnologia e adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico representam uma síntese dos objetivos "mapeados" por Caamaño (1995). Para Rubba e Wiesenmayer (1988), a integração entre Ciência-Tecnologia-Sociedade, no ensino de ciências, representa uma tentativa de formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados, capazes de tomar decisões informadas e ações responsáveis. Outro objetivo que pode ser acrescido ao espectro consiste em alcançar pensamento crítico e independência intelectual (Aikenhead, 1987). Segundo Acevedo Díaz (1996), a idéia de alfabetização em ciência e tecnologia emerge como ideal na denominada "*era postspuutnik*", podendo ser destacado o *Projeto 2061*, que pretende alfabetizar científica e tecnologicamente todos os cidadãos, dos EUA, antes que o cometa Halley volte, no ano 2061. Waks (1994) entende que a educação em Ciência, Tecnologia, Sociedade representa uma inovação delineada na perspectiva de promover uma ampla alfabetização científico-tecnológica, de maneira que os cidadãos tenham o poder de tomar decisões responsáveis, relativas às questões tecnológicas mais importantes na sociedade contemporânea.

A transformação desses objetivos em cursos, delineamentos curriculares e/ou práticas efetivas de sala de aula, tem acontecido de várias formas. Santos e Mortimer

(2000), apoiados na literatura, destacam que nem todas as propostas de ensino, que vêm sendo denominadas de CTS, estão centradas nas inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Nesse sentido, têm ocorrido várias classificações das propostas de cursos. No quadro, reproduzido na página seguinte, os agrupamentos, em categorias, foram feitos principalmente em função da “*proporção entre o conteúdo de CTS e o conteúdo puro de ciências*”. À medida em que se avança nas categorias, a presença de “*conteúdos CTS*” aumenta em relação à presença de “*conteúdos puros*” de ciências.

Categorias de ensino de CTS²²

Categorias	Descrição	Exemplos
1. Conteúdo de CTS como elemento de motivação.	Ensino tradicional de ciências acrescido da menção ao conteúdo de CTS com a função de tornar as aulas mais interessantes.	<i>O que muitos professores fazem para "dourar a pílula" de cursos puramente conceituais.</i>
2. Incorporação eventual do conteúdo de CTS ao conteúdo programático.	Ensino tradicional de ciências acrescido de pequenos estudos de conteúdo de CTS incorporados como apêndices aos tópicos de ciência. O conteúdo de CTS não é resultado do uso de temas unificadores.	<i>Science and Technology in Society (SATIS, UK), Consumer Science (EUA), Values in School Science (EUA).</i>
3. Incorporação sistemática do conteúdo de CTS ao conteúdo programático.	Ensino tradicional de ciências acrescido de uma série de pequenos estudos de conteúdo de CTS integrados aos tópicos de ciência, com a função de explorar sistematicamente o conteúdo de CTS. Esses conteúdos formam temas unificadores.	<i>Harvard Project Physics (EUA), Science and Social Issues (EUA), Nelson Chemistry (Canadá), Interactive Teaching Units for Chemistry (UK), Science, Technology and Society, Block J. (EUA), Three SATIS 16-19 modules (What is Science? What is Technology? How Does Society decide? – (UK).</i>
4. Disciplina científica (Química, Física e Biologia) por meio de conteúdo de CTS.	Os temas de CTS são utilizados para organizar o conteúdo de ciência e a sua seqüência, mas a seleção do conteúdo científico ainda é feita a partir de uma disciplina. A lista dos tópicos científicos puros é muito semelhante àquela da categoria 3, embora a seqüência possa ser bem diferente.	<i>ChemCon (EUA), os módulos holandeses de física como Light Sources and Ionizing Radiation (Holanda: PLON), Science and Society Teaching units (Canadá), Chemical Education for Public Understanding (EUA), Science Teachers' Association of Victoria Physics Series (Austrália).</i>
5. Ciências por meio de conteúdo de CTS.	CTS organiza o conteúdo e sua seqüência. O conteúdo de ciências é multidisciplinar, sendo ditado pelo conteúdo de CTS. A lista de tópicos científicos puros assemelha-se à listagem de tópicos importantes a partir de uma variedade de cursos de ensino tradicional de ciências.	<i>Logical Reasoning in Science and Technology (Canadá), Modular STS (EUA), Global Science (EUA), Dutch Environmental Project (Holanda), Salters' Science Project (UK).</i>
6. Ciências com conteúdo de CTS	O conteúdo de CTS é o foco do ensino. O conteúdo relevante de ciências enriquece a aprendizagem	<i>Exploring the Nature of Science (Ing.) Society Environment and Energy Development Studies (SEEDS), modules (EUA), Science and Technology 11 (Canadá).</i>
7. Incorporação das Ciências ao conteúdo de CTS.	O conteúdo de CTS é o foco do currículo. O conteúdo relevante de ciências é mencionado, mas não é ensinado sistematicamente. Pode ser dada ênfase aos princípios gerais da ciência.	<i>Studies in a Social Context (SISCON), in Schools (UK), Modular Courses in Technology (UK), Science A Way of Knowing (Canadá), Science Technology and Society (Austrália), Creative Role Playing Exercises in Science and Technology (EUA), Issues for Today (Canadá), Interactions in Science and Society – vídeos (EUA), Perspectives in Science (Canadá).</i>
8. Conteúdo de CTS	Estudo de uma questão tecnológica ou social importante. O conteúdo de ciências é mencionado somente para indicar uma vinculação com as ciências	<i>Science and Society (UK), Innovations: The Social Consequences of Science and Technology program (EUA), Preparing for Tomorrow's World (EUA), Values and Biology (EUA).</i>

²² Extraído de Aikenhead, traduzido e apresentado por Santos e Mortimer (2000), p. 15-16.

Aikenhead, citado por Santos e Mortimer, entende que, embora nenhuma das categorias possa representar o modelo “real” de CTS, as categorias de três a seis sintetizam a visão mais comumente citada na literatura. Entende que um curso, classificado na categoria um, talvez nem poderia ser considerado como CTS, devido ao baixo *status* atribuído ao “*conteúdo de CTS*”. Enquanto isso, a categoria 8 estaria expressando cursos radicais de CTS, nos quais os conteúdos de ciências praticamente não são abordados. Nesse quadro, até a categoria quatro, há uma ênfase maior no ensino conceitual de ciências, sendo que, a partir da categoria cinco, a ênfase muda para a compreensão dos aspectos das inter-relações entre CTS.

Em outro agrupamento, Luján (1994), citando Waks, Kortland e Sanmartín & Luján, identifica, predominantemente, três modalidades de implementação:

- a) **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. Exemplifica esta modalidade o projeto SATIS (Inglaterra). Entre os temas deste projeto, pode-se citar: O uso da radioatividade, Observando o óleo do motor, A física e a cozinha, 220 V podem matar, O projeto de uma mina de carvão, O que há em nossos alimentos, O aproveitamento energético da biomassa, A reciclagem de alumínio, Os bebês de proveta, A chuva ácida, Aids.
- b) **Projetos através de um enfoque CTS.** A ciência é desenvolvida através de um enfoque CTS. O projeto PLON (Holanda) é um representante típico. Um curso de física, para a escola secundária, centrado em problemas de interesse dos alunos. Ou seja, o programa inicia com a abordagem de fenômenos sociais e/ou tecnológicos: Radiação Ionizante, Pontes, Fontes de Luz.
- b) **Programas CTS puros.** Nesses, o conhecimento científico desempenha um papel secundário. O projeto SISCON (Inglaterra), exemplifica esta modalidade.

Contrariamente às expressões enfoque CTS, movimento CTS, entre outros, Cerezo, já citado, utiliza, majoritariamente, a expressão “educação CTS”. Aponta que essa educação implica, além de mudanças nos conteúdos, mudanças metodológicas e atitudinais nos grupos sociais envolvidos no processo de ensino-aprendizagem. A concepção tradicional de que o professor sabe tudo e o aluno não sabe nada, seria reproduzir, no

processo educacional, o sistema tecnocrático.²³ Segundo Cerezo, **a perspectiva crítica e participativa**, aspectos distintivos do movimento CTS, **deve ter reflexos na prática pedagógica dos professores.**

Para Hart e Robottom, citados por Santos e Mortimer (2000), no processo de implementação do enfoque CTS, corre-se o risco de cometer os mesmos erros da década de 70, quando os materiais eram elaborados exclusivamente por especialistas. Nesse sentido, afirmam:

“O processo da reforma do ensino de ciências deverá ser traçado de modo a criar condições para que os próprios praticantes reflitam criticamente, tomem decisões de modo colaborativo e passem a tomar parte de pesquisas sobre os potenciais e os limites das propostas de reforma de CTS em relação ao ensino tradicional de ciências. Do mesmo modo que os alunos devem estar envolvidos na tomada de decisões sociais relacionadas com a ciência e a tecnologia, assim também os professores devem estar envolvidos na tomada de decisões pedagógicas sobre o ensino de ciências.” (Hart e Robottom, *apud* Santos e Mortimer, 2000: 18).

A necessidade de considerar a formação dos professores tem sido apontada por vários pesquisadores (Watts *et al.*, 1997; Iglesia, 1997; Aikenhead e Rubba *apud* Iglesia, 1997), os quais destacam que uma das principais ações a ser empreendida, na formação dos mesmos, consiste em ajudá-los a conhecer suas próprias crenças e valores sobre as interações entre CTS²⁴, buscando uma compreensão mais realista sobre as mesmas.

Outras ações são apontadas para serem desenvolvidas na formação de professores: análise de diversas modalidades de integração do enfoque CTS no currículo escolar de ciências, identificando reais possibilidades de implementação; avaliação dos materiais curriculares já existentes, tais como livros texto e outros materiais produzidos; delineamento de novas atividades e materiais, sendo que os já existentes podem servir como referência; discussão sobre a utilização de recursos comunitários e desenvolvimento de técnicas que contribuam para a avaliação do processo (Spector, *apud* Iglesia, 1997).

Um dos aspectos básicos dos projetos educacionais, dinamizados segundo o enfoque CTS, consiste na importância dada as questões problemáticas, aos problemas

²³ Essa crítica ao sistema tradicional de ensino e a postulação desse novo encaminhamento, mantém semelhanças com a concepção educacional de Freire, discutida no capítulo 1.

locais que afetam as comunidades dos estudantes. Segundo Waks (1994), a abordagem dominante tem sido a utilização de "assuntos críticos", pois incentivam uma ação social mais ampla. Para Santos, referindo-se a um levantamento bibliográfico sobre essa temática,

"A inclusão dos temas sociais é recomendada por todos os artigos revisados, sendo justificada pelo fato de eles evidenciarem as inter-relações entre os aspectos da ciência, tecnologia e sociedade e propiciarem condições para o desenvolvimento nos alunos de atitudes de tomada de decisão." (Santos, 1992:139).

Ainda, segundo Santos (1992), metodologicamente, parte-se dos temas sociais para os conceitos científicos e destes retorna-se aos temas. Recorrendo à literatura, Santos e Mortimer (2000, p. 11), já citados, identificam os principais temas, agrupados em áreas: indústria e tecnologia; ambiente; transferência de informação e tecnologia; ética e responsabilidade social; qualidade do ar e atmosfera; fome mundial e fontes de alimentos; guerra tecnológica; crescimento populacional, recursos hídricos; escassez de energia; substâncias perigosas; a saúde humana e doença; uso do solo; reatores nucleares; animais e plantas em extinção e recursos minerais.

Para o contexto brasileiro, esses autores apontam possíveis temas: 1) exploração mineral e desenvolvimento científico, tecnológico e social. Nesse tema, destaca questões atuais como a exploração mineral por empresas multinacionais, a privatização da Companhia Vale do Rio Doce, as propostas de privatização da Petrobrás; 2) ocupação humana e poluição ambiental, na qual poderiam ser discutidos problemas relacionados à ocupação desordenada, nos grandes centros urbanos, o saneamento básico, a poluição atmosférica e dos rios, a saúde pública, a questão agrária; 3) o destino do lixo e o impacto sobre o ambiente, aspecto que envolveria reflexões sobre hábitos de consumo na sociedade tecnológica; 4) controle de qualidade dos produtos químicos comercializados, aspecto que envolveria direitos do consumidor, riscos para a saúde, estratégias de marketing usadas pelas empresas; 5) produção de alimentos e a fome que afeta parte significativa da população brasileira, incluindo a questão dos alimentos transgênicos; 6) desenvolvimento da agroindústria e a questão da distribuição da terra no meio rural, envolvendo discussões sobre os custos sociais e ambientais da monocultura; 7) o processo de desenvolvimento

²⁴ No capítulo 6, são apresentadas e discutidas compreensões de professores sobre as interações entre CTS.

industrial brasileiro, dependência tecnológica num mundo globalizado. Santos considera que, neste tema, poderia ser discutida a exportação de silício bruto ou industrializado; 8) fontes energéticas do Brasil, efeitos ambientais e os seus aspectos políticos; 9) preservação ambiental, as políticas de meio ambiente, o desmatamento.

Destacam Santos e Mortimer que vários desses temas fazem parte, atualmente, dos currículos de geografia. Considerando a vinculação com aspectos científicos e tecnológicos, sinaliza para a possibilidade de serem explorados na área de Ciências e suas Tecnologias (PCNs), contemplando a dimensão interdisciplinar.

Em relação ao aspecto metodológico, não há métodos/técnicas de ensino que sejam considerados exclusivos para a dinamização de programas segundo o enfoque CTS. Entretanto, nesses, têm sido utilizado um número mais variado de estratégias do que em outros tipos de ensino. Entre as mais frequentes, destacam-se: o trabalho em pequenos grupos, a aprendizagem cooperativa, as discussões centradas nos estudantes, a resolução de problemas, as simulações e os "jogos de papéis", a tomada de decisões, o debate e as controvérsias (Iglesia, 1997).

Todavia, à medida que as intenções foram sendo transformadas em ações, que os objetivos do movimento CTS foram se configurando em práticas pedagógicas efetivas, estruturas e posturas cristalizadas, reacionárias a mudanças, foram se manifestando. Para Pedretti (1997), em termos de educação CTS, a retórica está convencendo muito mais e é menos problemática do que a realidade da educação numa perspectiva CTS.

Problemas e desafios fizeram com que o entusiasmo inicial fosse cedendo lugar a uma reflexão crítica sobre as reais possibilidades de uma “*educação CTS*”. Vários problemas têm sido apontados: A formação disciplinar dos professores choca-se com o enfoque interdisciplinar presente na perspectiva CTS; a ausência de resultados claramente convincentes quanto à utilização deste enfoque; a falta de estímulo provocada pela ausência do enfoque CTS em exames externos, habituais em muitos sistemas educativos²⁵; a insegurança que gera nos professores; a inexistência de materiais didático-pedagógicos que possam ser utilizados; a resistência à utilização de novos materiais, por parte dos professores (Waks, 1994; Cheek, *apud* IGLESIA, 1995; Eikelhof e Kortland, 1991; Solbes

²⁵ Para Waks, 1994, os “*constrangimentos institucionais*” a favor da preparação para os exames de admissão obstaculizam, sensivelmente, a aproximação entre CTS.

e Vilches, 1992/1995/1997).

Além desses, Amorim (1996), citando Hofstein *et al.*, aponta outros aspectos que poderiam ser responsáveis pelos problemas na implementação de programas centrados nas interações entre CTS: a falta de definições claras sobre CTS; a falta de uma estrutura teórica; a grande valorização das disciplinas de biologia, química e física em suas formas tradicionais; a não familiaridade dos professores com as estratégias de ensino sugeridas; a natureza dos materiais CTS que tende a ser fluida e com a conotação de “tentativa”; a natureza conservadora predominante nos sistemas educacionais.

Relativamente à perspectiva interdisciplinar, Bradford, Rubba e Harkness (1995), apoiando-se em trabalhos de Foltz e Roy (1991), Waks (1985) e Remy (1989), destacam que a natureza interdisciplinar, subjacente aos cursos CTS, representa um aspecto desejável, pois permite que os estudantes integrem conhecimentos de diferentes áreas. Contudo, a falta de uma estrutura teórica que integre as ciências naturais e sociais sob uma "*compreensiva interdisciplinariedade curricular*" constitui uma limitação aos cursos CTS.

Considerando o problema da ausência de materiais didático-pedagógicos, Solbes e Vilches (1992/1997), analisando livros de física e química, utilizados na escola secundária, na Espanha, constataram que é muito reduzida a contemplação de aspectos relacionados às interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade. Na análise desses autores, nesse país, os livros texto oferecem uma imagem da ciência empirista e cumulativa e que não levam em consideração aspectos qualitativos do tipo histórico, sociológico, humanístico e tecnológico. Ou seja, ignoram as interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Watts *et al.* (1997), enfocando interações entre CTS, no processo educacional, recorrendo, para tal, a eventos reais, como o acidente de Goiânia de 1987, apontam para a necessidade de novas iniciativas, no processo de formação de professores, considerando que esses encontram dificuldades em fazer aproximações entre assuntos sociais e ensino de ciências. Aspecto que pode desencorajá-los para a proposição de novas estratégias de ensino, pois, para eles os resultados são incertos.

Yager e Tamir (1993), ao analisar intenções e resultados da "*aproximação CTS*", focalizam a questão da avaliação. Segundo eles, há a necessidade de desenvolver novos instrumentos para avaliar os impactos da utilização da aproximação CTS. Denunciam que

os convencionais testes de lápis e papel não são "sensíveis" para captar outras dimensões envolvidas nessa perspectiva educacional, considerando que essa não se restringe ao campo conceitual (conhecimentos específicos de ciências).

Mesmo que problemas e desafios, quanto à utilização do enfoque CTS, tenham sido muitos, as possibilidades têm motivado educadores a continuar trabalhando nesse encaminhamento. Entre as possibilidades emergentes, pode-se destacar: aumento do interesse, estímulo e motivação dos estudantes, gerando o engajamento desses no processo educacional (Watts *et al.* 1997); construção, por parte de alunos e professores, de uma imagem mais realista e contextualizada da ciência (Bradford, Rubba e Harkness, 1995); relevância às aulas de ciências, atraindo a atenção de alunos que nunca haviam visto a necessidade de se preocupar com o ensino de ciências, contribuindo, dessa forma, para a compreensão pública da mesma (Solomon, 1995); compreensão contextualizada do conhecimento científico, contribuindo para o entendimento de problemas relacionados ao contexto do aluno (Solomon, 1995); especificamente em relação ao PLON, emergem dois aspectos relevantes: a) as idéias presentes, nos materiais desse projeto, têm influenciado a discussão na elaboração de novos programas de exames em física; b) essas idéias têm sido incorporadas nas publicações de livros texto tradicionais de física (Eikelhof e Kortland, 1991).

2.3. CONTEXTUALIZAÇÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA: BUSCANDO INTERAÇÕES ENTRE CTS NO CONTEXTO EDUCACIONAL BRASILEIRO

A simples tradução de textos estrangeiros é inadequada na perspectiva do movimento CTS, considerando que este postula a utilização de temáticas com significado local. Contudo, a análise crítica da caminhada empreendida em outros contextos coloca, para o contexto brasileiro, várias questões que deverão tornar-se objeto de investigação. Questões como: Interdisciplinariedade; compreensão dos professores sobre as interações entre CTS; compreensões dos alunos; não inclusão do enfoque CTS nos exames de seleção; formas/modalidades de implementação; produção de material didático-pedagógico; formação de professores; redefinição de conteúdos programáticos.

Novamente recorrendo a Santos e Mortimer (2000), estes chamam a atenção que, no processo de configuração de currículos, com ênfase em CTS, vários aspectos precisam ser considerados:

“Que cidadãos se pretende formar por meio das propostas CTS? Será o cidadão no modelo capitalista atual, pronto a consumir cada vez mais, independente do reflexo que esse consumo tenha sobre o ambiente e sobre a qualidade de vida da maioria da população? Que modelo de tecnologia desejamos: clássica, ecodesequilibradora ou de desenvolvimento sustentável? O que seria um modelo de desenvolvimento sustentável? Que modelo decisionista desenvolveremos no nosso aluno, o tecnocrático ou o pragmático-político?”²⁶ (Santos e Mortimer, 2000: 17).

Santos também destaca que a transferência acrítica de modelos curriculares, de outros países, seria um contra senso, considerando, por exemplo, problemas relacionados às desigualdades sociais extremas, inexistentes nos países em que os currículos foram concebidos. Entende que discutir modelos de currículos CTS significa discutir concepções de cidadania, modelos de sociedade, de desenvolvimento tecnológico, tendo sempre presente a situação sócio-econômica e os aspectos culturais do país. Por outro lado, considera que a literatura internacional remete à percepção de que *“adotar propostas CTS é muito diferente de simplesmente maquiagem currículos com ilustrações do cotidiano”*.

Nesse sentido, é importante que não seja desvinculada a instituição “escola” da

²⁶ Santos refere-se aos modelos de interação, segundo Habermas, estabelecidos entre a ciência e a sociedade, discutidos no livro *La science et la technique comme “idéologie”*. Paris: Gallimard, 1973.

sociedade que participa, cujas ideologias, nela existentes, influenciam sensivelmente o rumo das orientações pedagógicas (Amorin, 1995). Por exemplo, no contexto da guerra fria, o lançamento pelos Russos do *Sputnik*, supostamente simbolizando a superioridade tecnológica desses em relação aos americanos, representou o pano de fundo para a configuração dos grandes projetos curriculares, elaborados por renomados professores universitários, mais conhecidos pelas suas siglas: Biological Science Curriculum Study (BSCS); Physical Science Study committee (PSSC); Chemical Study Group (CHEM); Chemical Bond Approach (CBA), entre outros (Krasilchik, 1992).

Com esses projetos, incorporando uma concepção de currículo de cunho conteudista, aspecto aliado à vivência do assim chamado método científico, buscava-se transformar cada aluno em um pequeno cientista, o que contribuiria para vencer a corrida anti-URSS. Zylbersztajn (1983) destaca que, apesar dos grandes recursos investidos, o seu uso, nas escolas, não ocorreu conforme o esperado. Considera que uma das razões para tal foi o fato de que tais projetos foram, em sua maioria, “*direcionados para alunos mais academicamente orientados*”, sendo uma característica básica dos mesmos a atribuição de grande importância à “*estrutura das disciplinas*”, enfatizando os conceitos centrais e as teorias mais importantes que as caracterizavam, com escassa atenção às aplicações tecnológicas e aos aspectos pessoais e sociais relacionados. De outra forma:

“...a ciência poderia vir a ser mais significativa, excitante, e apropriada para todos se fosse apresentada em uma forma conhecida dos cientistas. Os educadores em ciência estavam ansiosos para ver, aprender e transmitir esta visão de ciência aos estudantes. Não havia espaço para a apropriação pelo estudante, para as suas questões, ou para as suas perspectivas a respeito do mundo em que viviam. Pelo contrário, a tentativa era de introduzir os estudantes no mundo visto, conhecido e experimentado pelos cientistas; esta era identificada como a tarefa mais importante do professor de ciências. Durante os anos 60 todo o esforço era considerado em distinguir ciência de tecnologia. A ciência básica era o foco e a tecnologia foi extirpada dos cursos denominados ‘ciência’.”²⁷ (Yager, apud Souza Cruz e Zylberztajn, 2001).

Buscando “equipar” o bloco capitalista para fazer frente ao bloco comunista,

²⁷ Conforme essa análise, parece que, nessa concepção de currículo, materializou-se o modelo linear de progresso: investir maciçamente na ciência. Os demais elementos da cadeia (desenvolvimento tecnológico, desenvolvimento econômico e desenvolvimento social), viriam por acréscimo. Mesmo que, nessa época, em alguns contextos, conforme discussão anterior, esse modelo já estivesse em crise.

irradiou-se essa concepção curricular também para os chamados países periféricos, como o Brasil. Esses projetos, mesmo não tendo grande penetração, na sua apresentação formal, no contexto brasileiro, tiveram, isso sim, seus pressupostos balizadores transpostos para o nosso meio. Em linhas gerais, os aspectos apontados por Yager continuam sendo o pano de fundo sobre o qual se assenta o ensino de ciências no Brasil, respaldando, em grande parte, o fazer pedagógico nas disciplinas de física, química e biologia.

A idéia de potencializar cada estudante para ser um futuro cientista, um produtor de conhecimento científico, era menos traumática enquanto, no Brasil, apenas uma elite freqüentava a escola de nível médio. Com a chamada “massificação” ou aumento quantitativo significativo da população com acesso a esse nível de ensino, a escola, o ensino de ciências, deixa de ser significativo para a grande maioria dos alunos, considerando que esses não serão produtores de conhecimento científico.

Para Krasilchik, já citada, os investimentos, no ensino de ciências, foram proporcionalmente maiores que os de muitas disciplinas, fato que, segundo ela, pode ser constatado pela existência ininterrupta, desde os anos cinqüenta, de projetos curriculares destinados a melhorar o ensino de ciências. Dentre esses cita: Instituto Brasileiro de Ciências e Cultura (IBECC), Fundação Brasileira para o Ensino de Ciências (FUNBEC), seguido pela instalação, através do MEC, dos Centros de Ciências nos anos sessenta, reforçado pelo projeto do PREMEN (Programa de Expansão e Melhoria do Ensino) nos anos setenta e oitenta, e substituído pelo SPEC (Subprograma de Educação em Ciências), parte do amplo Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT). Contudo, Krasilchik constata que:

“No entanto, apesar dos esforços e investimentos, o ensino de Ciências encontra-se, agora, na mesma situação lastimável de todas as outras disciplinas do currículo escolar brasileiro.” (Krasilchik, 1992: 4-5).

Um estudo realizado por Solbes e Vilches (1992), na Espanha, pode auxiliar na compreensão desse quadro. Nesse estudo, eles buscam causas para os fracassos²⁸

²⁸ Álvarez (2001), já citado, referindo-se a concepção tradicional de ciência, que ele denomina de concepção herdada, chama a atenção para outra dimensão que contribui na compreensão dessa situação. Segundo ele, nessa concepção herdada, considera-se que a ciência se destina para superdotados, para gênios. Assim, se o principal objetivo do ensino de ciências consiste em transformar o aluno em futuro cientista, pode ser considerado “natural” esse fracasso da maioria.

generalizados dos alunos, no aprendizado em ciências, aspecto que, segundo eles, ocasiona a perda de interesse em estudar as disciplinas científicas, constatando que a atitude favorável decresce ao longo do período de escolarização. Para esses autores, a atitude negativa obedece a múltiplos fatores, vinculados ao ensino, entre esses os seguintes:

- apresenta-se uma imagem de ciência quantitativa e não qualitativa;
- não se consideram as pré-concepções dos alunos;
- não se busca modificar os mitos existentes sobre a atividade científica²⁹;
- não se relaciona a ciência com a tecnologia e a sociedade;
- não se discute o caráter de força produtiva ou destrutiva da ciência;
- não se abordam problemas de ciência e tecnologia com relação a modificação do meio;
- não se mostra o papel histórico da ciência e seu caráter de empreendimento coletivo;
- não se forma os alunos como cidadãos;

Em síntese, os autores atribuem esse fracasso à apresentação, na escola, de uma visão empirista, cumulativa e operativa da atividade científica que não contempla aspectos históricos, tecnológicos e, inclusive, ideológicos em sua construção. (Solves e Vilches, 1992).

Krasilchik (1985 e 1992), já na década de 80, no Brasil, denunciava os aspectos anteriormente discutidos e sinalizava para novos encaminhamentos, os quais apontavam para a contemplação, no processo educacional, das interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), postulando o papel do ensino de ciências na formação do cidadão, superando a visão estreita de potencializar um futuro cientista. Também, nessa perspectiva, incluem-se outros projetos desenvolvidos, na década de 80, citados no capítulo 1, respaldados pelo referencial freiriano de educação.

Além desses, Santos e Mortimer (2000) citam vários materiais didáticos e projetos curriculares brasileiros que buscam novos encaminhamentos para o ensino de ciências: Projeto Unidades Modulares de Química (Ambrogi *et al.*, 1987); propostas pedagógicas de Lutfi (1992 e 1998); coleção de livros do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química da

²⁹ Foco da presente investigação.

USP – GEPEQ (1993, 1995 e 1998); coleção de livros de física do GREF (1990, 1991 e 1993), o livro Química na Sociedade (Mól e Santos *et al.*, 1998); o livro Química, Energia e Ambiente (Mortimer, Machado e Romanelli, 1999). Dentre as recomendações curriculares, Santos destaca: Proposta Curricular de Ensino de Química da CENP/SE do Estado de São Paulo (Hino *et al.* 1988); recomendações para os currículos do magistério de Ciscato e Beltran (1991), Proposta Curricular de Química para o Ensino Médio do Estado de Minas (Mortimer e Romanelli, 1998).

Ainda em relação à emergência de preocupações com o enfoque CTS, no processo educacional, Santos e Mortimer citam a realização, em 1990, em Brasília, da “*Conferência Internacional de Ensino de Ciências para o Século XXI: ACT – Alfabetização em Ciência e Tecnologia*”, cuja temática central foi a educação científica dos cidadãos.

Além dos citados por estes autores, pode-se apontar outros trabalhos, no Brasil, com repercussões no processo educacional, relativamente a busca de aproximações entre CTS: Santos (1992, 1997), Trivelato (1993, 1994, 1997, 2000), Chassot (1994, 2000), Watts (1997), Zylbersztajn *et al.* (1994), Zylbersztajn e Souza Cruz (1992), Souza Cruz (2001), Souza Cruz e Zylbersztajn (2000, 2001), Amorim (1995, 1996, 1999), Souza Barros (1989 a, 1989b) e Revista *Ciência & Educação* (2001).

Também, aqui, cabe recolocar os já citados trabalhos de inspiração freiriana. Quais sejam, Angotti (1982, 1991), Bastos (1990), Delizoicov (1982, 1991), Angotti e Delizoicov (1991), Pernambuco (1981, 1993) e Pernambuco *et al.* (1988).

Comparativamente a outros contextos, no Brasil, o enfoque CTS apresenta-se de forma bastante embrionária. Em relação ao agrupamento, elaborado por Aikenhead (apresentado à página 33), possivelmente alguns dos projetos e trabalhos, anteriormente citados, não seriam enquadrados como enfoque CTS. Contudo, aqui, são entendidos como fazendo parte de uma caminhada que busca superar limitações apontadas no decorrer deste capítulo, buscando construir aproximações entre CTS.

Nesta caminhada, é fundamental considerar elementos que talvez sejam específicos do contexto brasileiro. Nesse sentido, pode-se mencionar a tese de doutoramento de Trivelato (1993), na qual discute mudanças curriculares e formação de professores na perspectiva do enfoque CTS. Nesta, há alguns elementos significativos no que tange à posicionamentos de professores de ciências diante do desafio de contemplar interações

entre CTS. Os professores, embora reconhecendo a importância de conteúdos sobre CT para que seus alunos possam participar da vida social e política do país, interpretam tal participação numa dimensão predominantemente individual. Segundo Trivelato, os professores *“não os vêem tomando decisões e interferindo nos caminhos de sua sociedade, aproveitando para isso o conhecimento desenvolvido na escola.”*

Constata, também, que os professores raramente incluem temas que evidenciem as relações CTS e, quando o fazem, não tem a expectativa de envolver os alunos em discussões e avaliações de diferentes pontos de vista. Sentem-se presos a estruturas curriculares mais tradicionais, expressas por diferentes agentes escolares: materiais didáticos, exames externos, expectativa de pais e alunos, orientações institucionais. Além disso, segundo esta autora, os professores demonstram dificuldade em propor e conduzir situações e atividades pedagógicas que demandam maior participação dos alunos (Trivelato, 1993 e 2000)

Também investigação realizada por Amorim (1995), com professores de ciências, em Campinas, contribui com resultados significativos. Nesta, da “trilogia” CTS, Amorim focalizou o S (Sociedade). Entre os resultados, destaca-se que há professores apresentam uma concepção de sociedade como *“o que acontece lá fora”*, *“o mundo lá fora”*. Há uma tendência em encarar a sociedade como um mundo externo à escola. Amorim levanta a hipótese de que o trabalho dos (as) docentes e o papel social que atribuem à escola e à disciplina que lecionam, varia de acordo com a concepção de sociedade que eles têm, que foi ou está sendo construída. A relação dicotômica entre teoria e prática percebida, por Amorim, no discurso e na prática dos professores, pode ser reflexo, em sua análise, da concepção de sociedade que eles têm, por estabelecerem um limite entre a escola e a sociedade. Ao considerar esta última como um *“mundo lá fora”*, os elementos da prática social raramente irão adentrar no espaço escolar. A prática social do aluno acontece fora da escola ou num futuro próximo. O conhecimento a ser adquirido, *“a teoria”*, é primordial e anterior ao desenvolvimento da prática social (profissão, dia-a-dia do aluno). Não há a busca de uma interação de mão dupla entre teoria e prática.

Relacionado ao aspecto anterior, Santos e Mortimer (2000) consideram que não adianta apenas inserir temas sociais no currículo, se não houver uma mudança significativa na prática e nas concepções pedagógicas. Consideram que não basta as editoras dos livros

didáticos incluïrem, nos livros, temas sociais ou disseminarem os chamados paradidáticos. Para eles, se não houver uma compreensão do papel social do ensino de ciências, pode-se incorrer no erro de uma “*simples maquiagem dos currículos atuais com pitadas de aplicação das ciências à sociedade*”. Entendem ser fundamental contextualizar a situação atual do sistema educacional brasileiro, considerando as condições de trabalho e da formação do professor, para que se possa contextualizar os conteúdos científicos na perspectiva de formação da cidadania.

Contudo, no bojo da onda neoliberal³⁰, emerge um novo discurso pedagógico: a formação de competências. Discurso incorporado nas políticas educacionais oficiais. Nesse sentido, cabem várias indagações, não sendo, porém, objeto de reflexão neste momento:

- a) Por um lado, essas políticas acenam, inclusive, com espaços, aberturas para o enfoque CTS através dos PCNs. Por outro lado, a formação de um cidadão crítico e a ênfase nas competências, nas habilidades específicas, são aspectos compatíveis? Quais competências? Aquelas colocadas pelo mercado? “Competências” como solidariedade, ética, cidadão crítico comparecem nesse rol?
- b) Para Antônio Flávio Moreira³¹, considerando os Sistemas Nacionais de Avaliação, o currículo está, hoje, tornando-se sinônimo de avaliação. Os currículos estão inclinados de acordo com estes sistemas de avaliação. Nesse sentido, cabe a indagação: solidariedade, ética e cidadão crítico entram nesse processo de avaliação?

³⁰ Para Milton Santos (2000), estão se acumulando evidências empíricas quanto ao enfraquecimento dessa construção ideológica.

³¹ Discussão ocorrida no I Encontro Internacional de Educação, realizado na UFSM, de 17 a 19 de abril de 2000.

3. O CONTEXTO BRASILEIRO

No capítulo anterior, predominaram análises e referências sobre o contexto europeu e norte-americano. No presente, situa-se o contexto brasileiro. Também, no anterior, focalizou-se, prioritariamente, o campo educacional. Esse, no contexto latino-americano, particularmente no brasileiro, encontrando-se num estágio bastante embrionário. Por outro lado, mesmo que praticamente ignorado pelas tradições européia e norte-americana, no contexto latino-americano, há uma considerável caminhada no campo da discussão sobre a formulação de políticas públicas para a CT. Nesse sentido, pode-se destacar pensadores como Amilcar Herrera, Jorge Sabato, Oscar Varsawsky e, mais contemporaneamente, José Leite Lopes, Renato Dagnino, dentre outros.

As dificuldades, os obstáculos à formulações de políticas públicas para CT, em suma, os estrangulamentos para um desenvolvimento científico-tecnológico autônomo, são objeto de discussão no presente capítulo, tendo-se presente o passado colonial brasileiro, a exacerbação da escravidão e a inserção dependente nas relações internacionais. Como obstáculos estruturais, discutem-se: o modelo primário exportador, industrialização via substituição das importações, concentração de renda e a globalização – abertura neoliberal. Vinculado, reforçando estes obstáculos estruturais, discute-se o obstáculo institucional, relacionado à forma de atuação da comunidade científica.

O pano de fundo que assenta as discussões, neste capítulo, consiste no pressuposto de que a busca da superação do modelo de decisões tecnocráticas não se restringe a algum controle sobre os impactos da CT numa perspectiva apenas corretiva. Parte-se da premissa de que a sociedade³² deve participar não apenas na avaliação da CT após terem sido concebidas, mas, acima de tudo, no estabelecimento de critérios, de parâmetros em relação à definição de uma PCT, ou seja, uma Política Científico-Tecnológica pensada a partir da

³² A sociedade, especialmente a brasileira, não se constitui de um bloco homogêneo, mas extremamente fragmentada, extratificada. Dados apresentados por Rubens A. Machado, presidente da OAB (Folha de São Paulo, 19/08/2001), indicam que, no Brasil, os 10 % mais ricos concentram 50% da riqueza nacional, enquanto que os 50 % mais pobres detêm apenas 10 %, e 40 % da população brasileira vive abaixo da linha de pobreza. Além disso, 50 milhões de brasileiros não conseguem ter uma alimentação suficiente. Como encaminhamento, na mesma linha de raciocínio de Milton Santos (2000), postula-se a necessidade de superação do quadro em que um reduzido segmento social se constitui em atores hegemônicos do quadro político e econômico nacional e mundial. Sempre, ao haver menção à sociedade, está implícita a postulação da emergência de novos atores sociais (sociedade civil organizada), atores atualmente não hegemônicos, conforme prefere Santos.

sociedade civil organizada, coerente com objetivos prioritários definidos para o país. Processo que deve vir acompanhado da ação normativa do Estado.

Concebe-se a PCT formada por três etapas, interdependentes: **a definição, a execução e a avaliação**. Cabe, aqui, destacar o papel hegemônico, central, da comunidade de investigação na etapa da execução, relacionada ao como fazer. Contudo, por envolver juízo de valor, nas etapas da definição (o que fazer) e avaliação, postula-se a participação de novos atores. Não pontuar essas etapas pode e tem gerado confusão entre questões técnicas, o “como fazer” e questões relativas aos fins: que sociedade queremos? Ou seja, “o que fazer” e “por que fazer”.

Nesse sentido, o campo educacional e o campo da formulação de políticas para a CT estão bastante próximos. Entende-se que, na concepção progressista de educação, defendida neste trabalho, deve fazer parte do processo de formação de professores a discussão sobre a formulação de uma PCT, embora não seja o objetivo, aqui, propor uma. Assumindo que não há uma única agenda de investigação, que a sua definição não se dá de forma neutra, postula-se o direito que a sociedade possui de participar desse processo. Contudo, está em aberto quanto aos mecanismos mais apropriados para essa participação.

3.1. DESVINCULAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA DO SETOR PRODUTIVO-INDUSTRIAL

Sant'Anna (1978), em seu livro *Ciência e Sociedade no Brasil*, defende a tese central de que a sociedade brasileira jamais equacionou o problema do desenvolvimento científico e tecnológico como fator de desenvolvimento, não se estabelecendo, por conseguinte, uma relação dinâmica, recíproca, entre os sistemas produtivo e científico. Em outras palavras, **a ausência de uma efetiva vinculação entre ciência e sociedade é característica da história brasileira**. Durante décadas, segundo essa autora, predominou, no Brasil, o ponto de vista de que o país deveria abrir mão do desenvolvimento tecnológico autônomo, considerando que uma avaliação de custo-benefício indicava como mais "rentável" a importação de tecnologia. Enfrenta-se, na análise dessa autora, dificuldades na definição de uma política científico-tecnológica conectada a uma política industrial:

"... não somente como consequência da incapacidade das instituições definidoras de política científica e tecnológica - que se limitam a avaliar cada projeto em termos de seus méritos intrínsecos - mas também pela ausência de correias de transmissão da produção científica e tecnológica ao setor produtivo em função dos laços que este último mantém com o exterior (grifo meu)." (Sant'Anna, 1978: 127)³³.

Motoyama também constata que CT nunca foram prioridades reais das políticas adotadas, no país, ao longo de sua história. O imediatismo e a cultura retórico-literária, aspectos vinculados aos colonialismo, não permitiram um olhar mais profundo sobre a importância da CT. Em suas palavras,

"... 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 ." (Motoyama, 1985: 47).

³³ Em 16/09/99, no programa Roda Viva, da TV Cultura, o presidente da FAPESP (Fundo de Apoio à Pesquisa no Estado de São Paulo), fez análise semelhante. Para ele, na década de 90, o Brasil teve um crescimento significativo em termos de geração de conhecimento. Contudo, esse conhecimento tem ficado muito restrito à área acadêmica, não sendo aplicado/incorporado ao setor produtivo, não gerando crescimento e bem-estar social.

Como consequência dessa visão, situa a desconfiança em relação à pesquisa tecnológica nacional, com desperdício de resultados interessantes de pesquisas. Assim, nem a Ciência e nem a Tecnologia estão harmoniosamente integradas nas instituições sociais, econômicas e culturais brasileiras.

Para Gana (1995), as características do mercado mundial e a competição internacional obrigam, hoje, os países menos desenvolvidos a **adaptar-se às tendências impostas pelo mercado**. Com isso, a modernização tecnológica da indústria da América Latina obedece, muitas vezes, a pressões do exterior, não sendo, necessariamente, uma consequência lógica do nível de desenvolvimento local, nem do ritmo alcançado pelas forças produtivas desses países. Em outras palavras, nos países periféricos, o progresso técnico só atinge determinados setores da população, geralmente não penetrando senão onde se faz necessário para produzir alimentos e matéria-primas de baixo custo, com destino aos grandes centros industriais.

Contemporaneamente, evidenciando a ausência de um projeto nacional, bem como a continuidade do processo de importação tecnológica, Luiz Martins de Melo³⁴, analisando os recentes incentivos fiscais³⁵ dados à General Motors (GM), no Rio Grande do Sul, e à Ford, na Bahia, destacou dois aspectos relevantes: em países capitalistas centrais, como nos EUA, há leis que proíbem a concessão de incentivos fiscais a empresas que não sejam nacionais. Além disso, destaca que a execução dessa política não propicia a absorção ou transferência de conhecimento: "*Elas apenas fazem engenharia adaptativa*".

Em outros termos, Ferreira (1998), então presidente da SBPC, destaca:

"A grande dúvida hoje é qual papel cabe aos países do Terceiro Mundo no processo de globalização - se o de mero consumidor ou o de produtor de conhecimento científico e tecnológico. A resposta não está clara para nós, mas para os formuladores da globalização ela está definida: cabe a nós sermos apenas um bom mercado consumidor estável. O resto, deixem que o mundo produza. (...) Nós só tivemos um crescimento

³⁴ Professor da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), painelista na 51ª Reunião Anual da SBPC (Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência), realizada em julho de 1999, em Porto Alegre – RS, sobre o tema "*O Papel do Financiamento Público e Privado no Desenvolvimento Científico e Tecnológico*".

³⁵ A questão do transporte privado e coletivo pode contribuir nessa reflexão. A idéia de extrapolar o carro particular, para o conjunto da população, além de inviável sob o ponto de vista financeiro, seria catastrófica em termos ambientais e geográficos. Assim, o mais justo seria um **redirecionamento** no sentido de produzir e oferecer um transporte coletivo de qualidade para o conjunto da população. Contudo, dinheiro público tem subsidiado a produção de carros particulares. A alegação quanto à geração de empregos permaneceria válida num sistema de oferta de um transporte coletivo de qualidade.

consentido, em que, no fundo, sempre fomos consumidores." (Ferreira, 1998: 10).

Cano (1998), economista e professor da UNICAMP, ao analisar a formação do MERCOSUL e a possibilidade de constituição da Alca (Associação de Livre Comércio das Américas), comenta:

*"Essa proposta de rearranjo do mundo, com a abertura das economias para as grandes empresas, só permitirá a entrada de ciência e tecnologia no Brasil embutida nos produtos. **Não podemos nos iludir achando que haverá transferência de conhecimentos tecnológicos (grifo nosso).** Da parte do governo, o raciocínio parece ser o seguinte: 'para quê manter ciência? Para satisfazer o ego de meia dúzia de cientistas nacionais? Besteira! Melhor economizar'. O pior é que muitos cientistas brasileiros, encastelados, não se dão conta disso." (Cano, 1999: 9).*

3.2. OBSTÁCULOS À DEFINIÇÃO DE UMA POLÍTICA CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA

Para Sachs (1996), o desafio para o Brasil, como para todos os países que aspiram a um autêntico desenvolvimento, é o de fazer coincidir, tanto quanto possível, o progresso científico-tecnológico com o progresso social. **As finalidades do desenvolvimento devem ser definidas a partir de critérios éticos e sociais.** Em suas palavras,

"Isso nos leva ao que parece ser a principal fraqueza do sistema de pesquisa brasileiro: a ausência de respostas claras para as perguntas: quais as prioridades de pesquisa, quais as tecnologias, para qual desenvolvimento? Na realidade, deve-se começar a responder à última dessas perguntas. Sem um projeto nacional que defina as grandes linhas de uma estratégia a longo prazo, será difícil, ou até impossível, responder às duas primeiras. O país não pode se furtar a um amplo debate público a esse respeito." (Sachs, 1996: 13).

Sant'Anna, já citada, questiona: que tipo ou modelo de política científico-tecnológica deve ser adotada nos países pobres, a fim de acelerar seu desenvolvimento? Conclui que uma resposta significativa somente será dada em função de objetivos prioritários, definidos mediante processos democráticos, das respectivas sociedades. Alerta que a maior dificuldade nessa decisão reside, não na complexidade técnica, mas na natureza conflitiva das estruturas sociais contemporâneas, caracterizadas por interesses e aspirações contraditórias, muitas vezes, irreconciliáveis. Para ela, compreender o problema do desenvolvimento da CT implica na consideração de fatores sociais, econômicos, políticos e culturais.

Porém, como conseguir a participação pública, o agir da sociedade na definição de um projeto nacional, de uma PCT, se, segundo Houaiss e Amaral (1995), o exílio do povo³⁶ é, dentre todas, a característica mais distintiva da história brasileira, da Colônia à República. Na análise desses autores, sem povo e sem opinião pública, em um país formado predominantemente por negros importados/escravizados e índios massacrados, iletrados, fez-se a Independência, acabou-se com a escravidão negra legal, com a Monarquia e implantou-se uma República federativa e presidencialista. Não há motivos

³⁶ Vários autores, dentre estes Freire, têm denunciado que um elemento integrante da cultura do povo brasileiro, é a passividade, a "cultura do silêncio".

para apostar num processo contemporâneo que subverta o papel tradicional dos atores do processo político clássico vigente no país. Pelo contrário, para estes autores, "*a história contemporânea fortalece os pactos de elites - e o exílio histórico do povo*". Ainda nessa análise, "*o autoritarismo tem sido a regra, a ditadura, a norma; a exceção é a 'democracia'. E que democracia? A estranha democracia de massas sem povo...*". Historicamente, o Brasil é uma sociedade onde predomina o latifúndio, a monocultura, o escravismo. Concluem:

"Uma das fontes de nossa tragédia é o fato de que jamais tivemos um projeto nacional. Não apenas no sentido de não havermos tido uma revolução nacional, na acepção marxista, mas também no sentido de que a burguesia brasileira jamais se confundiu com os interesses do país, sua sobrevivência jamais dependeu de um projeto nacional." (Houaiss e Amaral, 1995: 119).

Também Sant'Anna destaca que, na passagem do modelo agrário-exportador à tentativa de industrialização, ou seja, após a crise da oligarquia agrária, não houve, nesse processo de transformação em curso no Brasil, projetos formulados pela burguesia que fossem compatíveis com a idéia do aproveitamento e da indução do processo de desenvolvimento do sistema científico-tecnológico. Ou seja, aponta limitações da burguesia industrial em relação à liderança do processo de desenvolvimento nacional. Essa análise não significa um julgamento de valor quanto à presença atuante ou não da "burguesia nacional". Quer indicar que o processo histórico brasileiro foi muito diferenciado, relativamente aos países centrais onde emergiu o movimento CTS.

Gana (1995), ao analisar o comportamento histórico das classes dominantes, na América Latina, constata que, em geral, não apresentaram vinculação local. Estavam mais vinculadas com o mercado estrangeiro do que com a própria região. Os donos das terras, os mineradores e os mercadores cumpriam a função de abastecer a Europa de ouro, prata e alimentos. Essa burguesia era muito diferente da empreendedora burguesia europeia ou norte-americana. "*As burguesias latino-americanas nasceram como simples instrumento do capitalismo internacional, prósperas peças da engrenagem mundial*".

A revista Ciência Hoje, editada pela Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), também tem, freqüentemente, postulado a necessidade de um projeto nacional de desenvolvimento. Neste sentido, a fala, reproduzida a seguir, é exemplar:

"Entre nós, muito ainda resta a fazer até que seja reconhecido, em toda sua plenitude, o papel fundamental e insubstituível da ciência e da tecnologia em um verdadeiro projeto de desenvolvimento nacional." (Editores, março de 1995: 1).

No tocante à definição de uma PCT, Dagnino (2000) constata a existência de **obstáculos estruturais e institucionais**. Os estruturais têm sua existência determinada pelas características da organização sócio-econômica. Têm sua origem no processo de desenvolvimento latino-americano, na inserção subordinada dos países, da região, no comércio e na divisão internacional do trabalho. Originam-se da condição de país “periférico”, cujas raízes remontam ao período da colonização. A remoção desses obstáculos³⁷, difícil e demorada, supõe uma transformação radical e abrangente, que abale a estrutura que sustenta a ordem econômica e política interna e externa em que se dá esse processo. O modelo primário exportador, a industrialização via substituição das importações, a concentração de renda e, mais recentemente, a globalização e a abertura neoliberal são os principais obstáculos estruturais apontados. Como obstáculo institucional central, Dagnino coloca o modelo ofertista linear.

3.2.1. OBSTÁCULOS ESTRUTURAIIS

3.2.1.1. MODELO PRIMÁRIO EXPORTADOR

O processo de colonização, na América Latina, impôs relações de troca responsáveis pela configuração desse modelo, cristalizando uma relação centro-periferia em que cabia à periferia exportar matérias-primas com “*baixo valor agregado*”. Sua produção não exigia significativo aporte de conhecimento e, muito menos, de tecnologia localmente produzida. Configurou-se uma “*distância tecnológica*” entre os bens exportados e os importados (Dagnino, 2000).

Motoyama (1985) também relaciona esse modelo (primário exportador) ao nosso passado colonial. Entende que os países do “terceiro mundo”, quase todos de passado colonial, não presenciaram um crescimento científico e tecnológico próprio. Assim, CT

³⁷ Segundo Dagnino, a análise desses obstáculos deu-se nos anos 60, quando fundadores do pensamento latino-americano em CTS, como Amilcar Herrera, Jorge Sabato e Oscar Varsawsky escreveram suas primeiras obras.

não estão integradas, harmoniosamente, nas suas estruturas sócio-econômicas. Referindo-se a esse passado colonial, destaca que, aparentemente, nos três séculos após o descobrimento do Brasil, praticamente não houve evolução em termos de CT.

Reforça que, com a exploração colonial, marcada pela exacerbação da escravidão, formou-se, por um lado, uma tradição **prático-imediatista**; por outro, a separação entre saber e fazer conformava uma **cultura retórico-literária**. Já mais recentemente, o século XIX, para este autor, é caracterizado pela institucionalização da ciência e pela profissionalização do cientista em outros contextos. Os países líderes do capitalismo começam a investir decisivamente em CT. Contudo, apesar de algumas iniciativas isoladas, como, por exemplo, o programa de saneamento sob a direção de Oswaldo Cruz, a monarquia brasileira estava satisfeita com a sua condição de país primário exportador. Dos investimentos em CT que ocorriam, “... *muitos deles não conseguiram escapar aos longos tentáculos do imediatismo ou da cultura retórico-literária, configurada, muitas vezes, no positivismo.*” (Motoyama, 1985: 43).

3.2.1.2. INDUSTRIALIZAÇÃO VIA SUBSTITUIÇÃO DAS IMPORTAÇÕES

Na década de 50, do século XX, o núcleo da política pública nacional passou a ser a substituição das importações. Contudo, nesse processo de industrialização não ocorreu a esperada transferência de tecnologia. Não demandando conhecimento científico-tecnológico local para a produção, o potencial, que estava sendo criado nas universidades e institutos de pesquisa públicos, não foi incorporado por empresas locais. Não foi gerada uma ligação entre pesquisa e produção, permanecendo o divórcio entre esses dois setores. A empresa esteve associada ao exterior, não à universidade (Dagnino, 2000).

Para Motoyama, já citado, no contexto da chamada substituição das importações, surge um processo de industrialização. Contudo, seria errôneo imaginar que a investigação científica e tecnológica tivesse adquirido uma posição de destaque. Essa industrialização esteve baseada na “*importação de tecnologias e de técnicos estrangeiros, movida por propósitos imediatistas*”. Destaca que o insucesso na implementação de políticas

científico-tecnológicas, em bases nacionais, adveio muito mais de **fatores estruturais inerentes ao subdesenvolvimento**³⁸ do que da má vontade das pessoas envolvidas.

Segundo esse autor, nos dias conturbados da década de 60, ocorreram alguns eventos de grande importância para o desenvolvimento em CT no país. A fundação da Universidade de Brasília (1961), a concretização da FAPESP, início do primeiro curso da COPPE (Coordenação de Programas de Pós-Graduação em Engenharia) e a criação do FUNTEC (Fundo de Desenvolvimento Técnico-Científico) em 1964, no seio do BNDE. Salienta que a FUNTEC nasceu como consequência das preocupações dos técnicos do BNDE. Esses, analisando os resultados do Programa de Metas do governo JK, no qual tiveram papel de destaque, teriam percebido a importância de absorver as inovações tecnológicas para o futuro crescimento da economia nacional. Para minorar a dependência, perceberam que seria necessária uma participação mais ativa da empresa nacional no processo de geração e absorção de tecnologias “forâneas”.

Na segunda metade da década de 60, segundo esse autor, as **medidas contraditórias**³⁹, em termos de CT, refletiam as lutas entre as forças realmente interessadas no desenvolvimento científico e tecnológico e as suas oponentes. Assim, a partir de 1967, através do Ministério das Relações Exteriores, colocou-se em prática a “Operação Retorno”, visando trazer de volta os cientistas brasileiros que estavam trabalhando no estrangeiro, sendo tomadas várias medidas para melhorar as condições de trabalho e de remuneração dos mesmos. Contudo,

“... todas essas boas intenções governamentais eram quase anuladas na prática com as cassações e aposentadorias compulsórias, intensificada no período 1969-1970, com base no AI – 5, dos cientistas e intelectuais mais representativos da Nação. Instalou-se então um clima de desconfiança mútua entre a comunidade científica e as áreas governamentais...” (Motoyama, 1985: 46).

3.2.1.3. CONCENTRAÇÃO DE RENDA

Dagnino destaca que, em outros contextos, houve, mesmo com a importação tecnológica, inovação local. Todos os outros países, exceto a Inglaterra, berço da

³⁸ Dagnino refere-se “obstáculos estruturais”.

³⁹ Possivelmente essas medidas contraditórias estejam vinculadas a existência, na América Latina, conforme Herrera (1973), de duas políticas para CT, a política explícita e a política implícita.

revolução industrial, substituíram importações, com êxito. O diferencial esteve na geração de um processo de distribuição de renda, aspecto que gerou uma demanda interna por inovação. Na América Latina, particularmente no Brasil, o ponto de estrangulamento foi exatamente essa concentração de renda. Não se gerou uma demanda, um mercado interno. Manteve-se o “pecado original” da renda concentrada que a colonização e a escravatura nos legaram, inviabilizando a inovação local. O Brasil copiou o modelo (importação tecnológica), ignorando esse diferencial.

3.2.1.4. A GLOBALIZAÇÃO E A ABERTURA NEOLIBERAL

O processo de abertura, o ajuste neoliberal imposto pela globalização, potencializado pelo atual governo, segundo Dagnino, inviabiliza, crescentemente a produção local de tecnologia. A causalidade implícita, no discurso oficial, de que a abertura econômica, ao expor a indústria local à competição induzirá as empresas à inovação, tornando-as competitivas, nunca foi empiricamente comprovada. A excessiva importância dada à competitividade internacional, num país como o Brasil, parece ser suicida.

A concentração de renda fez o país entrar, de forma subordinada, na “globalização”. Tenta-se vender e competir, em meio a protecionismos, lá fora, porque a concentração de renda impede um mercado interno consumidor⁴⁰. A opção pela inserção, na dinâmica “universal”, oculta a necessidade da democratização econômica. Dagnino entende que

“não é o protecionismo, mas a concentração de renda quem deveria estar, hoje, na berlinda da política econômica caso o objetivo fosse de fato promover o desenvolvimento do país e não o de adequá-lo, de forma subordinada, à globalização.” (Dagnino, 2000: 14).

⁴⁰ Esse aspecto ficou evidenciado no recente boicote do Canadá (vinculado à venda de aviões da EMBRAER) à importação de carne bovina, alegando a existência da doença da “vaca louca”. Tomando um distanciamento crítico em relação à lógica implícita no discurso oficial, caberia a pergunta: por que tanta preocupação com a exportação de carne, se parcela significativa da população brasileira tem enorme carência de proteínas?

3.2.2. OBSTÁCULO INSTITUCIONAL: MODELO OFERTISTA LINEAR

Os obstáculos institucionais também dificultam a definição de uma PCT, pois estrangulam o trânsito do conhecimento para a produção. Contudo, têm sido menos abordados, na literatura latino-americana, sobre as relações CTS, talvez

“...porque fazê-lo supõe um certo distanciamento crítico em relação à comunidade de pesquisa à qual, em geral, pertencemos os analistas. (...) essa comunidade tem tido um papel importante na manutenção desses obstáculos.” (Dagnino, 2000: 17).

Na análise que faz Dagnino, o “modelo ofertista linear” se constitui no principal obstáculo institucional, tendo surgido, nos países considerados avançados, primeiramente nos EUA. O prestígio adquirido pela comunidade científica, com o projeto Manhattan e a bomba atômica, contribuiu para que se estabelecesse um “contrato”⁴¹ entre a comunidade científica e a sociedade, intermediada pelo Estado. Destaca Dagnino que, passados 50 anos, mesmo tendo sido bastante criticado, inclusive por autores latino-americanos, esse modelo continua sendo, em grande parte, endossado pela comunidade científica latino-americana. Cinco “idéias força”, segundo Dagnino, respaldam tal modelo:

- a) A ciência, por ser inerentemente boa, deve ser apoiada pelo Estado em nome da sociedade;
- b) Surge da perspectiva empírica do pesquisador. De seu laboratório, ele via como a pesquisa básica se sucedia a pesquisa aplicada e, a esta, o desenvolvimento tecnológico que permitia o lançamento de um novo produto que gerava benefício para a sociedade. De forma reducionista, ele assemelhou esse evento auto contido e controlado, que ocorria a nível micro (laboratório), a um outro, a ele exterior, que se dava no nível macro dos processos sociais, sujeitos a determinantes muito mais complexos e pouco controláveis. Apoiado na credibilidade dos cientistas, essa cadeia linear de inovação se transformou no modelo explicativo da relação CTS e no modelo normativo da política de CT;

⁴¹ Luján *et al.* (1996), citados no capítulo 2, referindo-se ao mesmo tema, falam em “*contrato social para a CT*”. Apresentam-se, também, nesse capítulo 2, idéias ligadas à constituição desse “contrato”, bem como aspectos que motivaram seu debilitamento.

- c) O investimento maciço, em ciência básica, garantia a “massa crítica” que desencadearia a reação da cadeia linear de forma auto-sustentada;
- d) Parte-se do pressuposto da pesquisa básica como detonadora do processo inovativo, justificando a concessão, pelo Estado, dos meios de que necessitava a comunidade científica para materializar as promessas da cadeia linear. Além disso, cabe à comunidade científica, além da execução, também a fase anterior e posterior: formulação da PCT e avaliação dos resultados, considerando o prestígio dessa, alcançado no contexto do final da guerra;
- e) A idéia de modernidade. Baseada numa visão eurocêntrica, a qual considerava a modernidade uma consequência da capacidade de gerar e absorver progresso técnico. Isso implicava na necessidade em aumentar ainda mais a oferta de ciência (e o apoio que recebia a comunidade científica) de modo a fazer com que, via modernização, a sociedade viesse a valorizar e demandar mais ciência. *“Esse argumento ‘quase tautológico’ embute um gatilho, no Modelo Institucional Ofertista Linear, que dispararia sempre a favor do aumento do apoio à ciência.”* (Dagnino, 2000: 18).

Dagnino acentua que esse modelo teve configurações distintas nos países centrais e periféricos. Nos países “avançados”, um “tecido de relações”⁴², formado por empresas, Estado, sociedade e comunidade de pesquisa, para os quais o conhecimento é funcional, vai sinalizando os campos⁴³ de conhecimento que são **mais relevantes para aquela sociedade**. Esses “sinais” de relevância, difusamente “emitidos”, são “captados” pela comunidade de pesquisa⁴⁴. Esses sinais captados, interagindo com particularidades da comunidade científica, constitui-se no mecanismo que conforma a PCT. O compromisso da comunidade de pesquisa é com a qualidade da pesquisa. Contudo, essa qualidade, a sua excelência, está relacionada à relevância, originada pelos sinais emitidos pelos atores sociais. A fragilização do modelo ofertista linear, bem como a influência da ideologia da

⁴² Nesse “tecido de relações” estão representados interesses econômicos e políticos de determinado conjunto de atores, situados em determinada sociedade e em determinado momento histórico.

⁴³ Com os sinais emitidos pelos diversos atores do “tecido de relações”, vão-se estabelecendo prioridades de investigação. Mediante esse processo, definem-se os “campos de relevância”. Ou seja, o conjunto de áreas-problema que se constituirão no objeto de trabalho dos investigadores.

⁴⁴ Dagnino destaca que, mesmo nos países centrais, para boa parte da comunidade científica, também para a sociedade, fica oculta a existência do tecido de relações, bem como o caráter direcionado da dinâmica de exploração da fronteira CT. Entendem que tal dinâmica representa o resultado “natural” e “lógico” da atividade científica.

competitividade e do pragmatismo econômico que avança sobre a PCT, segundo Dagnino, parecem não invalidar esse processo que ocorre nos países avançados.

O processo, acima descrito, gera, segundo esse autor, uma “*particular dinâmica de exploração da fronteira do conhecimento científico e tecnológico*”, voltada, principalmente, para as demandas da elite do poder dos países mais ricos. Os produtos dessa tecnologia “de ponta” são acessíveis, inicialmente, somente aos segmentos de maior poder aquisitivo. Entretanto, devido a uma melhor distribuição de renda do que a brasileira, rapidamente são difundidos ao conjunto da população. Ainda que central, o papel da comunidade científica, nos processos de tomada de decisão em relação a PCT, nos países centrais, é contrabalanceada pela ação do “tecido de relações”. Com isso, a PCT resultante está menos inclinada ao ofertismo.

Com a adoção desse *modelo ofertista linear*, na América Latina, e, no Brasil, o conceito de qualidade da pesquisa, vinculado, nos países centrais, à relevância, é percebido, aqui, como neutro, a-histórico, universal, o único possível. Destaca Dagnino que muitos dos pesquisadores não se dão conta de que o conceito de qualidade adotado é histórico e socialmente construído. Ele é funcional e relevante para outra sociedade.

Ainda, segundo Dagnino, esse conceito de qualidade é exógeno, dado ser alheio ao nosso “tecido de relações”. Isso gera disfuncionalidades e uma PCT que tem sido, ao longo do tempo, equivocada. Enquanto que, nos países denominados centrais, a comunidade de pesquisa se legitima perante a sociedade através da “*qualidade com relevância*” de suas pesquisas, a comunidade de pesquisa brasileira e latino-americana, em grande parte, busca legitimidade de seus pares dos países avançados. A legitimação se dá via imitação. Considera que esse obstáculo institucional, o modelo linear ofertista é derivado e acaba reforçando os obstáculos estruturais, dificultando uma PCT adequada para a região.

A precariedade do nosso “tecido de relações” é considerada a principal causa da debilidade dos sinais que chegam à comunidade de investigação para a definição de “campos de relevância”. Por outro lado, para Dagnino, parece que essa comunidade tem sido pouco receptiva a esses débeis sinais e refratária a orientar suas investigações tendo em conta aquilo que se poderia interpretar como “campos de relevância”. Assim, com essa pouca densidade da teia social de atores, a comunidade de pesquisa ficou tentada a tornar-se hegemônica na definição da PCT. Resulta, dessa frágil emissão de sinais de relevância e

a consequente hegemonia da comunidade de investigação, a adoção de critérios de qualidade exógenos. Assim, em grande parte, o conhecimento “ofertado” mediante investigação científica, não é adequado ao contexto sócio-econômico da região. Não se leva em consideração a necessidade e a realidade social e nem a especificidade das condições do solo e clima da região.

Da mesma forma, Motoyama, já mencionado, destaca que a maior parte da pesquisa científica é feita visando o reconhecimento externo, buscando-se, predominantemente, inspirações e motivações na "vitrine estrangeira". Sant'Anna (1978), referindo-se ao período colonial, destaca que a dependência com relação à ciência européia se configurou pelo treinamento do cientista do país periférico, o qual recebeu grande ou toda sua formação científica em instituições européias, estudou trabalhos de cientistas europeus, comprou livros europeus.

3.3. ELEMENTOS PARA A DISCUSSÃO DE UMA PCT PARA A AMÉRICA LATINA, PARA O BRASIL

A concepção de educação, discutida ao longo deste trabalho, extrapola a idéia da simples apropriação dos conhecimentos, dos produtos culturais da humanidade. Postula-se que a escola seja um espaço de reflexão sobre a prática social do educando-educador, não limitado à apropriação de produtos, mesmo de forma crítica. Sinaliza-se para um processo educacional, especificamente para o ensino de ciências, em que se faça uma nova leitura da realidade, não ofuscada pela concepção de neutralidade da CT. Isso pressupõe, além da apropriação, a compreensão de aspectos ligados às interações entre CTS e, também, à discussão, motivando à participação, na definição dos conhecimentos a serem produzidos.

Assumindo a não neutralidade da CT em toda a sua radicalidade, não se pode continuar limitado à idéia da apropriação de produtos, situando-se, de forma passiva diante dos acontecimentos, como o avanço de alguns campos de conhecimento e o bloqueio de outros (através do corte de financiamentos ou da não opção pelo financiamento de determinadas linhas de investigação). Precisa-se “ensaiar” formas de participação na definição do que, como coletivo, considera-se mais pertinente em termos de configuração social. Nesse sentido, o alerta de Fourez é pertinente:

"A escolha das tecnologias não é portanto somente uma escolha de meios neutros, mas uma escolha de sociedade. Não é estranho então que, quando se consideram as tecnologias, raramente se examine a organização social à qual conduzem?" (Fourez, 1995:219).

Em síntese, postula-se que um ensino, efetivamente progressista, precisa potencializar a participação na definição do que será produzido e não apenas na apropriação do produzido, idéia mais próxima da concepção de CT neutras, utilizáveis para o “bem ou para o mal”. Para uma nova sociedade, talvez precisemos de conhecimentos novos, não significando isso, de forma alguma, “jogar a criança fora juntamente com a água suja”. Não se exclui a necessidade de apropriação. Contudo, o que se critica é o limitar-se a ela, ignorando que os conhecimentos não foram produzidos de forma neutra.

Nesse sentido, apresentam-se três posições, polêmicas, em aberto, não objeto de aprofundamento neste trabalho, havendo apenas breves comentários, mas que deveriam ser consideradas no processo de formação de professores, tornando-se objeto de discussão, de

problematização. Representam teses, posições relevantes quanto à definição de uma PCT, não necessariamente excludentes em sua totalidade:

- a) Inserção na atual dinâmica mundial, sendo a competitividade internacional a dimensão a ser priorizada;
- b) A atual dinâmica mundial de exploração da fronteira do conhecimento científico-tecnológico não contempla as necessidades sociais, a demanda interna, sendo necessária a busca de uma dinâmica alternativa;
- c) O problema não está na insuficiência de CT, mas na apropriação desigual.

Possivelmente nenhum desses encaminhamentos, levado ao extremo, será produtivo num mundo dito globalizado. Rietti (2001) sinaliza para encaminhamentos, aqui, considerados viáveis. Se, por um lado, faz severas críticas à atual dinâmica que

“nos obriga a olhar, pela fresta, uma festa que é de outros (porque não se pode desconhecer que em muitos países do primeiro mundo vive-se uma prosperidade econômica desconhecida). Uma festa que chega, até nós, através do seu ruído e suas conseqüências indesejáveis; (...) Com a diferença, desta vez a nosso favor, o fato de sermos substancialmente alheios, nos permite enfrentar este fenômeno com maior liberdade, com menor compromisso.” (Rietti: 2001: 2)

Por outro lado,

“Nossa proposta é promover, como parte de um projeto coletivo, uma ciência vigorosa, virtuosa, que forme gente criativa, capaz de desenvolver, copiar e escolher (grifo meu) o que há disponível em CT, no primeiro mundo, apto para nossas necessidades. (...) Gente comprometida com sua sociedade, não assolada pela competitividade selvagem, que tenha para a sua avaliação termos de referência distintos dos da ciência internacional, por fazer parte substantiva de um projeto com objetivos diferentes.” (Rietti, 2001: 4)

Em relação à primeira posição (“a”), anteriormente apresentada, perpassa, em todo este trabalho, uma postura bastante crítica. O caminho único, a inserção à dinâmica mundial, sendo a grande bandeira a competitividade internacional, resulta de decisões políticas, não decorrendo de uma dinâmica efetivamente única, universal, neutra. Nesse sentido, tem-se bons exemplos de resultados não decorrentes do alinhamento à dinâmica mundial: Petrobrás (exploração de petróleo em águas profundas), Pró-álcool, EMBRAPA,

dentre outros, os quais sinalizam para a possibilidade da definição de uma PCT, que não ignore seu entorno, mas que incorpore necessidades, características presentes no contexto brasileiro. Assim, a presença dessa primeira posição, no processo de formação de professores, é importante enquanto objeto de discussão, de problematização.

Quanto às posições “b” e “c”, possivelmente, em alguns campos, a questão seja realmente de apropriação, enquanto que em outros a inexistência de conhecimento científico-tecnológico talvez seja real (por exemplo, maior e melhor aproveitamento da energia solar), sendo necessária a busca de alternativas. Contudo, essa postura favorável à apropriação não pode ignorar que o “apropriado” foi produzido em determinadas condições sociais, econômicas, culturais, históricas. Entende-se que, com o endosso acrítico a um ou outro desses dois encaminhamento, pode-se, por um lado, recair numa oposição radical entre “ciência burguesa” e “ciência proletária”, havendo riscos na repetição de escorregões do tipo Lyzenko na ex-URSS. Por outro lado, a defesa da pura e simples apropriação, socialização, pode significar a recaída numa ingênua concepção de neutralidade da CT.

A proposição de uma dinâmica alternativa, na exploração da fronteira do conhecimento científico e tecnológico, posição “b”, é defendida por Amilcar Herrera⁴⁵ e Renato Dagnino⁴⁶. Preliminarmente cabe assinalar que ambos rejeitam, vigorosamente, o discurso que apresenta CT como uma panacéia⁴⁷, capaz de corrigir todos os males inerentes ao “subdesenvolvimento”. Argumentam que essa retórica tem contribuído para manter ocultas as verdadeiras causas desse subdesenvolvimento, deixando intacta a estrutura geradora do mesmo. (Herrera, 1981 e Dagnino, 1999/2000).

Já na década de 70, Herrera denunciava que as deficiências quantitativas dos sistemas de pesquisa e desenvolvimento (P & D), na América Latina, são menos graves do

⁴⁵ Geólogo, além de ter publicado dois importantes livros acerca dos recursos minerais da América Latina, foi pioneiro, no pensamento latino-americano, em relação à discussão e formulação de uma PCT, não alinhada à lógica do hemisfério norte. Professor, na UNICAMP, desde o final dos anos 70.

⁴⁶ Engenheiro, doutor em economia, trabalhou vários anos com Herrera na UNICAMP, sendo, juntamente com ele, o responsável pela criação do departamento de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências, onde, atualmente, é professor.

⁴⁷ Esse discurso é lastreado no modelo tradicional/linear de progresso, ou modelo ofertista linear, conforme denominação de Dagnino (2000). Gana (1995) destaca que a situação social e econômica dos países latino-americanos não é produto do acaso. Obedece a uma série de fatores (econômicos, históricos, culturais, políticos, dentre outros), internos ao país e externos em suas relações com o resto do mundo. Em nenhum caso, essa situação será eliminada ou atenuada exclusivamente através da inovação tecnológica.

que a sua desconexão com a sociedade a que pertencem. Argumentava que, nos países adiantados, a maior parte da P & D é realizada em relação a temas, direta ou indiretamente, conectados com objetivos nacionais, sejam estes de defesa, de progresso social, de prestígio, enquanto que, na América Latina, a maior parte dela guarda pouca relação com os problemas da região (Herrera, 1981). Apontava que um projeto nacional autônomo, uma PCT, requer dois aspectos fundamentais: a distribuição da renda e a “destruição” do latifúndio – redistribuição da terra -, consideradas “*estruturas do atraso*”. Infelizmente, estes dois problemas persistem.

Em outros termos, Dagnino (1999/2000) também assinala que a definição de uma política para a CT, para a América Latina, e mais especificamente, para o Brasil, deve passar pela democratização política e econômica. Argumenta que, num cenário de democratização política, embora frágil, mais segmentos sociais podem colocar seus interesses na mesa de negociação. Nessa dinâmica, setores até então marginalizados, veiculam seus interesses e necessidades, tendendo a forçar uma distribuição de renda, o que pode resultar na democratização econômica. Isso demanda do setor produtivo novas tecnologias para atender interesses e necessidades como alimentação, transporte, moradia, lazer, saúde, educação, comunicação, etc.. As demandas tecnológicas⁴⁸ que poderão emergir desse cenário de democratização econômica, serão consideravelmente distintas daquelas que movimentam a “*dinâmica científica e tecnológica mundial*”, orientada a atender o consumo de outras sociedades. Para satisfazer “*necessidades sociais represadas ao longo de tanto tempo*” e considerando que em torno de 50 % da população brasileira está fora do mercado de consumo, postula que a comunidade de pesquisa tem um papel fundamental, porém, diferenciado do atual⁴⁹.

A lógica implícita, na atual dinâmica mundial, é a de que haverá uma difusão dos bens gerados pela mesma. Contudo, esse discurso tem sido histórica e empiricamente refutado. Além disso, se fosse verdadeiro, havendo a difusão para o conjunto da população

⁴⁸ Em relação a essas demandas, refere-se tanto ao campo das necessidades sociais quanto no da agregação de valor aos recursos naturais de que dispomos para atender a nossa população e equacionar nossas relações econômicas e financeiras com o exterior.

⁴⁹ Posição semelhante é assumida por Isaias RAW do Instituto Butantan. Segundo ele “*Há, na comunidade acadêmica e científica muitos que imaginam que basta formar mais pesquisadores treinados. Num laissez-faire equivalente ao liberalismo estreito de alguns economistas, acreditam que, formados os pesquisadores, o desenvolvimento tecnológico surgirá espontaneamente. (...) Como comunidade altamente educada, ela tem a obrigação maior de procurar ser socialmente responsável. É importante aceitar que seu projeto pessoal,*

desse modelo consumista, seria ambientalmente catastrófico. A fronteira do conhecimento CT está sendo explorada para produzir inovações voltadas às demandas das classes ricas dos países ricos. Defende Dagnino que não é mais possível ou legítimo continuar esperando que essa dinâmica mundial possa atender a necessidades tão distintas, como as da maioria da população brasileira.

Dagnino entende que é possível, em nível institucional, aproveitando a autonomia relativa da comunidade científica, na formulação das PCT, trabalhar na perspectiva de superação do *modelo ofertista linear*⁵⁰. Isso implica, segundo ele, na “resignificação” da comunidade de investigação, impulsionando uma nova dinâmica de exploração da fronteira do conhecimento científico e tecnológico e tendo, como pano de fundo, a democratização econômica. A democratização política e econômica poderá colocar novos atores em cena, emergindo, assim, mais claramente “campos de relevância”, abrindo espaços para a investigação original. Considerando as brutais diferenças, seria exagero esperar que o conjunto da população latino-americana tivesse acesso aos produtos *high tech* que, continuamente, ingressam nos mercados dos países avançados.

Saldar uma enorme dívida social, segundo esse autor, demanda um esforço de pesquisa tão original que a distinção convencional entre pesquisa “básica” e “aplicada”, de ponta ou tradicional perde utilidade e sentido. Há de ser investigação baseada na multidisciplinariedade e orientada por problemas, ao invés de por disciplinas. Essa pesquisa original, além de produzir inovações, poderia render prestígio internacional “*que nossos pesquisadores legitimamente anseiam*”. Deverá ser pesquisa inovadora e realmente de qualidade, em “campos de relevância” sinalizados pela teia local ou que antecipe (**modelo ofertista antecipatório**) possíveis demandas de um cenário de democratização como, por exemplo, telecomunicações, energia, produção de alimentos, transporte e lazer.

Dagnino e Thomas (1999) lembram que, num cenário de democratização política e econômica, a satisfação das necessidades sociais não é entendida como resultado natural de uma cadeia linear de inovação (modelo ofertista linear), onde essas aparecem em último lugar. Pelo contrário, são colocadas como ponto de partida desde o qual deve ser concebida

ainda que aceitável, possa ser preterido por outro mais prioritário.” Ciência Hoje – Opinião, v. 18, n. 106, 2001.

⁵⁰ A principal crítica de Dagnino se refere ao fato de que a comunidade científica não está aproveitando essa autonomia relativa. Pelo contrário, continuando, em grande parte, presa a esse modelo ofertista linear, projeta-o para dentro da PCT.

a PCT. Visualizam duas alternativas, para a AL, com respeito ao entorno socioeconômico, no qual se insere o desenvolvimento CT: seguir a atual tendência neoliberal, reforçando a natureza excludente do modelo, baseado na perseguição da competitividade a qualquer preço. Uma segunda possibilidade, dentro de uma possível democratização política e econômica, seria buscar essa dinâmica alternativa de exploração da fronteira do conhecimento CT.

Consideram que esses dois cenários requerem definições distintas em termos de PCT. O que está em curso, na América Latina, aponta para o primeiro cenário, denominado de “cenário tendencial”, considerando que, desde os anos 90, o discurso e a prática, para PCT, estão orientadas para a dinamização dos sistemas de inovação, os quais devem servir ao desenvolvimento competitivo de países individuais em mercados globalizados.

Entendem que, numa perspectiva alternativa ao modelo neoliberal, não se busca apenas transformar o conteúdo e os objetivos da PCT, **mas o próprio processo de tomada de decisões que originam e viabilizam a PCT**. Essa postulação constitui-se num dos eixos balizadores do movimento CTS, ou seja, a superação da perspectiva tecnocrática passa pela democratização na definição da PCT.

Por outro lado, a posição de Milton Santos (2000), já citado, em um de seus últimos trabalhos, *Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal* (2000), parece estar mais inclinada para a idéia da apropriação desigual (posição “c”), acentuando a disponibilidade de um acervo técnico que necessita ser socializado. Em sua análise, situa três formas de globalização, visualizando a existência de três mundos num só: o primeiro seria o mundo tal como nos fazem vê-lo: a globalização como fábula; o segundo seria tal como ele é: a globalização como perversidade e o terceiro, o mundo como ele pode ser: uma outra globalização.

O mundo globalizado, visto como fábula, apresenta como verdades um “*certo número de fantasias*”, cuja repetição, entretanto, acaba por se tornar uma base aparentemente sólida de sua interpretação. Uma dessas fantasias seria a insistência com que se fala na morte do Estado, quando, na verdade, o que se observa é seu fortalecimento para atender os interesses do capital especulativo e de outros grandes interesses internacionais “*em detrimento dos cuidados com as populações cuja vida se torna mais*

difícil.”. Para Santos, sem essas fábulas e mitos, o período histórico atual não existiria como ele é. Também não seria possível a violência do dinheiro.

O mundo como ele é está impondo, para a maior parte da humanidade, uma fábrica de perversidades. O desemprego torna-se crônico, a pobreza aumenta e as classes médias perdem em qualidade de vida. Novas enfermidades como a AIDS se instalam e velhas doenças, supostamente eliminadas, reaparecem. A mortalidade infantil permanece, a despeito dos progressos médicos. Dois bilhões de pessoas sobrevivem, hoje, sem água potável. Alastram-se e aprofundam-se males espirituais e morais, como os egoísmos, os cinismos e a corrupção. A evolução negativa da humanidade tem relação com a *“adesão desenfreada aos comportamentos competitivos que atualmente caracterizam as ações hegemônicas”*. Considera que jamais houve, na história, um período em que o medo fosse tão generalizado e alcançasse todas as áreas da nossa vida: medo do desemprego⁵¹, medo da fome, medo da violência, medo do outro.

Contudo, para Santos, o mundo pode ser uma outra globalização. Como será engendrada? Santos entende que uma globalização mais humana tornar-se-á possível com a entrada, em cena, de atores atualmente não hegemônicos. Considera que é nas bases técnicas que o grande capital se apóia para construir a globalização perversa. Mas, *“essas mesmas bases técnicas poderão servir a outros objetivos, se forem postas ao serviço de outros fundamentos sociais e políticos.”* Em outros termos,

“Quando aceitamos pensar a técnica em conjunto com a política e admitimos atribuir-lhe outro uso (negrito meu), ficamos convencidos de que é possível acreditar em uma outra globalização e em um outro mundo.” (Santos, 2000: 125).

Ou,

“... acreditamos que as condições materiais já estão dadas para que se imponha a desejada grande mutação, mas seu destino vai depender de como disponibilidades e possibilidades serão aproveitadas pela política. Na sua forma material, unicamente corpórea, as técnicas talvez sejam irreversíveis, porque aderem ao território e ao cotidiano. De um ponto de vista existencial, elas podem obter um outro uso (negrito meu) e uma outra significação. A globalização atual não é irreversível.” (Santos, 2000: 174).

⁵¹ Também, citado no capítulo 6, José Saramago expressa esse medo do desemprego.

Santos, na obra em discussão, restringe sua análise às técnicas da informação, simbolizadas pelo computador. Fica a pergunta quanto à pertinência da extrapolação, para o conjunto do desenvolvimento científico-tecnológico, dessa análise. Exceto uma menção, no último capítulo do livro, no trabalho de Santos, não comparece nenhuma reflexão crítica em relação ao desenvolvimento da biotecnologia, bem como do desenvolvimento resultante da aproximação entre biotecnologia e informática, a chamada bioinformática.

Entende Santos que,

“A grande mutação tecnológica é dada com a emergência das técnicas da informação, as quais – ao contrário das técnicas das máquinas – são constitucionalmente divisíveis, flexíveis e dóceis, adaptáveis a todos os meios e culturas, ainda que seu uso perverso atual seja subordinado aos interesses dos grandes capitais. Mas, quando sua utilização for democratizada, essas técnicas doces estarão ao serviço do homem.”
(Santos, 2000: 174).

Em síntese, ao postular um processo mais democrático na formulação de uma PCT, é de fundamental importância considerar as marcas latentes num país sem história de participação. Além disso, corre-se o risco, conforme salienta Wildson Santos (1992), de educar as pessoas para uma falsa cidadania, considerando que, nos contextos em que emerge, historicamente, o movimento CTS, há mecanismos de consulta popular, já estabelecidos, para avaliar e influir nas decisões relativas à CT, inexistentes no contexto brasileiro.

4. NEUTRALIDADE X NÃO NEUTRALIDADE DA CIÊNCIA-TECNOLOGIA

“A ética do conhecer tende, no pesquisador sério, a ganhar prioridade, a opor-se a qualquer outro valor, e esse conhecimento ‘desinteressado’ desinteressa-se de todos os interesses político-econômicos que utilizam, de fato, esses conhecimentos.”

Morin, 1996

O capítulo 4 discute, basicamente, a não neutralidade da CT, considerando que esta compreensão constitui-se na dimensão balizadora de uma outra concepção de CTS. Historicamente, a emergência de uma nova visão sobre CT, sua politização e o conseqüente enfraquecimento do modelo linear de progresso, aspectos discutidos nos capítulos 2 e 3, estão estreitamente ligados ao questionamento da neutralidade da CT, considerando que, segundo Luján *et al.* (1996), os movimentos sociais/ecologistas e os cientistas radicais politizam uma esfera que, tradicionalmente, esteve imune a críticas, protegida pela suposta neutralidade.

Inicia-se com uma discussão sobre semelhanças, diferenças e imbricamentos entre CT, tendo como pano de fundo a crescente aproximação, tanto temporal, quanto espacial da CT.

Segue-se com a apresentação e discussão de quatro dimensões, interdependentes, a partir das quais a suposta neutralidade da CT é analisada e problematizada, quais sejam: a) O direcionamento dado à atividade científico-tecnológica (processo) resulta de decisões políticas; b) A apropriação do conhecimento científico-tecnológico (produto) não ocorre de forma eqüitativa. É o sistema político que define sua utilização; c) O conhecimento científico produzido (produto) não é resultado apenas dos tradicionais fatores epistêmicos: lógica + experiência; d) O aparato ou produto tecnológico incorpora, materializa interesses e desejos de sociedades ou de grupos sociais hegemônicos.

Ao final do capítulo, postula-se uma outra concepção CTS, substanciada na não neutralidade da CT, concepção que passa pelo questionamento do modelo tradicional de progresso. Problematização que sinaliza para uma compreensão de progresso não associada linearmente ao consumo cada vez maior de bens materiais.

4.1. CIÊNCIA E TECNOLOGIA: SEMELHANÇAS, DIFERENÇAS E IMBRICAÇÕES

Antes de adentrar na discussão sobre a neutralidade propriamente dita, considera-se pertinente analisar imbricações e distanciamentos entre ciência e tecnologia, considerando que estas estão, temporal e espacialmente, cada vez mais próximas. São atividades que, em vários contextos, confundem-se, mesclam-se. O avanço desse ou daquele campo da ciência, muitas vezes, é definido por requerimentos tecnológicos. Para Gibbons *et al.* (1994), o contexto da aplicação da ciência invade, determina, já está presente no contexto da tradicionalmente chamada “ciência básica”.

Para Fourez (1999), há duas correntes de pensamento científico. A divisão ocorreu, segundo ele, no início do século XIX. Uma delas teria surgido nas faculdades de ciências e nas ciências chamadas de “fundamentais”. Nestas se faz as ciências denominadas “puras” que, segundo a compreensão da época, estavam desvinculadas de contextos práticos, culturais ou sociais. A linguagem utilizada era acadêmica, erudita, distinta da dos artesãos. O enfoque era disciplinar, distanciado de práticas mais manuais e de uma investigação mais global. Esses corpos de conhecimentos disciplinares sofreram um processo de “endurecimento” a ponto que hoje cremos, às vezes, que eles constituem a única “boa” maneira de se referir ao mundo.

A segunda corrente teria nascido de outros empreendimentos científicos, ligados a práticas profissionais de médicos, engenheiros, arquitetos e algumas outras profissões. O processo de produção desses conhecimentos não se restringia aos laboratórios ou às escolas, mas abarcava também a sociedade e o mundo tal qual eles são. Essa corrente teria dado origem ao que hoje se chama, segundo Fourez, “*muito equivocadamente*”, de “*ciências aplicadas*”. Considera que seria mais adequado chamá-la de “*ciências orientadas por projetos*”. **Não são ciências aplicadas no sentido de aplicação de resultados científicos previamente obtidos. São “modelizações criadas pela inventividade humana, tendo em conta fins humanos”,** não se constituindo em um fim em si, característica da outra corrente de pensamento científico.

Para Fourez, segundo o ponto de vista dessa segunda corrente, não é muito pertinente a distinção entre Ciência e Tecnologia. As ciências como as tecnologias representam, ao mesmo tempo, uma teorização sobre o meio e uma possibilidade de ação.

Essa divisão teria sido articulada com uma divisão do trabalho, na qual este teria um *status* tanto mais nobre quanto mais afastado do trabalho manual. As ciências disciplinares apareciam como as mais aristocráticas e como os fundamentos de todos os outros conhecimentos.

No contexto da investigação universitária e “fundamental”, tornou-se hegemônica a idéia, a crença de que as tecnologias eram simples aplicações das ciências. Contrariamente a esta tese, Fourez cita a anterioridade da máquina a vapor em relação às teorizações da termodinâmica – ciclo de Carnot ou o uso da aspirina antes da compreensão de seu funcionamento. Concebeu-se a idéia de que os desenvolvimentos científicos constituem a base sempre necessária para a tecnologia.

Para Bazzo, Pereira e von Linsingen (2000), a imagem de tecnologia como ciência aplicada faz com que, em vários contextos, os preceitos da primeira (ciência) sejam transferidos à segunda (tecnologia). Assim, concepções como neutralidade e universalidade, supostamente presentes na ciência, são transferidos à tecnologia. Segundo essa visão, não endossada pelos autores, a neutralidade e universalidade associadas à tecnologia, avalizaria, por exemplo, a transferência tecnológica entre sociedades.

Tradicionalmente, CT são consideradas como entidades independentes e perfeitamente separáveis. Nesse sentido, muitas tentativas de demarcação entre essas foram empreendidas. Para Gana (1995), vários autores consideram que, a partir do século XVII, as aplicações práticas passaram a ter uma “base científica” e o termo “tecnologia” (aspas da autora) assumiu sua interpretação moderna. Interpretação que teria permitido, a muitas pessoas, referir-se à tecnologia como ciência aplicada. Nessa concepção, a ciência é considerada como uma tentativa da humanidade de *compreender* (grifo da autora) o mundo físico, enquanto que a tecnologia é vista como uma tentativa de *controlar* (grifo da autora) o mundo físico. Essa diferença poderia ser pontuada como “saber por que” (grifo da autora) e o saber “como” (grifo da autora). Contudo, destaca que, na maior parte de sua história, a tecnologia possui escassa relação com a ciência, que os homens faziam máquinas e aparatos sem compreender porque funcionavam e porque se comportavam dessa ou daquela maneira.

Azanha (1992), em discussão sobre a interação entre ciência e tecnologia, destaca que um dos aspectos do “cienticismo” consiste na valorização da ciência como produtora

de tecnologia. Em sua análise, mesmo que em vários meios intelectuais o ceticismo esteja perdendo vigor, ainda permanece a idéia de determinação direta e linear da Tecnologia pela Ciência. A relação entre Ciência e Tecnologia é vista como uma determinação unívoca desta por aquela num sentido simplificado de causa e efeito. Contudo, considera que falta fundamento histórico a essa idéia. Em apoio à sua posição, vale-se da seguinte afirmação de Walker,

“o crescente débito da ciência à tecnologia nem sempre é completamente imaginado. Mas, sem o telescópio – uma invenção tecnológica – a ciência da moderna astronomia teria sido impossível. Sem o microscópio as ciências modernas da zoologia, biologia e bacteriologia não teriam se desenvolvido. Mas os exemplos inumeráveis são e podem ser encontrados em quase todos os setores da ciência e da tecnologia modernas. Um dos últimos e mais notáveis débitos da ciência à tecnologia está no campo da matemática e da física. O progresso em ambos os campos é hoje dependente dos computadores automáticos de alta velocidade. Por sua vez, o computador deve o seu desenvolvimento à teoria da informação e às investigações do matemático.”
(Walker, *apud* Azanha, 1992: 32-33).

Azanha destaca que as evidências históricas, no sentido de uma influência determinante da ciência sobre a tecnologia, limitam-se a casos que *“antes parecem constituir-se exceção do que regra”*. Considera muito mais plausível admitir que há influências recíprocas entre ciência e tecnologia e *“não a linear determinação unívoca de uma pela outra”*.

Contudo, não se postula um total imbricamento. Ciência e Tecnologia são consideradas interdependentes, tendo, porém, cada uma especificidades. Sendo a Ciência *“mais fechada”*, a tecnologia mais aberta, *“com tentáculos diretamente conectados à economia/mercado.”* (Angotti, 1991). Segundo este autor, ocorrem fortes ligações entre CT, sendo a tecnologia mais vulnerável⁵² a choques externos, particularmente os decorrentes de competições e mercados. É nesse sentido que Angotti, apoiado em Clark, define a Tecnologia como um sistema mais aberto. Citando Barnes, Angotti endossa que a ciência é socialmente contextualizada e vinculada cognitivamente, sendo a validade do conhecimento científico sempre relacionada aos interesses do conhecimento buscado e nunca poderá se referir à verdade objetiva.

⁵² Na presente pesquisa, considera-se que essa diferenciação é cada vez menos nítida, tendo em vista que também na Ciência, o avanço desse ou daquele campo, depende, cada vez mais, de financiamento externo.

Angotti destaca que, segundo Clark, CT formam um sistema constituído pela busca do conhecimento, sendo impulsionado por dois conjuntos de forças⁵³: as relacionadas ao mercado e aquelas relacionadas aos interesses e metas dos pesquisadores. Essas forças podem apontar em direções opostas. Os interesses dos pesquisadores estão ligados à cognição, à ideologia, à posição social e institucional, sendo que a metas econômicas vinculam-se às demandas dos consumidores e suas satisfações. Sendo as forças de mercado poderosas, podem pressionar continuamente a CT. Podem também prevalecer as regras dos interesses e metas das comunidades de CT.

Segundo Angotti, Clark não endossa o modelo estático relativamente a CT, o qual situa a “*Ciência como o reservatório do qual a tecnologia se nutre*”. Propõe um modelo interativo, no qual interesses do mercado ou “*demandas*” (grifo do autor) e interesses da comunidade de profissionais em CT estão em permanente tensão. Em determinadas circunstâncias, interesses de ambos podem aproximar-se.

“... há uma alimentação, um overlapping entre as atividades de Pesquisa e Desenvolvimento; alguns laboratórios estão mais voltados para pesquisa básica – caracterizando uma ligação tênue; outros mais próximos de produtos de mercado – caracterizando uma ligação forte.”
(Angotti, 1991: 13).

Fourez, já citado, considera que, talvez, a diferença mais significativa entre Ciência e Tecnologia esteja vinculada ao seu lugar de aplicação: o laboratório protegido pela simplificação como lugar da ciência e a sociedade, em sua complexidade, como lugar de aplicação da tecnologia.

Em recente trabalho, *Publicar ou Patentear? Caminhando para uma Ciência cada vez mais ligada à Tecnologia*, Acevedo Díaz (2001) inicia citando Price (1972) para o qual as atitudes dos cientistas e tecnólogos, diante das publicações, marcava uma diferença importante entre ciência e tecnologia. Acevedo Díaz questiona: isso continua sendo assim trinta anos depois?

⁵³ No capítulo 3, apoiado em Dagnino (2000), faz-se discussão semelhante, apontando “atores” que participam na definição da PCT, destacando diferenças no processo que ocorre nos países “centrais” e “periféricos”.

Acevedo Díaz, possivelmente se referindo aos países capitalistas centrais, assinala que há muito mais cientistas trabalhando no campo industrial ou de investigação tecnológica do que no setor acadêmico. Destaca o trabalho de Ellis (1972) o qual aponta que poucos cientistas se opunham às restrições colocadas pelas empresas para publicar artigos e que a maioria compreendia e justificava essa situação. Essa pesquisa também teria evidenciado que os cientistas industriais tampouco pareciam estar demasiado preocupados em obter sua reputação mediante o sistema de publicações, ainda vigente fora da organização empresarial, já que seus interesses e motivações são outros. O principal desejo, da maioria dos engenheiros e cientistas industriais, seria patentear e não publicar⁵⁴.

Assinala este autor que, mesmo tendo surgido, em várias ocasiões, críticas muito duras contra os cientistas que patenteavam, muitos investigadores atuais não vêem mal em unir seus descobrimentos científicos às patentes. Justificam essa situação, por exemplo, pela necessidade em obter benefícios econômicos, os quais contribuiriam no pagamento dos enormes gastos envolvidos com a pesquisa contemporânea. Corresponderia a uma alternativa num contexto em que o aporte de recursos públicos está sendo reduzido. Havendo inclusive grupos de cientistas que têm constituído suas próprias empresas, principalmente ligados a *High technology*, tendo, assim, nascido a engenharia genética comercial, em 1979, através da empresa de investigação genética *Genetech*.

No contexto da progressiva adesão à idéia de patentear, para Acevedo Díaz, a retenção parcial da informação está tornando-se algo habitual e conforme Ferné:

“Assim pois, uma parte da informação científica e tecnológica já não circula livremente pela comunidade de investigação, mas está, cada vez, controlada mais explicitamente por coalizões de interesses científicos, econômicos e estratégicos.” (Ferné, *apud* Acevedo Díaz, 2001: 6).

Apoiando-se em Ferné, Díaz assinala que é durante a segunda metade do século XX que a ciência, com mais freqüência do que antes, passou a ser obrigada a dobrar-se aos imperativos econômico e militar, aspecto que pode ser ilustrado pelo Projeto Manhattan desenvolvido durante a Segunda Guerra Mundial. As restrições, desde então impostas

⁵⁴ Marcelo Gleiser, físico que leciona nos EUA, referindo-se a esse país, destaca que os físicos trabalhando em áreas mais teóricas, na chamada ciência básica, são minoria absoluta. Assinala que, mesmo não tendo dados exatos, arriscaria que eles não passam de 10 a 20% dos físicos trabalhando em universidades e indústrias (Folha de São Paulo, 19/11/2000, *Mais!*, p. 27).

pelos segredos comerciais e militares, chocam-se frontalmente com a norma mertoniana de *comunalismo científico*⁵⁵, considerado, idealmente, um valor próprio da ciência. A maioria dos cientistas acadêmicos, que investigam subvencionados pelas empresas ou pelo governo, necessitam pedir autorização para publicar seus trabalhos. Assim:

“Alguns valores contextuais – utilitarismo, benefícios econômicos, prestígio nacional, poderes político e militar, etc. – estão condicionando em excesso a prática de outros valores considerados desde sempre como constitutivos ou próprios da ciência acadêmica.” (Ziman, apud Acevedo Díaz, 2001: 6).

Acevedo Díaz conclui que, no mundo atual, a ciência acadêmica está, cada vez mais, sendo mais dirigida pela finalidades e metas tecnológicas.

Borrando completamente as fronteiras entre Ciência e Tecnologia, aparece a *Tecnociência*. García *et al.*, citados por Bazzo, Pereira e von Linsingen (2000), destacam que, dentro de algumas tendências da tradição européia, tem sido promovido o tratamento conjunto da Ciência e da Tecnologia. Como exemplo, citam a *Rede de Atores* de Latour e Callon, segundo a qual a ciência não consiste em pura teoria e nem a tecnologia em pura aplicação, senão que ambas, fundidas no termo *tecnociência* (como algo vivo e distinto de nossa percepção oficial delas: “*a ciência e a tecnologia*”), consistem em redes de cujos nós também fazem parte todo tipo de instrumentos relevantes. Os produtos da atividade científica, as teorias, não podem continuar sendo separadas dos instrumentos que participam de sua elaboração.

Contudo, a existência de uma fronteira nebulosa entre ciência e tecnologia, entre ciência básica e ciência aplicada não é consensual entre os cientistas. Por exemplo, Salzano⁵⁶, em análise realizada relativamente à polêmica envolvendo os produtos geneticamente modificados, criticou o que denominou de “*confusão entre ciência e aplicação da ciência*”. Essa posição é bastante próxima das reflexões que Mário Bunge faz nas obras *Ciência e Desenvolvimento* (1980) e *Ciência e Pseudociência* (1989). Diferenciando pesquisa básica e aplicada, destaca:

⁵⁵ Discussão apresentada no item 4.2.3.

⁵⁶ Destacado pesquisador gaúcho, citado no editorial do Jornal *Zero Hora*/RS, publicado em 13 de julho de 1999.

“Em resumo, tanto a pesquisa básica como a aplicada utilizam o método científico para obter novos conhecimentos (dados, hipóteses, teorias, técnicas de cálculo ou de medição, etc.) Porém, enquanto o pesquisador de ciência básica trabalha com problemas que interessam só a ele (por motivos cognoscitivos), o pesquisador de ciência aplicada estuda somente os problemas de possível interesse social.” (Bunge, 1980: 30-31).

Bunge é árduo defensor da posição de que a responsabilidade para possíveis “maus usos” deve-se à “aplicação da ciência”. A ciência em si é inocentada. Considera importante uma clara distinção entre ciência básica e ciência aplicada porque

“...o público e, em particular a juventude, pode reprovar os cientistas por pecados que esses não cometem, tais como inventar armas, contaminar o ambiente e multiplicar os artefatos desnecessários.” (Bunge, 1989: 215).

4.2. NÃO NEUTRALIDADE DA CT

A suposta neutralidade da CT será analisada e problematizada a partir de quatro dimensões, interdependentes:

- 1) O direcionamento dado à atividade científico-tecnológica (processo) resulta de decisões políticas;
- 2) A apropriação do conhecimento científico-tecnológico (produto) não ocorre de forma equitativa. É o sistema político que define sua utilização;
- 3) O conhecimento científico produzido (produto) não é resultado apenas dos tradicionais fatores epistêmicos: lógica + experiência;
- 4) O aparato ou produto tecnológico incorpora, materializa interesses, desejos de sociedades ou de grupos sociais hegemônicos.

4.2.1. O direcionamento dado à atividade científico-tecnológica (processo) resulta de decisões políticas.

É bastante comum a utilização de expressões que manifestam a idéia de que “*não se pode ou deve deter o avanço científico*”. Contudo, essa idéia não resiste a uma análise empírica. Cada vez mais, avançam aquelas linhas de investigação contempladas com apoio financeiro, enquanto que, aqueles campos privados de financiamento tem, efetivamente, seu avanço retardado⁵⁷. Quem e em função de que objetivos define os campos que devem avançar, retardando outros? Há fortes indicativos, apresentados e discutidos no decorrer deste trabalho, de que avançam aqueles que mais contribuem para maximizar o lucro privado. Nesse sentido, Bernal (1969, p. 1339-1340) destaca que uma parcela da comunidade científica tem se mostrado tolerante em relação ao direcionamento, à organização da ciência, quando este busca o lucro privado, bem como quando os governos utilizam os recursos científicos na preparação para a guerra. Contudo, considera que essa tolerância é menor quando se busca organizar, direcionar a ciência para a obtenção de benefícios sociais.

⁵⁷ Esse aspecto pode ser ilustrado através da decisão, do Congresso dos Estados Unidos, em 1993, a qual pôs fim ao superacelerador por supercondutividade (“superconducting supercollider”), suspendendo o financiamento do projeto, orçado em 8 bilhões de dólares.

Hobsbawm (1996), ao analisar argumentos costumeiramente utilizados em favor da investigação livre e ilimitada⁵⁸, destaca que, muitas vezes, não passa de retórica vazia declarações que consideram intoleráveis as restrições/limitações à pesquisa. Estas já estão acontecendo. Em sua análise, a pesquisa científica não é ilimitada e livre, considerando que os recursos são limitados. A questão consiste em definir quem⁵⁹ impõe estes limites e orientações e por quais critérios. Em sua análise, há campos de pesquisa em que os pesquisadores buscam “...*não necessariamente o que lhes interessava, mas o que era socialmente útil ou economicamente lucrativo ou aquilo para que havia dinheiro...*” (p. 535). Fazendo uma análise da atividade científica realizada, no século XX, destaca:

“A verdade é que a ‘ciência’ (com o que muita gente quer dizer as ciências naturais “pesadas”) estava demasiado grande, demasiado poderosa, demasiado indispensável à sociedade em geral e a seus pagadores em particular para ser deixada entregue a seus próprios cuidados.” (Hobsbawm, 1996: 536).

Na medida em que a ciência penetrou na indústria, “*foi profundamente industrializada*” (Japiassu, 1988: 146). Em sua análise, isto não quer dizer que os fins meramente utilitários predominem na orientação da ciência, mas que as normas intelectuais e éticas dos cientistas sofrem os efeitos de “*novos imperativos*”, passando, cada vez mais, a depender das decisões e dos financiamentos externos ao mundo científico⁶⁰. Assim, “*As escolhas dos cientistas, que a princípio eram ‘livres’, tiveram que se dobrar às opções estranhas ao interesse imanente à ciência.*” (Japiassu, 1988: 146).

Para Pacey (1990), um físico que trabalha com semicondutores pode ter um interesse puramente abstrato no comportamento dos elétrons em um sólido. Mas não é mera coincidência que os semicondutores, de suas investigações, sejam empregados nos microprocessadores. Considera que a seleção do objeto de investigação, por parte de um cientista, recebe a influência inevitável dos “*requerimentos tecnológicos*”, através de pressões materiais ou de “*certa atmosfera de opinião*” a respeito do que vale a pena investigar.

⁵⁸ A definição dos problemas a serem investigados não resulta da utilização de algum método privilegiado.

⁵⁹ Herrera (2000), em artigo publicado na Folha de São Paulo em 05/03/1983, afirma: “*Do ponto de vista de determinar a orientação da pesquisa, a maior parte da atividade científica atual está controlada por fatores externos a ela...*” (p. 154).

Segundo Bernal (1969), os problemas que são objeto de investigação relacionam-se, basicamente, com os interesses da classe dominante. Nesse sentido, poder-se-ia conjecturar que, se os problemas, interesses e necessidades de outros segmentos sociais fossem objeto de investigação, outras trajetórias de inovação seriam ativadas, podendo resultar em configurações sociais distintas.

Úriz (1996), citando Horkheimer (1969), integrante da Escola de Frankfurt, assinala que a ciência mesma não sabe porque ela caminha numa determinada direção, porque se concentra em determinados objetos e não em outros. A ciência carece de autoreflexão para conhecer os motivos sociais que a impulsionam para um lado e não para outro, por exemplo, para a lua. Também, segundo Horkheimer, na ciência aparece uma dupla contradição: em primeiro lugar, vale o princípio de que cada um de seus passos deve ser fundamentado, contudo, o passo mais importante, ou seja, a seleção das tarefas a serem executadas carece de fundamentação teórica. Em síntese, o sentido do avanço da ciência não é determinado, unicamente, por suas próprias tendências, mas também pelos interesses e/ou necessidades sociais. Em segundo lugar, a ciência tem-se ocupado no estabelecimento de relações de maior amplitude, mas ocorre que é incapaz de apreender a mais ampla das relações, da qual depende sua própria existência, bem como a orientação de seu trabalho, ou seja, a sociedade.

Também Bernal, na década de 60, alertava para esse aspecto:

“Logo que os cientistas e as demais pessoas apreendam o significado social da ciência, não podem persistir nas velhas atitudes deixando as ciências e as técnicas desenvolver-se ao acaso, sob o impulso de interesses privados, restritivos e deturpadores.” (Bernal, 1969: 1301).

De outra forma, porém, sem variações significativas no conteúdo, referindo-se aos rumos atuais da ciência, em entrevista concedida à Folha de São Paulo, Jacques Testart, biólogo francês, “pai científico” de Amandine, primeiro bebê de proveta nascido na França, opina, talvez com algum exagero, que a ciência acabou:

“Só existe a tecnociência, uma busca permanente por inovações, alimentada pelo mercado, em nome do progresso. (...) a busca incessante por inovações ultrapassou os limites da ética e da dignidade humana e gerou ‘mentiras’ e ‘mistificações’, entre as quais

⁶⁰Entende-se que é, cada vez mais, nebulosa/borrada a fronteira entre o que acontece dentro e fora do laboratório.

inclui a pesquisa de alimentos transgênicos e terapia genética”⁶¹

4.2.2. A apropriação do conhecimento científico-tecnológico (produto) não ocorre de forma eqüitativa. É o sistema político que define sua utilização.

“Como é que vocês podem explicar, especialmente a seus jovens, por que o sistema global de regras, na aurora do século XXI, protege mais duramente os direitos de propriedade intelectual do que os direitos humanos fundamentais? “

Kofi Annan, (2001), Secretário-geral da ONU

A discussão e o reconhecimento quanto à apropriação desigual dos resultados científico-tecnológicos, dá-se, muitas vezes, com o pressuposto de que o produto a ser apropriado (conteúdo cognitivo) é neutro, não “contaminado” por fatores externos. A não neutralidade, nesse caso, estaria na apropriação desigual.

Essa posição, com maior ou menor intensidade, manifesta-se entre pensadores marxistas. Por exemplo, Evry Schatzmann, astrofísico marxista, parece sustentar essa posição:

“A existência de uma crise de consciência entre os cientistas resulta de conflito entre o conteúdo da ciência e a situação social da ciência. A pesquisa fundamental, em sua motivação, ignora os interesses da produção e as necessidades do poder político. Sua única meta é a descoberta das leis da natureza. O cientista, porém, não pode mais ignorar que suas descobertas possibilitam dar uma potência maior ao poder político. Ele deve mesmo constatar que suas descobertas lhe escapam e que sua própria existência serve de alibi para decisões que lhe causam horror. Esta alienação é sentida violentamente pelos jovens pesquisadores, no campo das ciências da natureza, onde, entretanto, a noção de realidade objetiva não pode ser questionada.” (E. Schatzman, apud Chrétien, 1994: 143).

Marx viveu num momento histórico de intensa euforia com o desenvolvimento científico-tecnológico, vinculando-o ao desenvolvimento das forças produtivas, aspecto

⁶¹ Entrevista concedida pelo biólogo à folha de São Paulo, 28/01/2001.

que provocaria uma ruptura nas relações sociais, com a conseqüente apropriação das mesmas pelo proletariado. Contudo, colocadas sob outro sistema político. Assim, talvez, Marx tenha sido generoso e esperançoso demais com o avanço científico-tecnológico, aspecto que não invalida a totalidade de sua obra.

Dagnino (2001) entende que a compreensão da CT, desenvolvida por Marx, é contraditória⁶² em relação a sua construção social. Segundo ele, há momentos, em sua obra, que a tecnologia é apresentada como um elemento neutro, puramente instrumental e que o decisivo ou importante é a sua apropriação. Em outros, encontrar-se-iam afirmações em que ela é vista como trazendo em si, intrinsecamente, um elemento de subordinação e de maior exploração do trabalhador. Entende Dagnino que essa ambigüidade não foi removida pelo desenvolvimento ulterior do marxismo. A questão da tecnologia teria sido colocada em um plano secundário pela grande maioria dos autores marxistas.

Ainda recorrendo à análise de Dagnino, entende ele que o determinismo histórico foi um fator significativo para o fortalecimento da idéia de neutralidade. Argumenta que várias correntes filosóficas, nascidas no século XIX, entre elas a marxista, acenavam para a crença de que o desenvolvimento da humanidade seria linear, progressivo e contínuo. No caso do marxismo, concluía que o capitalismo teria naturalmente o seu fim e que o socialismo seria inevitável. *“Essa visão teve grande influência na compreensão da C & T entre os marxistas”*.

A questão da tecnologia, envolvida na construção do socialismo real, em geral, para Dagnino, foi pouco problematizada. Essa, a semelhança do liberalismo econômico, era vista como uma variável, se não exógena, pelo menos dependente. A idéia de que bastaria a tomada do poder para colocar a CT a serviço dos trabalhadores teria reforçado uma compreensão neutra/instrumental. A idéia de apropriação, considerada, por Dagnino, radical no que respeita aos limites do capitalismo, tem como pressuposto a neutralidade, reforçando a visão instrumental e neutra da CT.

⁶² Claude Chrétien (1994) destaca que Marx, ao enumerar as principais ideologias, cita a religião, a política, o direito, a moral, a família, a arte. Às vezes, a ciência figura explicitamente na lista; na maioria das vezes, ela não é mencionada. Entende, esse autor, que os sucessores de Marx opuseram firme e regularmente ciência e ideologia. Contudo, os elementos que Marx teria deixado parecem indicar que, a seus olhos, o estatuto da ciência é mais problemático.

Para Dagnino, a revolução Russa, de 1917, teria colocado grande ênfase na transição ao socialismo e na “*apropriação pura e simples da tecnologia*”. Citando análise de Bryan, Dagnino acentua que as principais lideranças bolcheviques possuíam uma percepção negativa em relação à utilização capitalista da organização do trabalho de Taylor. Porém, na conjuntura pós-revolucionária, por exigir métodos que aumentassem a produtividade e a eficiência em um país com a indústria destruída, fome, etc., houve, segundo esta análise, o fortalecimento de uma postura, frente à apropriação, marcada pelo pragmatismo, aproximando as lideranças bolcheviques de uma compreensão instrumental da CT.

Na análise de Dagnino, poucos foram os que, na década de 60 e 70, desde uma perspectiva maoísta e trotskista – crítica ao stalinismo –, visualizaram a ligação entre a degenerescência do socialismo soviético e o “contrabando” de forças produtivas capitalistas (essas demandavam um burocrata-gerente em substituição ao patrão). Essa situação teria dificultado a percepção, pela esquerda ocidental, de que seria necessária uma considerável inflexão, nas trajetórias de inovação existentes, para que o conhecimento gerado pudesse ser utilizado para uma sociedade distinta.

Segundo Feenberg, citado por Dagnino, é fundamental incorporar, no design tecnológico, variáveis sociais, culturais e ambientais. Isso transcende a simples apropriação da tecnologia, processo que não vislumbra alternativas aos possíveis elementos negativos intrínsecos à tecnologia a ser apropriada. Nesse sentido, poder-se-ia citar a poluição que tem acompanhado a sociedade industrial. Seria apenas consequência do mau uso da tecnologia?⁶³

Por outro lado, Chrétien (1994), referindo-se ao contexto da ex-URSS, especificamente sobre o caso Lyzenko⁶⁴, considerando sua tentativa de produzir uma ciência proletária, mediante a descontaminação ideológica da ciência, representou um golpe para a tese das duas ciências e, segundo o autor, “*nos força a refletir sobre os limites da crítica externa e sociológica da ciência.*” (p. 137). Entende que a reação aos excessos do lyssenkismo teve um efeito pendular, “*sendo que o retorno do pêndulo*

⁶³ Hobsbawm (1996) destaca que os países, do assim chamado socialismo real, foram especialmente “descuidados” em relação ao problema da poluição.

⁶⁴ Chrétien (1994) cita que foi em 1965 o ano da desgraça de Lyzenko, sendo o balanço trágico. No campo da biologia, essa posição oficial teria paralisado as pesquisas durante uns trinta anos, os cientistas mais reputados afastados ou assassinados e toda a atividade científica bloqueada e extraviada.

reconduz à tese extrema de uma virgindade da ciência” (p. 142), fazendo com que muitos marxistas passassem a endossar um ingênuo cientificismo.

E. Schatzmann, já citado, em artigo publicado em 1972, parece traduzir esse ponto de inflexão:

“...a ciência que se desenvolve é praticamente independente das idéias políticas ou religiosas dos cientistas. Não há uma ciência-burguesa e uma ciência proletária. Até nova ordem, só existe uma ciência. E toda a tentativa de dar à pesquisa uma orientação de classe revelou-se inútil. As leis dos processos naturais não trazem o selo de nenhum regime econômico, político ou social.” (Schatzman, *apud* Chrétien, 1994: 144).

Chrétien conclui que, ao insistir demais no enraizamento social da ciência, para explorar socialmente o poder dessa (como Lyzenko) ou para desqualificá-la (como a sociologia crítica), corre-se o risco de negá-la ou de passar ao largo daquilo que constitui sua especificidade, oscilando entre extremos onde, numa ponta alimenta-se a ilusão de que a ciência é tudo e, na outra, a ilusão inversa de que ela nada é.

Retornando à discussão relativa à apropriação, a obra *Por uma outra globalização*, de Milton Santos (2000), a qual já se fez referência, deve ser colocada no contexto dessa discussão, no que concerne à tecnologia, considerando as ressalvas já feitas no capítulo 3, essa parece estar mais inclinada à idéia de apropriação. Ou seja, a colocação do sistema técnico atual sob outra concepção política. Neste livro de Santos, a postulação sobre a necessidade de parâmetros, em relação ao desenvolvimento científico-tecnológico, é extremamente minimizada ou ausente. A idéia de apropriação é hegemônica, havendo raras referências à necessidade de ativar, para uma sociedade específica, trajetórias de inovação específicas. Há um olhar bastante generoso em relação à tecnologia. Parece não haver críticas à tecnologia em si, mas a forma de apropriação.

Em relação à apropriação privada do conhecimento científico-tecnológico, é ilustrador o artigo *“A vampirização mercantil”*, de Watrde (2001), o qual discute o fato de, em novembro de 1998, a Universidade da Califórnia, Berkeley, fechou um acordo com a empresa suíça Novartis: uma doação de 25 milhões de dólares foi concedido ao Departamento de Microbiologia. Como contrapartida, a potência suíça da farmácia – biotecnologia, recebeu, dessa universidade pública, o direito de se apropriar de até um terço das “descobertas” feitas pelos pesquisadores do departamento, assim como a

concessão de negociar patentes das invenções decorrentes das pesquisas. Além disso, a Universidade concedeu à Novartis o controle de duas das cinco cadeiras da Comissão de Pesquisa do Departamento.

Hobbelink (1990) também destaca que um modo muito atraente e proveitoso, que as empresas privadas utilizam para obter um maior controle sobre a biotecnologia, consiste em fazer contratos com universidades e outras instituições públicas de pesquisa. A Monsanto, por exemplo, "doou" 23,5 milhões de dólares à Universidade de Washington para pesquisas em biotecnologia (Hobbelink, 1990, p. 119). Esse autor cita um congressista norte-americano, que, ao analisar essas "parcerias", comenta: "*não se pode realizar nenhuma pesquisa, a menos que a empresa dê a sua permissão*" (p. 120). Outra fala sobre a "parceria" de uma Universidade com a Hoechst, destaca: "*Virtualmente todo o mundo, neste laboratório, é um servente contratado da Hoechst*". (p.120).

O progressivo descomprometimento com o financiamento público da Universidade, e de outras instituições públicas de pesquisa, estimulando/forçando a realização de "parcerias" com setores privados, no contexto brasileiro, parece caminhar segundo essa lógica.

Em relação ao projeto Genoma, num contexto em que a busca do "mapa do genoma humano" alimenta a expectativa da obtenção de lucros gigantescos, vinculados à possibilidade de patentear o patrimônio genético humano⁶⁵, a discussão é crucial. Para Zancan, presidente da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC),

"Há hoje uma grande discussão sobre o patenteamento das seqüências de DNA. A patente é uma reserva de mercado, e isso significa que a empresa terá o domínio econômico sobre todas as descobertas futuras. É fundamental que se reveja o sistema de patentes na área biológica, do contrário, a humanidade ficará cativa de umas poucas empresas." (Zancan, 2000: 3)⁶⁶.

⁶⁵ É freqüente, na concepção tecnocrática, desqualificar argumentos relativos à atividade científico-tecnológica, rotulando-os como extra-científicos. Porém, cabe um questionamento: decisões em relação a legitimidade de patentes sobre seres vivos e seus genes ocorrem no campo científico? Em outras palavras, é possível determinar cientificamente se é ou não legítimo patentear seres vivos?

⁶⁶ Folha de São Paulo, *Mais!*, 30/01/2000

No entender de Lutzenberger (1999), patentes só se aplicam e se justificam para invenções, não a descobertas. Os genes dos seres vivos foram estruturados pela natureza “*neste fantástico processo sinfônico que é a evolução orgânica*” a qual nos originou, juntamente com todos os demais seres. Considera uma “*monumental presunção querer patentear genes, seres vivos, partes de seres vivos e processos vitais!*” (Lutzenberger, 1999: 41).

4.2.3. O conhecimento produzido (produto) não é resultado apenas dos tradicionais fatores epistêmicos: lógica + experiência

A visão neutra de CT, para Dagnino (2001), foi sistematizada, no meio acadêmico, entre outros autores, por Merton (1979). Este teria constituído um conjunto de normas e valores, morais e éticos, que denominou de imperativos institucionais da ciência. Trata idealmente a ciência como se ela estivesse à disposição da humanidade (*comunalismo*). Para que esse ideal se cumprisse, seria necessário o distanciamento de influências externas ao meio científico e que expressam interesses – religiosos, políticos, econômicos ou de grupos sociais – (*universalismo*). A ciência expressaria um suposto desprendimento do cientista de sua concepção de mundo (*desinteresse*) e um rigor acadêmico que garantiria a isenção do pesquisador. Seus interesses, crenças e valores estariam totalmente subordinados aos critérios empíricos, racionais e lógicos.

Na análise de Dagnino, esses “imperativos” , formulados no plano normativo enquanto uma “ética” do cientista, mantém-se dominantes no senso comum da comunidade científica, atribuindo-lhe um caráter neutro, instrumental. Esses imperativos foram socialmente construídos e não são necessariamente conservados *ad infinitum*. Em síntese, a suposta neutralidade defendida por Merton, bem como uma confusão entre o plano normativo (o que deveria ser) e o descritivo (o que é) dificulta, para Dagnino, a percepção, por parte dos cientistas, de que as influências externas são inevitáveis.

Mesmo admitindo que o processo de produção do conhecimento possa ser afetado por fatores externos, tais como financiamentos, definindo o avanço desse ou daquele campo, há uma compreensão que considera possível separar o funcionamento da ciência de seus conteúdos cognitivos. Contudo, essa separação mecânica não é tão trivial. No

campo da filosofia e sociologia da ciência, têm-se apontado a insuficiência desses fatores epistêmicos na produção do conhecimento científico.

A concepção de neutralidade dos produtos da ciência tem-se apoiado na existência de um método privilegiado, responsável pela produção de um conhecimento imune à influência de fatores externos. Postula-se a existência do denominado método científico, o qual faria papel equivalente a um “cordão sanitário” responsável pela assepsia do produto científico. Esse método significaria a garantia de que apenas fatores epistêmicos participassem da elaboração do conhecimento.

Para Kuhn (1995), a ciência é constituída e legitimada dentro de paradigmas os quais, por sua vez, são constituídos histórica e socialmente, portanto, de forma contextualizada, não neutra. Sua análise, respaldada em exemplos históricos, coloca a insuficiência desses tradicionais fatores epistêmicos em relação ao desenvolvimento da atividade científica. Fatores não epistêmicos (consenso, persuasão, negociação) são enfatizados, principalmente na mudança de teorias científicas. Para Kuhn, a competição entre paradigmas não é o tipo de batalha que possa ser resolvido por meio de provas. Entende que,

“Na escolha de um paradigma, - como nas revoluções políticas, não existe critério superior ao consentimento da comunidade relevante. Para descobrir como as revoluções científicas são produzidas, teremos, portanto, que examinar não apenas o impacto da natureza e da lógica, mas igualmente as técnicas de argumentação persuasiva que são eficazes no interior dos grupos muito especiais que constituem a comunidade de cientistas.” (Kuhn, 1995: 128).

A obra de Kuhn colocou em dúvida a existência desse método privilegiado e impessoal, suposta ferramenta utilizada para a obtenção de um conhecimento inquestionável. Assim, perde vigor a “ferramenta intelectual”, cuja correta utilização permitiria obter a certeza, a verdade, um conhecimento neutro e a-histórico.

“Ao aprender um paradigma, o cientista adquire ao mesmo tempo uma teoria, métodos e padrões científicos, que usualmente compõem uma mistura inextricável.” (Kuhn, 1995: 144).

Andery *et al.* (1999), no livro *Para Compreender a Ciência*, vêm a idéia de método da seguinte forma:

“O método científico é historicamente determinado e só pode ser compreendido dessa forma. O método é o reflexo das nossas necessidades e possibilidades materiais, ao mesmo tempo em que nelas interfere. Os métodos científicos transformam-se no decorrer da História. No entanto, num dado momento histórico, podem existir diferentes interesses e necessidades; em tais momentos, coexistem também diferentes concepções de homem, de natureza e de conhecimento, portanto, diferentes métodos.” (Andery *et al.*, 1999: 15).

Luján *et al.* (1996), relativamente à presença de fatores considerados não epistêmicos, na produção do conhecimento científico, destacam que a realidade, que um fenômeno, pode ser interpretado de várias maneiras (presença da componente social), mas não de qualquer maneira (componente empírico). Para esses autores, certos argumentos filosóficos, como a carga teórica da observação e a infradeterminação têm respaldado a crítica contra a neutralidade. A carga teórica da observação postula que o significado dos enunciados observacionais depende, em parte, de teorias interpretativas. Em relação à infradeterminação, dada uma teoria ou hipótese que explica um fenômeno, sempre é possível construir hipóteses alternativas empiricamente equivalentes às primeiras, mas que propõem mecanismos causais incompatíveis.

4.2.4. O aparato ou produto tecnológico incorpora, materializa interesses, desejos de sociedades ou de grupos sociais hegemônicos

Há uma compreensão, normalmente não discutida, segundo a qual os aparatos, máquinas ou instrumentos, produtos da atividade científica e tecnológica, não são maus nem bons, nem positivos e nem negativos em si mesmos. A tecnologia é vista como uma ferramenta neutra que pode ser tanto utilizada para o bem quanto para o mal. Esta constitui-se numa afirmação típica que traz, em seu bojo, a idéia de neutralidade da tecnologia. Ou seja, ela pode ser utilizada em qualquer contexto, justificando-se, por exemplo, a transferência tecnológica de um contexto para outro, sem problemas. O problema está no bom ou mau uso. Ela é alcançável/disponível para todos. Criticando essa compreensão, Luján *et al.* (1996, p. 130) destacam que, no âmbito dessa, são comuns

afirmações como: “*Os objetos tecnológicos podem ter boa ou má destinação, mas apenas a sua utilização pode ser imprópria, não o objeto em si.*”.

Nessa linha de raciocínio aparecem exemplos clássicos. A energia nuclear terá “boa” utilização nas usinas nucleares e “má” utilização na fabricação de bombas atômicas⁶⁷. Aqui caberiam vários questionamentos. Em primeiro lugar, será bastante difícil encontrar alguma tecnologia, ferramenta ou aparato tecnológico que possa ter um bom uso para todos, indistintamente, ou vice-versa. A utilização da energia nuclear, para “fins pacíficos”, trará associada não somente aspectos positivos, mas também negativos. Pode-se citar, por exemplo, problemas relacionados ao lixo radioativo. Além disso, a própria bomba atômica era considerada boa, por parcela significativa da sociedade ocidental, desde que eliminasse um mal maior: o nazismo. Nesse sentido, é pertinente a análise de Souza Cruz (2001). Segundo ela, não é trivial julgar se algo é benéfico ou maléfico, pois tais julgamentos são determinados por perspectivas e valores de caráter pessoal e social. O que uma pessoa considera positivo pode ser encarado como negativo por outras da mesma sociedade. Em outras ocasiões, o que uma sociedade julga ser benéfico para seus propósitos pode ser considerado destrutivo por outra sociedade.

Há um outro exemplo corriqueiro relacionado às armas de fogo. Afirma que elas, em si mesmas, não são nem boas e nem más, mas a maneira de como são usadas é que determina o seu valor. Também aqui há várias análises que podem contribuir para desnudar o maniqueísmo “bom” ou “mau”. Primeiro, se as balas atingem as pessoas certas, a arma de fogo é boa, caso contrário, é má. Mas, qual o critério para saber se acertou as pessoas certas ou não? Esse exemplo pode ser ilustrado através do processo de colonização que ocorreu na América Latina. As armas de fogo foram boas ou ruins? Boas para o colonizador e ruins para o índio. E agora?

Assim, poder-se-ia apresentar muitos exemplos que debilitam esse maniqueísmo. Possivelmente, o problema esteja em tentar isolar o produto científico-tecnológico, o aparato ou ferramenta do entorno, das intenções com que foi concebido. Talvez fosse interessante indagar: se não estivesse em efervescência o clima belicoso das duas guerras mundiais, teria sido a física nuclear a grande estrela dessas décadas? Ou, é por acaso que

⁶⁷ Renato Dagnino, no artigo, *Sobre a neutralidade da tecnologia e da ciência: um guia de leitura* (mimeografado), 1977, chama essa polarização de “maniqueísmo tecnológico”.

hoje, o campo da física valorizado é o do estado sólido? Na biologia, quem não for trabalhar com biotecnologia, sofre sérios problemas de inanição.

Quer-se, com esses exemplos, argumentar que o delineamento, a forma de conceber o aparato ou ferramenta, materializa, ou seja, incorpora interesses e características de grupos sociais. Nesse sentido, segundo análise de Fourez, para os defensores da neutralidade da tecnologia, essa pode ser separada das estruturas sociais nas quais se insere, enquanto que para os críticos, como esse autor, e a posição assumida nesta tese, a tecnologia já "*veicula estruturas de sociedade*". A prática científico-tecnológica é intencional, orientada por projetos humanos, ou seja, relativa a objetivos, a contextos.

Destacando que a dimensão técnica não é tão facilmente separável do entorno social, Bazzo, Pereira e von Linsingen (2000), situam a polêmica entre a utilização do automóvel particular e o transporte coletivo. Assinalam que vários problemas sociais e ambientais seriam mais facilmente "amenizados" com o fortalecimento do transporte coletivo. Contudo, a ampliação desta forma coletiva de transporte não se restringe à dimensão técnica, envolve aspectos emocionais, psicológicos, sociais, políticos, econômicos, valores simbólicos, enfim, vários aspectos de uma cultura urbana. Também destacam que já houve sugestões no sentido de reduzir a largura dos veículos de tal forma que coubessem dois carros, lado a lado, na mesma pista, diminuindo o congestionamento. Contudo, esta solução técnica, "*parece ser uma solução interessante para alguns, que venderiam em dobro, mas possivelmente também constituiria uma multiplicação de problemas sociais e ambientais futuros.*" (p. 163).

Analisando a revolução verde, Hobbelink destaca que:

"Talvez a lição mais importante que se pode aprender da "Revolução Verde", é que a tecnologia não é em si mesma uma solução mas sim uma ferramenta. Uma ferramenta muito especial na qual está embutida uma determinada tendência, associada a um determinado tipo de desenvolvimento (grifo meu). Seus êxitos dependem só, em parte, de sua qualidade científica; dependem também do modo como é criada e das circunstâncias para as quais é desenvolvida e utilizada. E, principalmente, dos interesses daqueles que a introduzem e da realidade daqueles a quem é destinada." (Hobbelink, 1990: 108).

Considerando o pacote tecnológico da revolução verde, sem, nesse momento, entrar em juízo de valor quanto aos aspectos positivos e negativos decorrentes, fica, hoje,

bastante evidente que, nesse esteve incorporada, potencializada a poluição ambiental, pois seu uso não pode ser desvinculado da utilização intensiva de herbicidas, fungicidas, bem como de adubos químicos. Não esteve incorporado, nesse pacote tecnológico, a preocupação ambiental.

Há outros aspectos a serem considerados. Quando pessoas manifestam que a tecnologia é neutra, qual a amplitude que estarão dando à palavra tecnologia? Torna-se necessário considerar a possibilidade de significados distintos atribuídos à mesma A posição adotada, neste trabalho, é a idéia de *prática tecnológica* de Pacey.

Segundo ele, há uma compreensão, relacionada a neutralidade, a qual sustenta que a tecnologia é “amoral em essência”, separada dos valores, um instrumento que pode ser utilizado para o bem ou para o mal. Se há problemas como, por exemplo, a degradação ambiental, não há de culpar a tecnologia, mas os erros dos políticos, dos militares, das grandes indústrias e de outras pessoas.

Sugere que se considere a tecnologia como uma atividade humana e como parte da vida. Considerá-la como algo que não implica somente em máquinas, técnicas e conhecimentos rigorosamente precisos, mas também constituída pelos aspectos organizacional e cultural. Assim, a *prática tecnológica*, expressão preferida por Pacey, está constituída pelos aspectos técnico, organizacional e cultural. Destaca que uma considerável parte das pessoas identifica a tecnologia apenas com seu aspecto técnico, o qual tem relação com máquinas, técnicas, conhecimentos e com a atividade essencial de fazer as coisas funcionar, ignorando as outras duas dimensões. Este seria o significado restrito de tecnologia, conforme o gráfico apresentado a seguir:

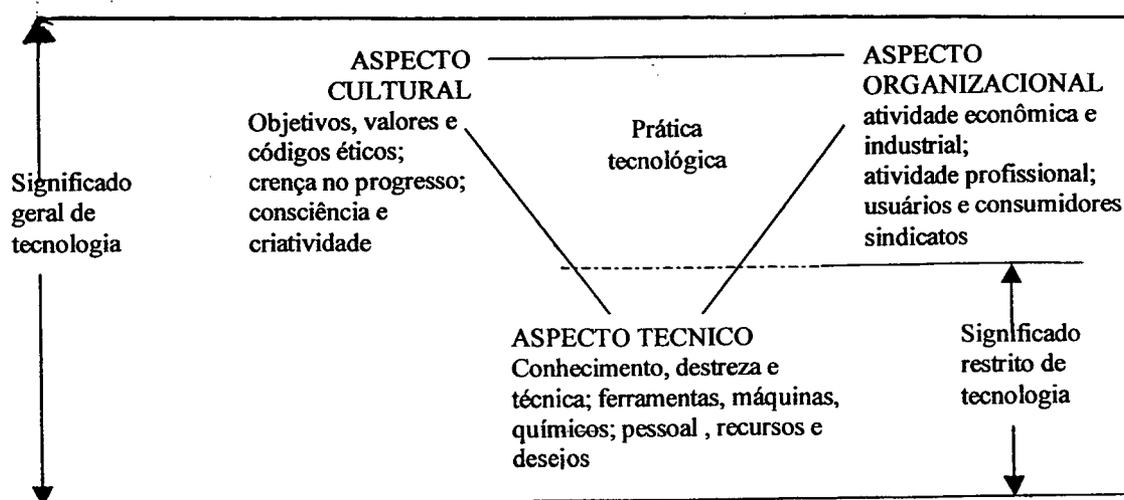


Diagrama das definições de “tecnologia” e “prática tecnológica” Pacey (1990)

Pacey argumenta que, quando se faz referência à tecnologia no sentido restrito, os valores culturais e os fatores organizativos são considerados como algo externo a ela, reduzindo-a, por completo, a aspectos técnicos. Sugere que, nessa concepção, é mais adequado falar em técnica. Utiliza a expressão *prática tecnológica* para designar o sentido geral da palavra.

Essa autor também chama a atenção para o fato de que a concepção de tecnologia deve abarcar o “componente orgânico” (agricultura, nutrição, medicina e, mais recentemente, as novas biotecnologias). Argumenta que, para explorar novos estilos de tecnologia, torna-se necessário avançar, em profundidade, no questionamento das idéias convencionais sobre tecnologia.

Nesse sentido, está incorporado ao senso comum, do conjunto da sociedade, considerar que um dos problemas da atualidade é a distribuição desigual dos resultados do desenvolvimento científico-tecnológico. Contudo, para autores como Dagnino, já citado, o problema não se restringe à questão da apropriação. Considera que, para a constituição de uma outra sociedade, há a necessidade da ativação de outras trajetórias de inovação. Como a CT, hoje disponíveis, foram produzidas em determinada sociedade, carregam as marcas, as características desta. Se concebidas para maximizar o lucro (nesse caso poder-se-ia citar o gen terminator), seu desenvolvimento foi orientado num sentido coerente com isso.

Em outros termos, as atuais relações sociais de produção impõem uma tarefa seletiva no sentido de impulsionar trajetórias de inovações que resultem em meios de produção aptos a maximizar o lucro privado. Essa se constitui numa perspectiva bastante radical de não neutralidade da CT, ficando um dilema, usualmente não discutido: é possível, através da colocação desses meios de produção, sob outro sistema político, uma sociedade mais igualitária e menos poluidora?

Cabe outro alerta, ou seja, o risco de generalizar a idéia de que todas as tecnologias estão “*marcadas pelo mal*”, recaindo num maniqueísmo. Além do fato de que a discussão anterior ser polêmica, em aberto, não se está postulando a reinvenção da roda. Possivelmente a adoção seletiva, em função de um projeto de sociedade, de uma PCT, definidos com uma crescente participação da sociedade, discutindo possíveis configurações sociais decorrentes da adoção desta ou daquela tecnologia, seja o melhor caminho.

4.3. UMA OUTRA CONCEPÇÃO DE CTS

Ter como pano de fundo a neutralidade ou a não neutralidade da CT, leva a encaminhamentos muito diferenciados tanto em relação ao campo educacional, quanto à formulação de políticas públicas para a CT, aspectos, nessa nova concepção, relacionados.

No campo da formulação de políticas para a CT, postula-se a superação do modelo de relações entre CTS, formulado pelo relatório de Vannevar Bush⁶⁸, citado no capítulo 2 e 3, expresso através do modelo linear. A neutralidade justificaria, por exemplo, a simples transferência tecnológica, bem como o endosso à universalização da atual agenda de desenvolvimento científico-tecnológico, contrariamente ao que é postulado no capítulo 3. Em outros termos, as discussões, críticas e encaminhamentos presentes, neste capítulo, seriam irrelevantes no contexto de uma concepção de CT neutras.

No campo educacional, concebendo CT como neutras, pode-se, facilmente, cair nos reducionismos discutidos e criticados no capítulo 1, relativamente à Alfabetização Científico-Tecnológica. De outra forma, tendo-se a não neutralidade da CT como pressuposto balizador, novos desafios e encaminhamentos colocam-se para o ensino de ciências naturais.

4.3.1. QUESTIONAMENTO DA CONCEPÇÃO TRADICIONAL, LINEAR DE PROGRESSO

“Pois é, se continuar dessa forma, o progresso vai aumentar, mas a fome vai aumentar mais ainda, o desemprego...”

Professora Irene Alles, 2001

Essa outra concepção CTS passa pela superação da concepção tradicional, linear, tecnocrática de progresso⁶⁹, *ingenuamente otimista* segundo Gómez (1997), na qual o progresso social é definido em termos de progresso tecnológico. Em outros termos, consequência necessária do progresso científico-tecnológico.

⁶⁸ Discussão realizada no capítulo 2.

⁶⁹ Sanmartín (1990) fala em superteoria, superideologia do progresso. Essa discussão é realizada, no capítulo 5, no parâmetro relacionado ao determinismo tecnológico.

Expressões como "*marcha do progresso*", "*não perder o trem da história*", "*antitecnologistas*", "*tecnologia de ponta*", "*impossível deter o progresso*", vinculam linearmente CT com progresso. Nesse discurso, a concepção de progresso reduz-se à dimensão material, econômica. Historicamente, sempre se priorizou o crescimento econômico, acreditando que esse, uma vez consolidado, resultaria em desenvolvimento social. Essa posição não possui sustentação empírica (Herrera, 1981).

Gana (1995) salienta que a idéia de progresso contínuo, evolutivo e linear, segundo o qual a humanidade avança de níveis inferiores a superiores não é, provavelmente, um conceito que tenha surgido autonomamente em regiões do terceiro mundo, mas uma doutrina que tem sido tomada como corpo conceitual do Ocidente. Para ela, especialmente no século XIX e início do século XX, a conexão entre ciência, tecnologia e indústria foram a base do discurso que vincula tecnologia e progresso, um processo determinístico, inevitável, e que, até certo ponto, "*todos os cidadãos do ocidente carregam fragmentos desta concepção em sua linguagem e atitudes.*" (p. 25).

Para Buarque (1990), é surpreendente a rapidez como a idéia de progresso, a partir da revolução industrial, consolidou-se como um "*valor intrínseco, impregnado à imaginação dos homens, em todos os continentes, praticamente em todos os povos...*". Segundo ele,

"Surpreende como adquiriu primazia sobre todas as demais idéias socialmente aceitas, a ponto que as outras, como felicidade, paz, igualdade, liberdade, justiça, soberania, embora mais antigas, passaram a ser vistas como conseqüência do progresso." (Buarque, 1990: 48).

Na análise desse autor, os economistas participaram ativamente na elaboração dessa conceituação. Concentraram a idéia de progresso no seu sentido material. Tornaram-se "prisioneiros" dessa conceituação, porque passaram a ignorar os outros valores maiores do homem (culturais, espirituais e éticos), vistos agora como secundários ou decorrentes. Passaram a acreditar numa tendência irreversível do progresso que eles idealizaram. A nível mundial, os parâmetros indicadores de progresso passaram a ser econômicos/materiais. Assim,

"A generalização da idéia de progresso chega ao extremos de, no caso do Brasil, o termo, e portanto o conceito, entrar na própria bandeira. Ao fazer esta explicitação, a sociedade brasileira assumiu um destino

definido conforme os conceitos universalizados a partir da Europa, explicitados especialmente por Comte. Um destino de modernização ocidentalizado, padronizado. Não houve opção própria (...). Não havia como pensar em alternativas como liberdade e bem-estar separadamente de consumo... "(Buarque, 1990: 51).

Ainda segundo esse autor, enquanto que uma parcela da juventude dos países ricos percebeu que o progresso se construía "*as custas de vazios existenciais*", e, já tendo um consumo elevado, percebeu que a meta central desse projeto civilizatório não compensava os custos que exigia, aqui, os teóricos da dependência, sendo Fernando Henrique Cardoso um dos principais representantes, mesmo criticando o fato de que os países pobres não serem os atores de seus destinos, subordinados às relações econômicas internacionais de dominação, importaram sem contestação a idéia de progresso. Assim,

"Propunham autonomia econômica para os países atrasados conquistarem o progresso, mas não se preocuparam em ter, eles próprios, autonomia para definir os objetivos do progresso. (...) A idéia de progresso era importada automaticamente, pela dependência cultural dos teóricos dependistas." (Buarque, 1990: 57).

Buarque argumenta que, com essa dependência cultural, o país, ao importar as idéias de progresso e de atraso, de desenvolvido e de subdesenvolvido, importou também a definição de valores essenciais, de necessidades e de meios. Assim, todo o funcionamento da sociedade foi ajustado e todos os recursos da natureza disponibilizados para atingir essa idéia importada, o progresso. Ao importar as necessidades e os meios para atingir esse modelo de desenvolvimento, os subdesenvolvidos "*endividaram-se, violentaram suas culturas, depredaram seus recursos, concentraram a renda, utilizaram regimes autoritários, segregaram suas sociedades, na ânsia de atingirem o nirvana do progresso.*" (p. 58).

Também Gana (1995) salienta que, nos países latino-americanos, condicionados por um processo histórico, configurou-se uma crise de identidade, caracterizada pelo fato de que essas sociedades se percebem como subdesenvolvidas e periféricas, pressupondo que os países altamente industrializados do Ocidente conformam o mundo desenvolvido, estabelecendo os critérios segundo os quais se deve julgar a qualidade e a direção da evolução da sociedade. Lentamente a auto-estima, desses povos, tem-se deteriorado.

A idéia de progresso, bem-estar ou felicidade, como sinônimo de consumo crescente de bens materiais, nasce com a Revolução Industrial, no século XVIII. Essa é a origem, para Herrera (2000) da atual concepção de progresso. Uma concepção transformada em mito. Segundo Herrera, os marginalizados sempre são levados a crer que, finalmente, alcançarão os benefícios desse progresso. Um discurso que os impede de questionar a estrutura e os valores da sociedade que os condena à miséria. Entende que é necessário desmistificar a ilusão em obter um padrão de vida igual ao dos países ricos, mediante o crescimento econômico. Herrera, geólogo, afirmava, já na década de 70 e 80, que se está no limite da pressão sobre os recursos naturais e mais da metade da população do planeta ainda não possui as necessidades básicas satisfeitas.

Postulava ele que a humanidade precisa aceitar que existe um limite de consumo material que não pode ser ultrapassado. Terá que renunciar à idéia de que progresso é sinônimo de aumento indefinido do acesso a bens materiais. Em sua concepção, a possibilidade de construir uma sociedade compatível com o seu ambiente físico, condição necessária para a sobrevivência a longo prazo, não é simplesmente um problema científico e tecnológico, mas segundo ele, acima de tudo, um problema de mudança econômica-social.

Da mesma forma, Furtado (1998) sustenta que a hipótese da generalização do nível de consumo, praticado pelos países capitalistas centrais, contradiz a orientação do processo em curso em escala planetária, havendo a exclusão de grande parte da população mundial dos benefícios desse desenvolvimento. Além disso, tal qual análise de Herrera, a extrapolação, para o conjunto da população do planeta, dos níveis de consumo praticados nos EUA, significaria uma pressão sobre os recursos energéticos, insuportável em termos ambientais.

Possivelmente, estejam presentes, no imaginário de boa parte dos brasileiros, fragmentos do “*american way of life*” (modo americano de viver). Contudo, Laymert Garcia dos Santos⁷⁰ destaca que não é possível enfrentar a carência sem tocar no excesso, considerando que “*já está demonstrado que o ‘american way of life’ não pode ser universalizado pela simples razão de que não há recursos renováveis para tanto e nem o planeta agüenta*”.

⁷⁰ Folha de São Paulo, *Mais!*, 27/02/2000.

Em síntese, o progresso humano tem sido associado linearmente ao desenvolvimento técnico, sendo atribuída às questões científicas e tecnológicas a razão maior da felicidade humana (Bazzo, 1998).

Contemporaneamente, Testart, já citado, respondendo ao questionamento “*Por que os pesquisadores ajudam a mistificar a ciência?*”, destacou:

“Mesmo a pesquisa em instituições públicas conta com capital privado. Há mistificação em torno dos progressos e dos resultados da pesquisa científica. Em casos como o dos alimentos transgênicos e da terapia genética, resultados milagrosos são mentiras. (...) O grande compromisso é ideológico, com a mistificação do progresso. (grifo meu).”
(Testart, 2001: A15).

5. DISCUSSÃO E PROBLEMATIZAÇÃO DOS MITOS

“A única maneira de determinar quais são as necessidades legítimas da maioria da população e não somente as de uma elite econômica e intelectual, é estabelecer mecanismos de participação para assegurar que todas as decisões sociais representem realmente a vontade e aspirações da população.”

Amilcar Herrera

No decorrer desta pesquisa, foi-se constatando a necessidade da explicitação e clarificação das já citadas construções⁷¹ subjacentes à produção do conhecimento científico-tecnológico, denominadas de mitos⁷². Mitos porque, em vários contextos, estão fora do alcance de uma reflexão crítica. Assim, este capítulo apresenta, discute e problematiza essas construções.

Tais mitos não pairam acima da sociedade como se fossem entes metafísicos. Sua constituição não pode ser desconectada do entorno social, econômico, político e cultural em que foram concebidos. A ciência, historicamente considerada um antídoto contra os dogmas religiosos, acabou, em parte devido às possibilidades exageradas a ela atribuídas, cercada por novas construções dogmáticas. Esses mitos, na sociedade contemporânea, acabam por expressar interesses dos atores sociais hegemônicos. Mobilizam toda a sociedade em torno dessas idéias, imobilizando, assim, movimentos no sentido da mudança nas relações vigentes nessa sociedade.

Mitos que, de construções históricas, passam a ser apresentados como universais, como verdades inquestionáveis. Sua aceitação passou a ser um ato de fé tal qual dogmas religiosos. Obscurecem, impedindo uma visão mais cristalina da dinâmica social. Assim como o mito do Estado mínimo, (Santos, 2000) aspecto apontado no capítulo 3, os mitos

⁷¹ Entende-se que essas construções resultam do fato de, à medida que o conhecimento científico-tecnológico é produzido, produz-se também discursos, formas de ver essa produção. Discursos aceitos, fomentados ou elaborados por determinados atores sociais, interessados em sua disseminação.

⁷² Esses mitos têm sido questionados, com mais vigor, a partir da década de 60, especialmente no contexto da emergência do movimento CTS. Contudo, particularmente nos meios de divulgação, continuam sendo constantemente realimentados.

relacionados à atividade científico-tecnológica contribuem para a constituição de discursos legitimadores do *status quo*.

Consciente ou inconscientemente, a forte reação, em vários contextos, ao questionamento desses mitos, representa a rejeição ao questionamento da atual dinâmica social. Expor à crítica, esses e outros mitos, significa expor à crítica essa dinâmica social. Implica no questionamento de concepções tecnocráticas, modelo de decisões intensamente valorizado na atual sociedade capitalista. Conforme Marcuse (1985), a racionalidade tecnocrática, hegemônica, representa o eixo da alienação na sociedade atual.

Refletir, problematizar esses mitos, não significa, de forma alguma, uma posição anti-ciência e anti-tecnologia. Pelo contrário, pode contribuir para a construção de uma imagem mais consistente sobre a atividade científico-tecnológica. Além disso, mitos não combinam com posições democráticas. Nesse sentido, os denominados parâmetros sobre as interações entre CTS postulam a democratização na tomada de decisão em temas envolvendo CT, apontando para mitos a serem problematizados e, se possível, superados. Assim, neste trabalho e, particularmente neste capítulo, são objeto de discussão três mitos, já citados: *superioridade do modelo de decisões tecnocráticas*, *perspectiva salvacionista da CT* e o *determinismo tecnológico*.

5.1. PROBLEMATIZAÇÃO/SUPERAÇÃO DO MODELO DE DECISÕES TECNOCRÁTICAS

“Em nosso tempo, uma das maneiras mais efetivas de terminar uma discussão é dizer que algo está cientificamente provado. (...) Isto deixa o adversário desarmado. Em épocas passadas, obtinha-se o mesmo resultado com a afirmativa de que estava respaldado na Bíblia”

Amilcar Herrera

Para Medina e Sanmartín (1990), tanto na cultura grega quanto na romana, o trabalho artesanal e tecnológico era visto como necessário, mas inferior. Algo que ameaçava a realização da virtude pessoal. A atividade superior e nobre estava na ciência, representando um ideal teórico/contemplativo. Aristóteles, representante dessa concepção, observava o mundo com tremenda precisão, sendo um observador e não um manipulador. Assim, na perspectiva pré-moderna, ciência e tecnologia mantêm-se separadas.

Segundo esses autores, com o advento da ciência moderna, houve uma ruptura fundamental com a tradição até então vigente, ou seja, uma aproximação entre ciência e tecnologia, aspecto que foi aliado à defesa da autonomia da ciência/tecnologia, devendo libertar-se do controle político e religioso. Nesse contexto, a tecnologia já não é mais considerada perigosa, mas necessária e boa, devendo desenvolver-se livremente. Para Sanmartín (1990), a vocação tecnológica da ciência moderna é inegável. A característica definidora desta ciência tem sido, acima de tudo, o afã do domínio tecnológico da natureza.

Thuillier (1989) destaca que, a partir do século XIII, e sobretudo nos séculos XIV e XV, a Europa, que era agrícola, tornou-se cada vez mais urbana e ingressou no capitalismo comercial. O poder já não se restringia aos senhores e ao clero. Estava surgindo uma nova classe de gente que contava, que queria agir sobre a natureza, que confiava no homem e via o mundo de uma nova forma. Na idade média, desprezavam-se as artes mecânicas. Os dirigentes da sociedade ocidental - os senhores, os padres - não trabalhavam. Mesmo que exercessem atividades, não era trabalho no sentido do *trabalho-castigo*. Só os inferiores trabalhavam. O homem livre da Grécia ou da Idade Média não trabalhava. Foi o burguês, o empresário, que reabilitou o trabalho. O burguês da Florença renascentista ia de manhã para a sua empresa, fazia contas, trabalhava. Para esse autor, foi justamente numa região

muito comercial, muito industrial, não longe de Veneza, que viveu Galileu. Thuillier vê Galileu como o coroamento da evolução de uma nova sociedade. Entre o fim da idade média e o início do renascimento, surgiu uma sociedade que confiava no homem e em seu poder de agir sobre a natureza. Encontraram-se justificativas teológicas: descobriu-se na Bíblia que Deus sempre quis que o homem dominasse a natureza. Em suas palavras:

"O gênio de Galileu não foi ser único, ser exceção. Ao contrário, foi ter expressado a época. Ele foi o que foi porque soube utilizar todos os elementos da época para reafirmar essa visão de um mundo novo, para fazer uma ciência eficaz, racional, matemática, mecanicista." (Thuillier, 1989: 20).

Possivelmente, com suas teorizações, Bacon (1984) tenha sido um dos que melhor expressou o sentimento da época. A sua hipotética Nova Atlântida representa a projeção de uma sociedade tecnocrática. O governo deste país deveria estar em mão de sábios. Em seu *Novum Organum*, Bacon posiciona-se contra uma ciência puramente teórica, interpretativa e especulativa e a favor de uma nova ciência, fundamentalmente operativa. Para ele, "*saber é poder*".

Na concepção de Bacon, a ciência representava a estrada para a utopia. Esta utopia seria materializada através dessa Nova Atlântida, uma sociedade onde reinaria a felicidade, onde a ordem social seria aperfeiçoada e governada pelo uso da ciência. Para tanto, tornava-se necessário chegar às verdades sobre a natureza, dominá-la e colocá-la a serviço do homem, a serviço dessa sociedade.

Para a obtenção dessas verdades, de um conhecimento inquestionável, apresentou um caminho, um método que garantiria a sua obtenção. Um método graças ao qual são elaboradas teorias rigorosamente fiéis aos fatos. Este método consistia na observação rigorosa dos fatos seguida da generalização indutiva. Segundo essa concepção, a verdade está escrita na natureza, bastando utilizar o método científico para desocultá-la. Ou seja, o chamado "método científico".

Segundo Sanmartín (1990), na antigüidade, a capacitação para a participação política estava radicada em "*virtudes políticas teóricas*". Na modernidade, nas capacidades "técnicas operativas". Assim, o governo de uma sociedade baseada na ciência e na técnica há de estar em mãos dos especialistas tecnocientíficos. Tal qual na república de Platão,

também a Nova Atlântida deveria ser governada por pessoas dotadas de algum tipo especial de sabedoria. Para Platão, o governo deveria ser entregue aos filósofos. Na postulação baconiana, deveria estar nas mãos de cientistas "iluminados" pelo chamado método científico.

Expressando, com outras palavras, a submissão do ser humano ao império da ciência e da técnica, já no século XX, o Guia de Exposição Universal de Chicago (1933)⁷³, dizia:

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

Luján *et al.* (1996), já citados, acentuam que, nesse contexto da hegemonia da concepção tecnocrática, postulava-se que a obtenção das verdades científicas era alcançada pela aplicação de um método privilegiado (método científico), possibilitando, mais cedo ou mais tarde, um mundo de possibilidades tecnológicas e, como consequência, o bem estar social. É o que esses autores têm denominado de "*contrato social para a ciência/tecnologia*", ou o denominado modelo tradicional/linear de progresso, aspecto já discutido no capítulo 2.

Esse cientificismo é lastreado na crença da possibilidade de neutralizar/eliminar o sujeito do processo científico-tecnológico. O *expert* (especialista/técnico) poderia solucionar os problemas sociais de um modo eficiente e ideologicamente neutro. Para cada problema existe uma solução ótima (Luján *et al.*, 1996). Portanto, deve-se eliminar os conflitos ideológicos ou de interesse. A CT assumem contornos de neutralidade.

Para Chassot (1994) o cientificismo pode ser sintetizado por dois "axiomas", quais sejam, a superioridade teórica e prática da ciência para qualquer situação. Ao nível teórico, seria um conhecimento superior a todos os demais. No campo prático, seria a melhor forma

⁷³ Segundo Alcino Leite Neto, enviado especial da Folha à Exposição Universal de Hannover, com a participação de 171 países, ocorrida em 2000 (Folha de São Paulo, 11/06/2000), a ideologia do progresso sempre foi a tônica dessas exposições universais desde que surgiram em 1851. Para Neto, essas são "*Filhas da Revolução Industrial*", as quais espelhavam o entusiasmo com as conquistas industriais. Contudo, alguns acontecimentos foram colocando em xeque esse entusiasmo. A revolução russa (1917) teria dissolvido a "*fantasia de uma humanidade irmanada nos valores do capitalismo industrial*". Com as duas guerras mundiais, o holocausto e os ataques nucleares a Hiroshima e Nakasaki, "*o humanismo europeu ruína de alto a baixo e com ele a confiança iluminista na técnica e na ciência como agentes de civilização. As utopias negativas se espalharam.*" Ainda segundo Neto, considerando que as desigualdades entre os países persistem, nessa exposição de Hannover tentou-se um tema de consenso: a ecologia (preservação do ambiente). Contudo, conclui o enviado: "*A depender do realismo dos 'global players' norte-americanos, a próxima exposição universal substituirá os países pelos próprios fabricantes, como numa feira industrial comum.*" (p. 13).

de conhecimento para resolver problemas situados desde o campo técnico até o ético.

No entender de Pacey (1990), a perspectiva tecnocrática refere-se a uma visão de mundo que quase não deixa espaço para a democracia nas decisões que afetam a tecnologia, considerando que esta está presa a uma visão de progresso, de resolução de problemas que exclui ambigüidades. A intolerância frente a ambigüidades inviabiliza o debate sobre o futuro: só há uma forma de avançar e o especialista, melhor do que ninguém, pode comandar o processo. A participação pública, na escolha, entre enfrentamentos possíveis a uma determinada situação, introduz, segundo a perspectiva tecnocrática, um elemento de incerteza, inaceitável nessa visão.

Thuillier (1989) destaca que a ciência é valorizada, na sociedade moderna, como instância absoluta, exatamente como Deus é visto na Igreja. Assim como diziam os padres que queimavam hereges na inquisição “*não sou eu, é Deus quem o quer*”, assim os tecnocratas, ao tomarem decisões, dizem que não são eles os responsáveis, mas a ciência”. Hoje, para Thuillier, os economistas apelam para as “leis da economia” para justificar suas decisões. Destaca:

“A tendência da tecnocracia é transferir a “especialistas”, técnicos ou cientistas, problemas que são de todos os cidadãos. (...). Não digo que os tecnocratas sejam maus, nem que tomem sempre decisões erradas. Digo que é mau o sistema que lhes dá esse poder.” (Thuillier, 1989:22).

Da mesma forma, Bernal (1969) acentua que a conclusão mais importante que se pode tirar do estudo do lugar e do desenvolvimento da ciência, na sociedade, é a de que a ciência se tornou demasiado importante para ser deixada entregue apenas aos cientistas e aos políticos, devendo ser uma preocupação de todo o povo. Conclui que essa “intromissão” não será uma maldição, mas sim uma benção.

Fourez tem destacado o potencial da concepção tecnocrática em gerar passividade:

“... a palavra 'ciência' pode, por vezes, 'aprisionar', por exemplo, quando alguns passam a impressão de que, uma vez que se falou de cientificidade, não há mais nada a fazer senão se submeter a ela, sem dizer ou pensar mais nada a respeito.” (Fourez, 1995:21).

“ A aparente neutralidade dos tecnocratas provém do fato de que as

decisões importantes foram tomadas quando se adotou determinado paradigma disciplinar ou determinado método interdisciplinar. Ao adotá-los, aceita-se de maneira cega os seus pressupostos.” (Fourez, 1995:213).

O modelo tradicional/linear de progresso, já analisado, pressupõe a eliminação de qualquer interferência da sociedade em relação aos elementos da cadeia linear que vai desde a investigação científica até a melhoria das condições de vida – bem-estar social. O “gerenciamento” desse modelo de progresso está a cargo, prioritariamente, dos tecnocratas (Luján, *et al.* 1996.). Contudo, decisões tecnocráticas não são neutras. Os tecnocratas decidem segundo uma maneira particular de ver o mundo. Decidem, conforme Fourez, dentro de determinado paradigma, dentro de determinado marco de referência. Assim, subjacente ao questionamento desse modelo, situa-se o questionamento da tecnocracia.

A idéia de que as decisões devem ser tomadas por pessoas detentoras de alguma forma especial de conhecimento é bastante antiga. Platão (428 ac – 348 ac) era bastante crítico em relação a democracia que se instaurara em Atenas - Grécia. Das assembléias que decidiam os destinos da *pólis* - Cidade-Estado, só participavam dos debates uma minoria que havia adquirido os direitos de cidadania. A maioria era excluída da participação: mulheres, escravos. Para ele,

“Os males não cessarão para os humanos antes que a raça dos puros e autênticos filósofos chegue ao poder, ou antes que os chefes das cidades, por uma divina graça, ponham-se a filosofar verdadeiramente.” (Coleção Os Pensadores, p. 8 e 9).

Hoje, a defesa de posições tecnocráticas continua recebendo espaço significativo nos meios de comunicação. Por exemplo, durante a 51ª reunião anual da SBPC, realizada em Porto Alegre/RS, em julho de 1999, relativamente à polêmica sobre os produtos geneticamente modificados (transgênicos), o editorial do jornal *Zero Hora*, de 13/07/99, afirmava: “A reunião da SBPC, portanto, é importante por direcionar o debate para o âmbito científico, *desviando-o do político*” (grifo meu). Por outro lado, segundo

Lutzenberger, “*Soja transgênica: problema político, não técnico*” (Lutzenberger, 1998: 41).

5.2. PROBLEMATIZAÇÃO/SUPERAÇÃO DA PERSPECTIVA SALVACIONISTA DA CT

No modelo tradicional/linear de progresso, CT, em algum momento do presente ou do futuro, resolverão os problemas hoje existentes, conduzindo a humanidade ao bem-estar social⁷⁴. Duas idéias estão associadas a essa compreensão: CT necessariamente conduzem ao progresso e CT sempre vêm, são criadas para solucionar problemas da humanidade, para tornar a vida mais fácil. Sinais desses mitos parecem estar habitando o imaginário de parcela significativa da população, apesar de saber-se que críticas, a essa compreensão, terem surgido, principalmente a partir da década de 60.

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

A idéia de que os problemas hoje existentes, e os que vierem a surgir, serão automaticamente resolvidos com o desenvolvimento cada vez maior da CT, estando a solução em mais e mais CT, está secundarizando as relações sociais em que essa CT é concebida. Muitas vezes, são essas relações as responsáveis, por exemplo, pela socialização dos aspectos negativos e pela privatização dos benefícios de determinadas tecnologias.

Esse mito do salvacionismo não resiste a análises mais sérias e profundas. Por exemplo, fica difícil sustentar que o desenvolvimento científico-tecnológico caminha na perspectiva da satisfação de necessidades humanas, quando, segundo estimativas do Instituto Internacional de Pesquisa pela Paz de Estocolmo (Sipri), na década de 70, de 400 a 500 mil cientistas e engenheiros trabalhavam em pesquisa e desenvolvimento da indústria militar:

“Isso significava que 45 % dos cientistas pesquisadores do mundo estavam envolvidos em pesquisas militares, ou, se contassem apenas os

⁷⁴ Álvarez (2001) tal qual Luján *et al.* e Dagnino, já citados, salienta que, no modelo linear, tradicional de relações entre CTS, promove-se o mito da ciência benfeitora. Postula-se um otimismo ingênuo no poder da ciência e da tecnologia para o desenvolvimento econômico e social, abstraindo-as dos contextos sócio-culturais concretos e sobrevalorizando o modelo de desenvolvimento social inspirado no “*desqualificado axioma tradicional: ciência + tecnologia = progresso econômico = progresso social.*”.

físicos e os engenheiros pesquisadores, mais da metade. Portanto, os quadros de pesquisa constituem um componente terrível do complexo militar-industrial e representam um tremendo desvio da inteligência do mundo, de atividades construtivas para destrutivas.” (King, 1998: 79 e 80).

Também Bernal (1969), referindo-se a essa situação, entre outros dados (p. 1310-1311), destaca que, em 1962, 64% dos gastos com a investigação científica, na Grã-Bretanha, foram destinados para fins militares, envolvendo 52% do pessoal científico pago pelo governo.

As reflexões de Pacey (1990) podem contribuir nessa “desmistificação”. Em sua análise, deve-se refletir sobre o “*a origem do extravio tecnológico*”, o qual consiste no impulso de inventar, aperfeiçoar e produzir, muitas vezes, sem relação com as reais necessidades da sociedade. Assim, numa “*revolução cultural moderna*”, considera fundamental a reconstrução de concepções de mundo, de tal maneira “*que não se oculte mais a irracionalidade de nossa atual pauta de progresso tecnológico*” (p. 271).

Pacey argumenta que, em geral, as pessoas remetem os problemas enfrentados pela sociedade como, por exemplo, poluição, para o campo técnico, pensando que a extraordinária capacidade da tecnologia moderna conduzirá a uma “solução apropriada”. Mas, segundo ele, esses problemas têm uma componente social. Esperar por uma solução apenas técnica, que não inclua medidas sociais e culturais, “*é mover-se em um terreno ilusório*”. Destaca que a escassez de alimentos e os problemas de energia são, geralmente, transformados em questões estritamente técnicas, ignorando muitos aspectos relativos à organização e a sua aplicação. Considera que a tecnologia de uma revolução verde, por exemplo, pode estar planejada sem que se tenha uma idéia precisa das razões do baixo consumo de alimentos. Estar-se-ia tentando enfrentar o problema de uma forma puramente técnica, tentando resolvê-lo apenas com novos cultivos e fertilizantes da revolução verde. É o que denomina de “ajuste técnico”⁷⁵.

Nesse sentido, também cita que, muitas vezes, tem-se enfrentado o problema da poluição do ar, nas grandes cidades, sob a forma de “ajustes técnicos”, ignorando aspectos sociais e culturais como, por exemplo, o horário de trabalho que provoca grandes

⁷⁵ Parece que, atualmente, a biotecnologia está cumprindo o papel desse “ajuste técnico”.

congestionamentos e o uso habitual de automóveis ao invés do transporte público. Esses “ajustes técnicos distraem a atenção das questões sociais que é necessário considerar” (Pacey, 1990: 81). Destaca, esse autor, que muitas soluções apresentadas fracassam, no campo prático, ao não solucionar nem metade do problema para o qual foram desenhados, configurando-se como “ajustes técnicos inapropriados”. Isto ocorre porque fatores organizativos e culturais importantes foram desconsiderados. Cita o exemplo da revolução verde.

Contemporaneamente, em relação ao crônico problema da carência alimentar, a perspectiva salvacionista da CT está em alta. Expressões do tipo “Com certeza, os transgênicos saciarão a fome no próximo milênio”, passam a ocupar espaço na grande mídia. Ignora-se, omite-se ou, em muitos casos, usa-se uma retórica persuasiva que busca camuflar interesses. Para reduzir/acabar com a carência alimentar, com a fome, efetivamente, é necessário produzir alimentos em quantidade suficiente. Nesse aspecto, a CT podem contribuir significativamente, aproveitando, inclusive, os avanços da biologia molecular. Contudo, CT não possuem nenhum mecanismo intrínseco que garanta a distribuição dos alimentos produzidos. CT são fundamentais no campo da produção. Porém, em termos de distribuição, há outras dimensões a serem consideradas.

Para o francês Alain de Janvry⁷⁶ da Universidade da Califórnia em Berkeley, ao participar de um debate sobre os transgênicos, na sede do Banco Mundial, em outubro de 1999, destaca que “*Não se deve tentar usar a tecnologia para combater a pobreza, porque ela não é o melhor instrumento para isso.*” Numa linha de raciocínio semelhante, também presente nesse debate, Mark Sagoff⁷⁷, especialista em ética e ambiente da Universidade de Maryland, destaca que a questão é de renda: “*Como se alimenta o mundo?*”⁷⁸ *Você põe dinheiro na mão dos pobres e eles comerão*”.

Da mesma forma, Rogério Parentoni, professor de ecologia do Departamento de Biologia Geral da UFMG, afirma que alguns dos benefícios propalados por biotecnólogos e empresas, tal como a diminuição da fome no mundo, servem apenas para impressionar os incautos. Segundo ele, o mundo produz atualmente 3 Kg de alimento/pessoa/dia, o que

⁷⁶ Folha de São Paulo, *Mais!*, 31/10/1999

⁷⁷ Folha de São Paulo, *Mais!*, 31/10/1999

⁷⁸ Patrocinada pela FARSUL (Federação da Agricultura do Rio Grande do Sul), circulam carros, também no campus da UFSM, com o adesivo: “*Fome se acaba com agricultura forte*”. Essa fala remete o problema da

seria suficiente para alimentar os 6 bilhões de habitantes do planeta. “*O problema não é aumentar a produtividade de alimentos e sim distribuí-los de forma mais equilibrada e justa.*”⁷⁹ (Ciência Hoje, maio de 2000).

Conforme relatório anual, divulgado pela Organização para a Alimentação e Agricultura das Nações (FAO), em 15/09/2000, para erradicar a fome, conforme o diretor geral da FAO, Jacques Diouf, “*As técnicas e os recursos necessários estão a nosso alcance. Se não conseguirmos erradicar a fome, a única desculpa que podemos dar às próximas gerações é a da ignorância, do egoísmo, da falta de visão.*” Para especialistas da FAO, “*a produção mundial de alimentos é, atualmente, mais que suficiente para alimentar, de modo apropriado, 6 bilhões de seres humanos.*” (Zero Hora, 16/09/2000, p. 22).

Agazzi *apud* Bazzo (1998) assinala que a contaminação industrial desmente a crença no salvacionismo⁸⁰ da CT. Para ele, em boa parte dos casos, os produtos e dejetos industriais nocivos poderiam ser neutralizados com o uso de dispositivos técnicos apropriados. Porém, tal não ocorre. Tais dispositivos não são aplicados, por parte dos que causam a contaminação, sobretudo para economizar dinheiro, “*deixando por conta da 'natureza' tal responsabilidade*”. Ou seja, não há um mecanismo interno que faça com que a CT resolvam tais problemas. Há a necessidade de “*vontade pública ou privada*”. Em outros termos, CT não têm autonomia suficiente para a solução desses e de outros problemas, ainda que a sua contribuição se faça necessária.

Segundo o jornal Correio do Povo/RS, de 05/04/2000, a diretora-geral da Organização Mundial de Saúde (OMS), Gro Harlem Brundtland, afirmou, em depoimento à CPI dos medicamentos no Congresso brasileiro, em Brasília, que um terço da população mundial não tem acesso aos medicamentos essenciais que uma pessoa necessita para ter

carência alimentar apenas para o campo da produção de alimentos, ignorando o problema da distribuição, situado no campo político.

⁷⁹ Contudo, mesmo não discordando desta análise de Parentone, cabe o questionamento: temos CT para a produção orgânica de alimentos, não inserida no atual modelo, respaldado pelo uso intensivo de fertilizantes químicos, herbicidas e outros elementos prejudiciais ao ambiente e organismo humano?

⁸⁰ A erradicação de doenças hereditárias - terapia gênica-, com a decodificação do genoma humano, constitui-se em outro campo em que a perspectiva salvacionista da CT está ganhando fôlego. Segundo Zancan, já citada, a tecnologia do DNA recombinante é uma ferramenta fastástica. Contudo, alerta que é importante destacar que as doenças decorrentes da pobreza matam mais e temos tecnologia para combatê-las. Entende que o que falta é decisão política para enfrentar a desigualdade social.

uma boa saúde⁸¹. Conforme análise de Brundtland, o acesso aos remédios é um dos indicadores de igualdade social. Usando dados da OMS, o jornal destaca que 10,3 milhões de crianças, com menos de 5 anos, morreram nos países em desenvolvimento em 1999, a maioria vítima de doenças transmissíveis, que poderiam ser evitadas se elas tivessem sido medicadas.

Para Ayarzagüena *et al.*,

"Chegamos a pensar, em muitas situações, que a única solução para os problemas está na ciência. Esquecemos - ou nos fazem esquecer - que nem todos os problemas são de caráter científico-tecnológico. Em suma, precisamos trabalhar o fato de que mais ciência, mais técnica, não significa, necessariamente, 'vida melhor para todos.'" (Ayarzagüena et al. apud Bazzo, 1998:168).

L. G. dos Santos traça uma linha de raciocínio semelhante. Em sua análise, as promessas de que o desenvolvimento tecnocientífico iria permitir a inclusão progressiva de todos numa sociedade moderna “esfumaram-se” e,

“...só se mantém no ar graças ao assédio permanente que as mídias e a publicidade fazem à mente dos espectadores. (...) O progresso tecnocientífico (...) ampliou – em vez de diminuir – as distâncias entre as classes e os países” (Santos, 2000: 06)⁸².

Historicamente, construiu-se um forte vínculo entre desenvolvimento científico-tecnológico e bem estar humano. Sempre se afirma que “a próxima onda de inovações será a nossa salvação.” (Winner, 1987).

Contudo, o aumento significativo do número de desempregados (robotização, informatização - revolução da microeletrônica) está, de alguma forma, questionando a idéia de uma vinculação linear entre progresso científico-tecnológico e desenvolvimento

⁸¹ O projeto Genoma Humano, enaltecido pelo potencial em termos de tratamento de doenças relacionadas a problemas genéticos, poderá derivar para outros caminhos. Segundo o norte-americano Ronald Green, membro da equipe do projeto encarregada de discutir os aspectos éticos e os impactos sociais relacionados ao mapeamento genético, em declaração feita durante o III Congresso Brasileiro de Bioética, realizado em Porto Alegre, alerta que se as sociedades e os governos não começarem imediatamente a criar regras fortes contra qualquer forma de discriminação genética, em dez anos essa será uma prática generalizada, sobretudo nas companhias de seguro de saúde, de vida e mesmo entre empregadores. Green destaca que, embora esses conhecimentos devam revolucionar as possibilidades de prevenção e terapia precoce, há o risco de eles piorarem a vida da maioria das pessoas, devido à possibilidade de novas formas de discriminação. (Jornal Correio do Povo, 04/07/2000, p. 15).

humano – bem-estar social. Neste caso, torna-se difícil argumentar que eventuais aspectos negativos (aumento do desemprego) decorrentes do avanço da CT, poderão ser corrigidos/superados pela própria tecnologia ou com mais CT.

No entender de King (1998), são consideráveis as conseqüências econômicas e sociais da revolução microeletrônica, havendo mudanças significativas na natureza do trabalho e nos padrões de emprego. Em sua análise, destaca que “*parece*” que grande parte dos atuais níveis de desemprego, nos países industrializados, deve-se à automação das indústrias e dos serviços. Contudo, aponta que os governos, como arma de combate ao desemprego, tentam aumentar a competitividade pelo aumento da produtividade, encorajando mais desenvolvimento tecnológico e, portanto, menos emprego. “*Tal abordagem leva à criação de mais riqueza, mas destrói o trabalho manual – o chamado crescimento sem emprego.*” (King, 1998: 67).

Também, no contexto brasileiro, o “discurso oficial” também apregoa que a inovação tecnológica é fundamental para manter-se competitivo no atual “mundo globalizado”. A perda de emprego, por um grupo de pessoas, sugere esse discurso, pode ser compensada pela “qualificação”, “reciclagem”. No entanto, permanece a pergunta: a qualificação/reciclagem cria novos postos de trabalho?

Discutindo mudanças no mundo do trabalho, Ferrarotti (1998) destaca que, durante os séculos XVIII e XIX, a exploração do homem pelo homem era direta, estando ligada à energia muscular, às horas de trabalho, aos níveis salariais, à disciplina da fábrica. Hoje, as novas variáveis são, no entender desse, o isolamento, a segregação, a solidão, o abandono e a exclusão. Ser explorado no mundo moderno significa estar à margem, ser segregado. O poder hoje explora e oprime não pelo uso da ação direta, mas simplesmente ignorando, deixando de intervir, recusando-se a agir, escondendo-se atrás de procedimentos complexos e perfeccionistas.

Segundo Furtado,

“... a tensão está no fato de que o avanço tecnológico, que se apresenta como um imperativo, engendra simultaneamente aumento de produtividade e redução do emprego, produzindo essa calamidade que é a exclusão social...” (Furtado, 1998: 41).

⁸² Folha de São Paulo, *Mais!*, 27/02/2000.

Num tom dramático, Braverman, citado por Pacey (1990), afirma que na indústria moderna o progresso é concebido para aumentar indefinidamente o número de tarefas que podem ser executadas pela máquina. O triunfo final será obtido quando todos os componentes humanos tenham sido substituídos por componentes mecânicos e eletrônicos.

Com o título: “*Globalização não melhora emprego*”, o jornal Correio do Povo⁸³ apresentou resultados de uma pesquisa feita pelo professor Márcio Pochmann, do Instituto de Economia da UNICAMP. Apoiado em dados do Ministério de Trabalho, este mostra que, entre 1990 e 1998, houve, no Brasil, redução de 12,3% nos postos de trabalho qualificado. As ocupações não qualificadas, nessa análise, cresceram 14,2%. Isto estaria confirmando a política das transnacionais de manter, nos locais onde estão sediadas, a maioria dos cargos mais qualificados e de explorar mão-de-obra barata nos países periféricos.

Singer (1994), no artigo “*Automação: Progresso ou Miséria*”, apresenta uma perspectiva otimista em relação ao processo de automação em curso. Considera que não há o menor perigo que a tendência à automação esgote a necessidade da atividade humana. Mas considera que muda o seu perfil. “*Esta é uma sociedade de serviços*”. Para ele, “... a quantidade de necessidades que as pessoas têm e que a cultura gera é infinita. (...) Quero dizer que as necessidades humanas não têm limites” (p. 7). Em sua perspectiva otimista, assinala:

“Vou dar um passo adiante: se ocorrer o cenário que imagino com uma grande maioria de trabalhadores autônomos e prestadores de serviços, a figura do desemprego tenderá a desaparecer.” (Singer, 1994: 8).

Porém, assinala que, hoje, o processo de automação tem contribuído para o aumento do desemprego. Considera fundamental a redução da jornada de trabalho. No caso brasileiro, juntamente com essa redução, a redistribuição “*de um pouco de renda*” seriam medidas possíveis e que diminuiriam a desigualdade social. Essa posição também é assumida neste trabalho.

⁸³ Artigo divulgado na edição de 27 de abril de 2000

5.3. PROBLEMATIZAÇÃO/SUPERAÇÃO DO DETERMINISMO TECNOLÓGICO

Segundo Gómez (1997)⁸⁴, há duas teses definidoras do determinismo tecnológico:

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

Esse autor destaca que um dos mitos do século XX, ainda que não originário nesse, foi a associação linear entre avanço tecnológico e progresso. No âmbito desse mito, tal progresso transformou-se em autônomo, como procedendo de acordo com suas próprias leis ou dinâmica, chegando-se, muitas vezes, a postular que o desenvolvimento científico-tecnológico é o motor da história, seu fator determinante. Tal progresso e sua aparente capacidade para resolver problemas, legitimou o uso de toda e qualquer tecnologia, independente dos efeitos negativos que a acompanha.

Na análise de Sanmartín (1990), a concepção do determinismo tecnológico não se configurou como algo isolado, mas no âmbito da “superteoria” (superideologia) do progresso. Contrariamente às superteorias da *providência divina* e do *eterno retorno*, que a precederam, nessa o fator tempo não é mais cíclico⁸⁵, mas incorpora a idéia de tempo linear. Caminha-se em direção ao futuro, em direção ao progresso, não há mais volta. O autor denomina essas superteorias de “superideologias”, considerando que, no bojo destas, está implícita uma concepção de mundo. Nesse sentido, a superteoria do progresso tem-se configurado como uma concepção de mundo que tem estado vigente, no Ocidente, pelo menos, desde o século XVI. Entre as características dessa superteoria, Sanmartín aponta:

- A sociedade e mesmo o ser humano são considerados produtos de uma tecnologia autônoma em seu desenvolvimento;
- Uma sociedade e um ser humano cada vez melhores graças ao acúmulo de inovações

⁸⁴ Gómez destaca que, na sociedade norte-americana, com altíssimo desenvolvimento tecnológico, foi ganhando corpo uma compreensão determinista da tecnologia, “até aparecer como parte da ideologia dominante na maioria do povo norte-americano”.

⁸⁵ A superteoria do progresso apresenta o tempo de forma linear, contrariamente a superteoria do eterno retorno (teoria do tempo cíclico). Nesta última, segundo Sanmartín, está articulada uma concepção de mundo que contém a crença de que cada ciclo repete em seus detalhes o curso e os acontecimentos do ciclo anterior. Não podia, nessa, frutificar a idéia estrita de progresso. Também, na superteoria da providência divina, isso era inconcebível.

tecnológicas. O progresso social como consequência do progresso tecnológico;

- A crença de que toda a inovação tecnológica é boa por si mesma, contribuindo para a geração de riqueza, para o bem-viver, havendo uma relação causal perfeita entre inovação tecnológica e avanço humano;
- Da tecnologia espera-se a construção científica de um mundo sucessivamente melhor.

Na compreensão de Sanmartín, essa superideologia nutre-se de “*mitos propagandísticos*”, de expressões do tipo: “*ou a revolução tecnológica, que nos trará um mundo melhor, ou o estancamento e o retorno às cavernas*”, símbolo de um passado negativo. Escolher este último significa não trabalhar segundo os novos tempos, o que, por sua vez, pode dar vantagem para nossos competidores. Qualquer questionamento crítico é encarado como irracional, um retorno à era das trevas. O autor denomina de tecnofanáticos⁸⁶ (Sanmartín acentua que não assume uma posição de tecnófobo) àqueles que assumiram acriticamente essa superideologia. Destaca que o determinismo tecnológico é muito patente entre os tecnofanáticos.

Pacey (1990) entende que uma determinada interpretação da revolução industrial contribuiu para a configuração da idéia do determinismo tecnológico. Nessa, a revolução industrial é apresentada basicamente como uma revolução técnica, sendo comum o uso de expressões do tipo: “*o desenvolvimento da máquina a vapor, nas fábricas (...) criou um novo sistema econômico: o capitalismo*” (p. 38). Segundo esse autor, essa posição não é sustentável. As primeiras fábricas, da revolução industrial, não dependiam, de todo, da máquina a vapor. Basicamente a fábrica, na análise de Pacey, foi um invento vinculado com a organização do trabalho, cuja origem foi anterior a maioria das máquinas. Constata que não tem sido muito freqüente análises destacando que a essência das primeiras fábricas era a disciplina e as oportunidades que se abriam aos empresários em relação à direção e à coordenação do trabalho. Nessa nova estrutura organizacional, no início do século XIX, os trabalhadores teriam sido convertidos em empregados de uma fábrica e obrigados a acatar os procedimentos e o horário de trabalho que lhes era imposto.

⁸⁶ Gómez (1997) fala em “*deterministas tecnocratas e otimistas extremos*”. Considero que o significado seja equivalente aos tecnofanáticos, pois Gómez também situa essa categoria de pessoas apostando num progresso sem fim.

Argumenta Pacey que, na concepção do *determinismo tecnológico*, apresentam-se os avanços tecnológicos como um desenvolvimento que arrasta, atrás de si, a sociedade humana. A evolução social é definida em termos de progresso técnico.

Winner (1987), prefere a expressão "*sonambulismo tecnológico*" para caracterizar o comportamento conformado, a aceitação passiva da sociedade diante da chamada "*marcha do progresso*", diante de novos artefatos tecnológicos, sem nenhuma reflexão crítica em relação aos aspectos positivos e negativos dela decorrentes. Nas palavras de Winner,

"Grande parte destas respostas pode-se encontrar na assombrosa influência da idéia de 'progresso', no pensamento social durante a era industrial. No século XX se acredita em geral que os únicos meios confiáveis para o melhoramento da condição humana provêm das novas máquinas, substâncias químicas e as mais diversas técnicas. Inclusive os recorrentes males sociais e do ambiente que acompanham os avanços tecnológicos raras vezes têm afetado esta fé." (Winner, 1987: 21).

Sendo o desenvolvimento científico-tecnológico apresentado como irreversível, inexorável, representando a marcha do progresso, exclui a possibilidade de alterar o ritmo das coisas. A participação da sociedade em nada alteraria o curso do processo em andamento. Nesse modelo linear, está presente a idéia da inevitabilidade do processo e do progresso, alijando a sociedade da participação em decisões que envolvem seu destino.

Gómez (1997) destaca que o avanço tecnológico é uma atividade social, sendo que o curso do mesmo responde à direção imprimida pela sociedade ou por grupos dessa. Se a tecnologia avança em diversas áreas (agricultura, guerra, etc) e não em outras, isso se deve aos incentivos e recompensas oferecidas. O avanço tecnológico não opera por si mesmo. As mudanças acontecem porque favorecem grupos, sendo que outros grupos oferecem resistências. Influem, no desenvolvimento tecnológico, condições econômicas, políticas e sociais, assim como organizações estatais e privadas. Assinala que há uma grande disputa entre historiadores, em geral, e de progresso tecnológico em particular, em estabelecer quem predomina entre tais fatores. Supor, por um lado, que tais fatores estão subordinados unidirecionalmente à tecnologia mesma, implica em uma forma de "*tecnologismo extremo*". Por outro lado, quando se consideram os fatores econômicos como primários e determinantes unidirecionalmente, o resultado é uma postura "*economicista extrema*"⁸⁷.

⁸⁷ Gómez (1997) destaca que, no contexto da crescente globalização da economia de mercado, a expansão da tecnologia aparece como acontecendo automaticamente, havendo um incremento das versões tecnocráticas,

Em relação a análise que faz da história da tecnologia, situa-se entre os historiadores que procuram interpretar porque um artefato tecnológico “*resultou ser o que foi*”. Nessa concepção, não se supõe um progresso universal tecnológico, “*usualmente usado pelas elites para legitimar o que fazem*”.

Da mesma forma, em relação à história de muitos inventos, Pacey (1990) assinala que é possível colocar a história convencional praticamente de cabeça para baixo. Em vez de mostrar como os desenvolvimentos tecnológicos cresceram um sobre o outro, influenciando na mudança social, pode-se argumentar que uma nova organização social provocou uma nova tecnologia. Assim, ao invés de afirmar que a máquina a vapor de Watt provocou a revolução industrial, é possível argumentar que o desenvolvimento anterior da organização da fábrica deu a Watt uma grande oportunidade para aperfeiçoar seus inventos.

Esse autor tenta entender porque as crenças convencionais sobre a inevitabilidade do progresso tecnológico são tão amplamente sustentadas. Para ele, em parte, essas servem a um propósito político. Quando as pessoas pensam que o desenvolvimento da tecnologia segue tranqüilamente um caminho pré-determinado pela lógica da ciência e da técnica, estão mais dispostas a aceitar o conselho dos especialistas, sendo menos provável a expectativa de participação pública em decisões sobre a política tecnológica.

Citando trabalho de Leslie Sklair, Pacey assinala que o argumento da dinâmica intrínseca da ciência e da tecnologia serve como defesa aos que consideram a idéia da democratização da ciência e da tecnologia inaceitável. Por exemplo, colocar a questão: “*Você é a favor ou contra a revolução da microeletrônica?*” consiste em apresentar o problema de forma equivocada com o objetivo de debilitar a participação política. Considera que não há muita gente que queira deter a microeletrônica, mas sim há quem “*queira expressar suas preferências sobre como usá-la*”⁸⁸. No entender de Pacey, os chips de silício têm potencial para várias formas de desenvolvimento. Importa que a sociedade participe da “*eleição*”. Os pontos de vista existentes sobre o progresso, sobre como se desenvolve a tecnologia, parecem, na opinião de Pacey, dificultar a percepção da possibilidade de escolha entre vários encaminhamentos possíveis, permitindo aos especialistas e industriais impor a sua. Destaca que o futuro é rico em opções.

as quais concebem tal desenvolvimento como autônomo e como fator determinante fundamental do desenvolvimento histórico.

⁸⁸ Perspectiva semelhante poderia ser discutida em relação aos recentes avanços no campo da biotecnologia.

Sanmartín, já citado, entende que, para mudar a sociedade, não basta trocar umas tecnologias por outras, ainda que isto possa ser algo valioso em si. Assinala que é necessário mudar a política tecnológica. Na opinião de Fourez⁸⁹, o endosso ao *determinismo tecnológico* coloca a impossibilidade ideológica para agir.

Mesmo sem endossar o *determinismo tecnológico*, Gana (1995) não cai no outro extremo, o do *determinismo social*. Acentua que a adoção de determinada tecnologia gera múltiplos resultados, surgindo situações novas, inicialmente não previstas. A configuração de uma nova tecnologia, no “real”, dá-se na interação com fatores sociais, culturais e econômicos.

Kneller (1980) defende que a tecnologia possui um caráter próprio. Afeta a vida e os valores daqueles que a usam. As conseqüências de uma inovação tecnológica são quase sempre mais complicadas do que o inicialmente esperado. A tecnologia é dotada de uma dinâmica interna, não sendo uma “*agência neutra que pode ser posta em funcionamento e paralisada a bel-prazer: ela tem um impulso interior que lhe é próprio.*” Grandes empreendimentos tecnológicos produzem suas próprias burocracias. Tendem a criar elites tecnocráticas e controle centralizado. Ainda, segundo esse autor, uma vez aceita uma inovação tecnológica⁹⁰, esta é difundida e suas conseqüências sociais estimulam, com freqüência, mais inovações tecnológicas. Conclui o autor:

“Embora a maioria dos empreendimentos tecnológicos adquira um impulso próprio, no sentido de que têm conseqüências tecnológicas ou sociais não imediatamente previstas, a tecnologia não é realmente autônoma. Não existe uma força tecnológica subjacente empenhada em cumprir seu próprio curso e arrastando consigo impérios e sociedades. A tecnologia está nas mãos de seus criadores e operadores, não o inverso.” (Kneller, 1980: 259).

Contra o *determinismo tecnológico*, Kneller, na década de 80, possivelmente se referindo aos países capitalistas centrais, reporta-se ao fato de que os mais importantes avanços tecnológicos resultam de decisões governamentais de financiamento de certos

⁸⁹ Idéia expressada por Gerard Fourez, no Seminário “Epistemologia sócio-construtivista e ensino de ciências”, realizado em outubro de 1999, promovido pelo Programa de Pós-Graduação em Educação da UFSC.

⁹⁰ Kneller cita, por exemplo, o fato de que uma sociedade que preferiu o automóvel particular ao transporte público terá dificuldades em voltar atrás. Mesmo assim, não considera a tecnologia autônoma. “*Ela é criada por seres humanos e está subordinada essencialmente aos valores culturais e decisões governamentais.*”

projetos. Com isso, enfatiza o fato de que avançam aqueles campos contemplados com recursos. Entende-se que, cada vez mais, esse aspecto é determinante. O atual projeto Genoma progride espantosamente pelo grande aporte de recursos públicos e privados.

O Determinismo Hoje

No contexto do “caminho único”, respaldado pelo discurso do “pensamento único” – “fim da história”, “fim das ideologias”-, está havendo um superdimensionamento da tecnocracia em detrimento da democracia. Democracia pressupõe a possibilidade de escolha entre vários caminhos. Por outro lado, a racionalidade tecnocrática sustenta e legitima o pensamento do caminho único. Segundo essa lógica, para cada problema existe uma solução única, ou ótima. Essa racionalidade exclui opções políticas.

Alinhadas ao pensamento único, Albornoz (1997) entende que as políticas para Ciência-Tecnologia são concebidas, hoje, sob a ótica da inovação, buscando a competitividade⁹¹ internacional. Ignora-se qualquer outra dimensão orientadora para a atividade científica. O direcionamento é dado pela economia, sendo que o discurso da eficácia se antepõe à capacidade de escolher, de eleger, somente cabendo ajustes sobre a variável da eficiência. A tendência em colocar as coisas em tais termos, tem, na América Latina, ofuscado as problemáticas de interesse social, assumindo a gestão o lugar da política⁹². “Mas, se uma política sem gestão é um pouco mais do que pura retórica, a gestão sem política é cega e não discute rumos.” (Albornoz, 1997: 97)⁹³.

O pensamento único, para Albornoz, converteu-se em ideologia dominante em matéria de política econômica. Essa perspectiva implica na redução do conhecimento científico e tecnológico a um “*fato fundamentalmente econômico*”. Destaca que um grupo de economistas franceses tem postulado que os governos e especialistas, ao justificar suas

⁹¹ A competitividade se constitui, segundo Albornoz, hoje, de um valor carregado de interesses e ideologias, considerando que a idéia de competitividade é aceita e encarada fora de qualquer perspectiva crítica.

⁹² Para Furtado (Folha de São Paulo, 03/08/2001, B-3), o objetivo da política é o bem-estar social e não a eficiência econômica. Nessa análise, parece estar implícita a idéia de que eficiência econômica, competitividade internacional não, necessariamente, resultam em benefícios sociais.

⁹³ Tradução realizada por parte do autor deste trabalho.

ações, ao invés de invocar pretendidas “*leis inexoráveis da economia mundializada, deveriam assumir a natureza política de suas escolhas.*”⁹⁴

O superdimensionamento da racionalidade tecnocrática acaba gerando despolitização no âmbito da Ciência-Tecnologia (Gómez, 1997). Este constata que a defesa da racionalidade tecnocrática tem enorme poder de persuasão, considerando que se constituiria numa alternativa às decisões apoiadas em “*juízos humanos frágeis*”. Confia-se nos especialistas e em sua competência técnica. Porém, isto se constitui num erro monumental segundo esse autor. Os problemas humanos e, em particular os políticos, não são tecnicamente neutros.

Tecnocracia, determinismo tecnológico, desenvolvimento científico e tecnológico associado linearmente a progresso – Modelo linear -, respaldam e legitimam o discurso do caminho único ou possibilidade única em termos de avanço científico e tecnológico. Gómez, já citado, assinala que o tecnocrata, ingenuamente otimista, identifica esse avanço tecnológico com progresso. Além disso, sustenta o caráter autônomo (determinismo) do progresso tecnológico. Considera que esse otimismo tecnológico, bem como o endosso ao determinismo tecnológico consiste numa forma sutil de negar as potencialidades e a relevância da ação humana.

Apesar das promessas não cumpridas, para o conjunto da população, por essa superideologia do progresso, marcas da mesma, sob a forma de determinismo tecnológico, continuam bastante vivas. Meios de comunicação têm utilizado, com certa frequência, discursos, linguagens marcadas pela idéia de autonomia da tecnologia. Em vários dos materiais que foram objeto de análise, no processo de elaboração das entrevistas, aspecto descrito no capítulo 6, os desenvolvimentos científico-tecnológicos são apresentados como inexoráveis, representando a marcha do progresso em direção ao bem-estar social. Destaca-se alguns artigos/falas marcados pelo *determinismo tecnológico*.

O artigo “*Tem Comida Estranha na Geladeira*”, publicado pela revista *Época* (01/03/1999), ilustra, de forma exemplar, os aspectos discutidos. Constitui-se de um artigo sobre a utilização de alimentos transgênicos na alimentação. Mesmo admitindo que há questões ambientais, éticas e religiosas envolvidas, inicia o artigo desta forma:

⁹⁴ Segundo o economista Luiz Gonzaga Belluzzo (Folha de São Paulo – 11/02/2001), o discurso dos liberais passa pela despolitização da economia.

"A onda é irreversível (grifo meu). Por mais forte que seja a desconfiança em relação aos produtos geneticamente modificados, não há mais como fugir deles (grifo meu)" (p. 56).

Porém, segundo o artigo, existe uma "remota" possibilidade da comercialização não ser autorizada:

*"Se a comercialização for autorizada, como tudo indica (grifo meu), as primeiras colheitas de soja transgênica ocorrerão em abril do ano 2000. Na **contramão** (grifo meu), ambientalistas, consumidores, o ministro do Meio Ambiente, José Sarney Filho, e a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) defendem uma moratória até que despontem **conclusões científicas inquestionáveis** (grifo meu)" (p. 58-59).*

Além de direcionar a opinião dos leitores, utilizando expressões como aquelas colocadas em negrito, utiliza a expressão **conclusões científicas inquestionáveis**. Uma idéia altamente pretensiosa, pois, por maior 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, ou seja, colocando a introdução de produtos transgênicos como um imperativo, como algo inevitável, aparece o artigo "*Meu gene, meu bem, meu mal*", da revista *Super Interessante* de maio de 1999, introduzindo o artigo de forma sugestiva:

"O Brasil vai (negrito meu) 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).

Ainda, na introdução do mesmo artigo, acentuando a inevitabilidade do processo, é destacado:

"Você entra no supermercado, pega uma espiga de milho e sabe que está comprando um produto criado pela natureza. Com um tanto de agrotóxico, é verdade, mas, ainda assim, natural. Pois, daqui a algum tempo, na mesma prateleira, você vai (grifo meu) dar de cara com o milho transgênico" (p.52).

Em outra edição da revista *Super Interessante*, março de 1999, no artigo "*Que Bicho vai dar?*", também destacando a inevitabilidade do processo, aparece:

"Ir ao supermercado está se tornando uma experiência perturbadora. Hoje, na Europa, no Japão e nos Estados Unidos, já se bota no carrinho um monte de frankensteins que são misturas de plantas - milho, soja, batata - com bactérias de vários tipos. Esquisitices que logo devem passar a ser vendidas também no Brasil (grifo meu)"(p. 55).

Ainda, na mesma edição, à página 19, sobre os transgênicos, mesmo que no título "*Plantas com genes estrangeiros precisam de rótulo e mais testes*" esteja sendo postulada a necessidade de mais testes (envolve apenas a dimensão técnica, ou seja, postula-se uma decisão tecnocrática), a inevitabilidade do processo aparece estampada:

"Outro risco é que as plantas modificadas - que começam a ser produzidas em breve no Brasil.. (grifo meu)" (p. 19)

Numa manchete do Jornal *Zero Hora*⁹⁵, podemos ler:

"O alfabeto do futuro - A internet estabelece o ritmo do progresso (grifo meu) impõe sua presença em todas as dimensões da vida e se converte em condutora dos rumos da civilização (grifo meu)".

Nessa mensagem, o agir humano desapareceu. A lógica, presente nessa concepção, elimina qualquer possibilidade de escolha, de direcionamento da sociedade sobre o ritmo do progresso, sobre os rumos da civilização.

O questionamento de Albarnoz (1997), referindo-se às redes de informação e comunicação, é exemplar:

"Agora bem, esses processos têm um único sentido? A sociedade da informação está sujeita a algum determinismo tecnológico que a coloca fora do alcance de análises dos interesses políticos e econômicos presentes em sua conformação? As decisões a serem tomadas, nesse tema, pertencem exclusivamente ao âmbito de juízos reservados à razão instrumental?" (Albarnoz, 1997: 102)⁹⁶.

⁹⁵ Jornal publicado em Porto Alegre/RS, em 29 de agosto de 1999.

⁹⁶ Tradução realizada por parte do autor deste trabalho.

As mensagens, os discursos, acima reproduzidos, bem como outros presentes nas análises efetuadas, expressando a submissão do ser humano, da sociedade, à ciência e à técnica, carregam as marcas de uma concepção já citada:

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

A linguagem utilizada, o discurso presente em vários dos materiais analisados, contém marcas daquilo que se denominou de *determinismo tecnológico*. Esse discurso, usado de forma reiterada, pode estar induzindo a sociedade ao endosso dessa concepção. Concepção que, se não problematizada, pode conduzir, ou melhor, deve estar conduzindo, reforçando a passividade diante do desenvolvimento científico- tecnológico.

6. ELEMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS, ANÁLISES E ENCAMINHAMENTOS

No percurso da construção metodológica, cuja culminância dá-se neste sexto capítulo, foi-se percebendo, de forma mais cristalina, que o conjunto dos parâmetros sobre as interações entre CTS, além de expressarem determinada compreensão sobre as interações entre CTS, para o Brasil, seriam úteis, de um lado, enquanto balizadores da reflexão sobre a compreensão dos professores em relação às interações CTS. De outro, constituir-se-iam em eixo estruturador para a programação na formação de professores na perspectiva do enfoque CTS. Nesse sentido, os parâmetros assumem o papel de “meios” através dos quais se trabalha a perspectiva analítica e educativa para se atingir o nível de *consciência máxima possível*, categoria que Freire (1987) emprega, fundamentando-se em Goldmann, conforme já destacado, para analisar a superação dos níveis de consciência dos educandos relativos às contradições e temas nos quais estão imersos. Sendo, no presente estudo, tal categoria associada à temática CTS no sentido de uma compreensão não neutra de CT.

A revisão de literatura, apresentada no capítulo 2, bem como na parte inicial do presente capítulo, indicou o processo de formação de professores como um dos principais desafios a ser enfrentado, quando se busca trabalhar na perspectiva do enfoque CTS. O endosso, por parte desses, a determinadas compreensões, tem sido apontado como um ponto de estrangulamento. Assim, conhecer e problematizar essas compreensões, buscando novos encaminhamentos, constitui-se no desafio a ser enfrentado. Pesquisa e ensino (formação de professores), na presente investigação, transformam-se em momentos interdependentes de um mesmo processo.

Esta primeira etapa, realizada no âmbito do doutoramento, conforme já mencionado, contempla aproximações com o que Freire (1987) denominou de *“levantamento preliminar”*. Contudo, considerando fatores limitantes, presentes no processo de educação formal, buscou-se caminhar na perspectiva de um desafio constantemente lançado pelo próprio Freire. Ou seja, a necessidade de “reinventar” a educação dialógica e problematizadora e não uma simples “aplicação mecânica” da mesma, evitando assim, que a dinâmica, por ele utilizada, seja transformada numa “camisa-de-força” para o espaço da educação formal.

Assim, este último capítulo, em linhas gerais, constitui-se, na primeira parte, de uma síntese sobre as principais compreensões de professores de ciências sobre as interações entre CTS apresentadas na literatura, do relato de um estudo preliminar sobre compreensões apresentadas por professores brasileiros, bem como da apresentação e discussão sobre a elaboração do instrumento de pesquisa.

Na segunda parte, relativa a análises e encaminhamentos, avalia-se o pensar, as compreensões dos professores tendo-se como referência os parâmetros sobre as interações entre CTS. Em termos de encaminhamento, são apontados e discutidos temas e dimensões a serem contempladas na continuidade do trabalho. Nessa perspectiva, focaliza-se, prioritariamente, aquelas tendências e dimensões distantes dos parâmetros, portanto, mais próximas dos mitos.

Destaca-se que, na pesquisa realizada junto ao grupo de professores, focalizou-se, com maior intensidade, o elemento Tecnologia, ressaltando, porém, a impossibilidade de encontrar tal dimensão em “estado puro”. Esta opção decorre de dois aspectos: a) Já há estudos específicos, no contexto brasileiro, os quais apontam uma tendência de endosso a uma concepção empirista, indutivista de Ciência, apresentados no primeiro item do capítulo 6; b) Cada vez mais, considerando temáticas contemporâneas, como aquelas que integram as *nove situações*, espacial e temporalmente, Ciência e Tecnologia estão se aproximando, mesclando-se.

6.1. COMPREENSÕES SOBRE AS INTERAÇÕES ENTRE CTS

Na consulta as “fontes secundárias”, neste *levantamento preliminar*, recorreu-se, por motivos já referidos, predominantemente, à literatura estrangeira. Nesta, as compreensões dos professores têm sido apontadas como um dos pontos de estrangulamento, emperrando, muitas vezes, a contemplação de interações entre CTS no processo educacional.

Em termos mais gerais, mas também fundamental para as discussões empreendidas nesta pesquisa, pode-se citar o trabalho de Furió (1994), o qual destaca que, assim como os conhecimentos prévios dos alunos podem obstaculizar a construção de conhecimentos científicos, os professores também constituíram pré-concepções, crenças, idéias e atitudes a respeito da ciência e de seu ensino, que podem impedir a aquisição de *"novos conhecimentos didáticos"*. Como "sintomas" desse *"pensamento docente espontâneo"*, destaca: a) Para ser bom professor basta conhecer a matéria e ter vocação para o ensino; b) A ciência como um conjunto de verdades estabelecidas. Ensinar consiste em transmitir essas verdades; c) Ensinar é fácil; d) Fracasso generalizado, na aprendizagem em ciências naturais, como algo natural⁹⁷.

Acevedo, em vários trabalhos (1995, 1996, 2001), abarcando um período de intensas pesquisas sobre as compreensões de alunos e professores de ciências sobre CTS, principalmente realizadas com a utilização de um instrumento denominado de VOSTS (Views on Science-Technology-Society)⁹⁸, empreendeu uma exaustiva revisão bibliográfica sobre as pesquisas até então disponíveis. Cabe assinalar que Acevedo não situa, separadamente, as compreensões de professores e alunos. Nesse sentido, Iglesia (1997) destaca que as opiniões dos professores sobre temas CTS são similares as dos estudantes. Também, várias das pesquisas, presentes na análise de Acevedo, referem-se a estudantes em processo de habilitação para o exercício da docência. Da síntese que realizou, apresentam-se as tendências consideradas mais relevantes:

- Muitos consideram que a tecnologia é hierarquicamente inferior à ciência, sendo apenas uma aplicação dessa. Esse aspecto foi particularmente apontado em pesquisa

⁹⁷ Possivelmente isso esteja relacionado à idéia de que a ciência é destinada para superdotados, para gênios, aspecto já mencionado anteriormente.

⁹⁸ No item 6.2, será aprofundada a discussão sobre esse instrumento.

realizada por Rubba e Harkness (1993), na qual, para mais da metade dos entrevistados, aparece a idéia de que a tecnologia não é mais do que a aplicação da ciência na vida cotidiana. Acevedo destaca que a afirmação de que a tecnologia é ciência aplicada é uma "máxima" comum que aparece explicitamente em muitos textos de ciências. Essa compreensão linear, desconsiderando especificidades da tecnologia, segundo Vásquez e Manassero, citados por Acevedo, leva a uma deficiente compreensão do significado das políticas de pesquisa e desenvolvimento (P & D);

- A tecnologia como sendo a aplicação prática da ciência, no mundo moderno, para produzir artefatos com a intenção de melhorar a qualidade de vida ou para fabricar novos dispositivos;
- Endosso a uma visão tecnocrática em decisões envolvendo CT, considerando-se que os especialistas teriam melhores condições para decidir devido aos seus conhecimentos. Essa tendência parece acentuar-se entre estudantes de ciências. Nesse sentido, em pesquisa realizada por Fleming, essa compreensão está presente em mais da metade dos estudantes graduados no "ensino secundário superior" e na maioria dos estudantes universitários de ciências. Por outro lado, estudo realizado em Israel, sinaliza outras tendências. Os que sustentam a posição tecnocrática se reduzem a, aproximadamente, um terço, sendo mais da metade os que mostram um ponto de vista mais eclético, segundo o qual as decisões devem ser compartilhadas entre especialistas e cidadãos;
- Considera-se que os governos estão mais capacitados, através de suas agências especializadas, para coordenar programas de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Acevedo assinala que isso também supõe uma posição favorável a um modelo político tecnocrático;
- Detecta-se, também, algum acordo quanto a um controle social externo sobre CT, sobretudo naqueles estudantes que realizaram cursos CTS;
- Durante a educação secundária e, em parte no bacharelado, muitos alunos identificam os modelos teóricos com cópias físicas da realidade, em vez de representações conceituais;
- Citando estudo de Vásquez e Manassero, destaca que a maioria dos alunos não aceita o controle do governo sobre a ciência para aumentar sua eficiência: o governo deve subvencionar mas não controlar a ciência ou, ao menos, controlá-la somente para que

seja socialmente mais útil. Resultado semelhante foi encontrado por Acevedo (1992), segundo o qual os alunos tendem a ter uma posição contrária a que sejam órgãos de poder social ou governamental que definam as pautas de investigação científica e tecnológica. Mostram certo acordo em considerar que devam ser os próprios cientistas que selecionam os problemas a serem investigados;

- Identificação da tecnologia com artefatos técnicos. Segundo Acevedo, idéia incompleta, mas que goza de grande apoio.

Em relação ao gênero, dimensão também presente na revisão de Acevedo, em comparação com as alunas, os alunos:

- Estão mais seguros do que significa a tecnologia, de que esta tem uma história e de sua importância para a vida cotidiana;
- Apreciam e valoram mais a tecnologia, estando mais interessados por trabalhos técnicos e pelas inovações tecnológicas;
- É mais provável que escolham opções tecnológicas no futuro porque recebem mais estímulo de seus familiares, de suas amigas e dos professores para estudá-las.

Entre as causas dessa diferenciação, são apontadas:

- Os papéis familiares e sociais percebidos desde a infância;
- As expectativas acadêmicas e profissionais das alunas para o futuro;
- O “clima” nos laboratórios e trabalhos, onde os alunos tendem a manipular os recursos enquanto que as alunas ordenam, recolhem, limpam;
- Certas características do currículo oculto, tais como crenças e expectativas dos professores sobre as características escolares das alunas e alunos;
- Ignorar a presença da mulher na história da CT;
- Visão masculina da tecnologia no currículo;
- Ausência de implicações sociais e humanistas nos temas de CT.

Acevedo alerta que, apesar da existência de aspectos "transculturais", muitas concepções estão ligadas ao contexto, considerando que as percepções das pessoas dependem, em boa medida, de normas sociais, culturais e políticas de caráter local. Da mesma forma, Rubba e Harkness (1993), ao discutirem as concepções emergentes em sua pesquisa, chamam a atenção de que *"estes achados não são necessariamente generalizáveis"*.

Em pesquisa realizada na Espanha, buscando avaliar a compreensão de estudantes sobre a ciência, sobre os cientistas e sobre interações entre CTS, um estudo do próprio Acevedo, citado por Iglesia (1997) aponta:

- Aparecem alguns dos esteriótipos sobre ciência: os estudantes crêem que a ciência é neutra, objetiva, imparcial, autônoma e independente na hora de selecionar os problemas a serem investigados;
- Possuem uma imagem distorcida dos cientistas. Por exemplo, crêem que esses trabalham de maneira individual e isolada.;
- Valorizam positivamente o trabalho científico, mas, ao mesmo tempo, é reconhecido como fonte de problemas e de soluções para a sociedade.

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

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

No contexto brasileiro, no Estado de Santa Catarina, Loureiro (1996) realizou pesquisa bastante pertinente ao presente trabalho. Pertinente pelo contexto, pelas possibilidades de cotejamento, considerando que, em vários aspectos, é possível estabelecer interfaces. Pesquisa que buscou evidenciar idéias e compreensões que professores de Escolas Técnicas Federais têm acerca do papel que os mesmos atribuem à tecnologia na sociedade.

O aspecto mais marcante, dessa pesquisa, foi que *“todos os professores atribuem como papel à tecnologia a produção de bem-estar social”*. Contudo, estando ausente a compreensão sobre como a tecnologia interage com outras variáveis sociais. Em outros termos, sem entenderem como questões políticas, econômicas e culturais interagem na produção desse bem-estar social.

A grande maioria, 23 de um total de 37 professores integrantes da pesquisa, apontou, como aspecto negativo, a apropriação desigual da tecnologia. Porém, encontraram dificuldades em apontar encaminhamentos para o acesso a esse bem-estar, assumida função da tecnologia. Entre os encaminhamentos, uma possível solução para a situação de desigualdade, em torno da metade desses 23 professores, acreditam que um investimento maciço em educação resolverá o problema. Desses, 4 professores, apesar de terem colocado a educação como caminho para a mudança, reconhecem a interligação da tecnologia com outras variáveis.

Na análise de Loureiro, relativo ao fato de que grande parte dos professores coloca a superação da desigualdade de acesso à tecnologia via educação, manifesta preocupação e, ao mesmo tempo, esperança:

“Preocupação por parecer um tanto ingênua a crença de que a educação por si só pode resolver este problema, pois, a desigualdade está atrelada a relações de poder que se estruturam econômica e politicamente. Logo, investir em educação seria importante na medida em que poderia aumentar a consciência das pessoas em relação a essas desigualdades.” (Loureiro, 1996: 92).

Apesar de todos os professores manifestarem que a função da tecnologia é produzir bem-estar social, parcela significativa acredita que seu uso pode causar prejuízos. Loureiro manifesta estranheza com o fato de que alguns desses prejuízos são pouco citados, apesar de se constituírem em grandes problemas sociais como, por exemplo, a questão do

desemprego.

Há, nessa pesquisa, outro aspecto relevante. Parte significativa dos professores fazem confusão entre as categorias técnica e tecnologia. Poucos conseguem dar uma idéia de que a tecnologia teria uma abordagem mais ampla do que a categoria técnica supõe.

No contexto das pesquisas realizadas no Brasil, cabe lembrar aquela mencionada e discutida no capítulo 2, realizada por Amorim em Campinas. Nessa, conforme já destacado, identificou-se, na fala, nos discursos dos professores a compreensão de que a sociedade representa aquilo que “*acontece lá fora*”, a sociedade é encarada como aquilo que é externo a escola.

Considerando o espaço que o livro didático ocupa no contexto educacional brasileiro, é pertinente pensar que as mensagens explícitas e implícitas, nele contidas, contribuam para a formação de compreensões sobre as interações CTS. Nesse sentido, Amorim (1995) realizou pesquisa na qual focalizou a presença ou não de interações entre CTS em dois livros didáticos de biologia. Nessa, há importantes elementos a serem considerados. Fazendo referência ao trabalho de Solbes e Vilches (1992), anteriormente citado e pontuado, Amorim destaca que, tal qual análise por eles empreendida, também, no caso brasileiro, nos livros analisados, não há ênfase na exploração das relações entre CTS. Entre as principais conclusões de Amorim, destaca-se:

- A tecnologia é vista como “produto da ciência” . Amorim deduz esse aspecto da própria estrutura do texto, onde a menção a tecnologias aparece quando se quer demonstrar a aplicação de conhecimentos científicos. Os aspectos relativos à tecnologia têm uma disposição periférica na organização do livro texto, estando situados no fim do capítulo ou unidade, no fim do livro através de apêndices ou anexos, ou em quadros à parte do texto central que, em geral, nem são explorados nos exercícios propostos pelos autores. Ressalta que a visão hierárquica, na qual a tecnologia é derivada do conhecimento científico, sendo posterior e dependente desse, não representa uma idéia totalmente errônea, mas é inadequada para descrever todas as relações que existem entre CT. Cita Gardner quando este afirma que, ao se conceber tecnologia como aplicação da ciência, negligencia-se a consideração das forças sociais;
- Há uma tendência em se enfatizar mais o caráter positivo da tecnologia;
- Passa-se a idéia de que a sociedade como um todo (todas as classes sociais) tem igual

acesso aos produtos tecnológicos, não havendo qualquer discussão quanto ao seu custo, aos riscos de utilização, a sua necessidade real ou supérflua;

- Quando são abordados temas sobre protozoários, os autores dão grande destaque para os que causam doenças. O que predomina é a explicação biológica do ciclo de vida dos protozoários parasitas e sua evolução ao infectar seres humanos e outros animais. Não há discussões levantando elementos que conduzam à interpretação dos aspectos (sócio-econômico-culturais e políticos) que contribuem para que determinados setores da população sejam mais suscetíveis à contaminação. Também em relação à eficiência, controle, custos e órgãos responsáveis pela execução das medidas profiláticas, os autores não fazem qualquer comentário, transparecendo que se trata de uma atitude de consciência individual.

Harres (1999), em extensa revisão bibliográfica, abarcando pesquisas realizadas principalmente no exterior⁹⁹, destaca que predomina, entre os professores, uma imagem empirista de ciência. Em pesquisa realizada pelo próprio Harres, com significativo número de professores de ciências do Estado do RS, chega a conclusões semelhantes. Destaca que, de modo geral, os professores apresentam compreensões inadequadas em relação às atuais reflexões sobre a natureza da ciência. Sendo coerentes com a concepção empírico-indutivista, estando fortemente apoiadas no papel da observação como aspecto principal na produção do conhecimento, realizado através de um método único: o método científico. Esse aspecto é particularmente relevante no processo de configuração de cursos de formação inicial e continuada de professores, inclusive naqueles pensados na perspectiva CTS, considerando que, associado a imagem empirista-indutivista de ciência, encontra-se a concepção de neutralidade, do cientificismo, sustentáculos da tecnocracia.

⁹⁹ Entre estas, cabe destacar uma realizada no contexto brasileiro, mais especificamente no Estado do RS (Borges, 1991).

6.2. ELABORAÇÃO E UTILIZAÇÃO DO INSTRUMENTO DE PESQUISA¹⁰⁰

Neste *levantamento preliminar*, tendo-se presente limitações inerentes ao processo da educação formal, foi-se tateando possibilidades de aproximação com os professores, com o seu pensar sobre as interações entre CTS. Assim, como estudo exploratório inicial, recorreu-se à adaptação de um instrumento, idealizado por Aikenhead, Ryan e Fleming (1989), denominado de VOSTS, anteriormente citado. Constitui-se de um instrumento de avaliação que contempla tópicos de CTS.

Esta pesquisa preliminar envolveu um grupo de 24 professores que estavam participando do Curso Pró-Ciências – disciplina de física – sediado em Lages, ministrado por docentes do Departamento de Física e do Departamento de Metodologia de Ensino da UFSC. Os professores participantes lecionam a disciplina de física em escolas do ensino médio do interior do Estado de Santa Catarina.

Em sua configuração original, o VOSTS é constituído de 114 itens de múltipla escolha. Esses foram desenvolvidos durante um período de 6 anos, com estudantes do grau 11 e 12 do Canadá, no final da década de 80, sendo patrocinado pelo Conselho de Educação Científica do Canadá. A característica fundamental dos itens do VOSTS constitui-se no fato de que foi empiricamente derivado, ou seja, foi desenvolvido pela produção de escolhas derivadas de respostas escritas dos estudantes e de seqüências de entrevistas.

Segundo análise dos autores, na estrutura convencional de pesquisa, pesquisadores obtêm escores dos testes baseados no fato de que as respostas dos estudantes são classificadas como corretas ou incorretas, ou usadas escalas do tipo Likert. O VOSTS, por outro lado, é um instrumento muito diferente dos anteriores. Ele contém as idéias dos estudantes. Os pontos de vista dos estudantes são incorporados mediante um processo constituído de cinco passos. As alternativas de cada item resultam de um inventário de respostas obtidas de mais de 6000 alunos. Desse modo, a escolha de uma alternativa supõe uma posição clara e definida frente a uma questão específica, na qual o sujeito identifica sua resposta entre o universo de respostas “possíveis” a esta questão.

¹⁰⁰ O item 6.2 (pesquisa realizada com a utilização do VOSTS), com algumas modificações, foi apresentado, na forma de comunicação oral, no II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (II ENPEC), em Vallinhos/SP, outubro de 1999.

Para Rubba, Bradford e Harkness (1996), num trabalho de investigação, os itens do VOSTS podem ser escolhidos de acordo com os propósitos do pesquisador. Em suas análises, uma maneira de olhar as múltiplas opções do VOSTS seria identificar a escolha “correta” e classificar todas as outras opções como “erradas”. Contudo, dado que as escolhas/opções de cada um dos itens expressam pontos de vista alternativos de raciocínios, o uso do esquema classificatório certo/errado irá ignorar alguma legitimidade existente em outras opções, classificadas como erradas.

O instrumento original (VOSTS) foi desenvolvido no Canadá. Contudo, itens deste têm sido utilizados em vários outros contextos. Para Acevedo (1996), o VOSTS, juntamente com o TBA – STS, constituem-se nos instrumentos mais conhecidos no campo da detecção das visões/crenças de alunos e professores sobre as interações entre CTS. O próprio Aikenhead (1992) sugere que este seja utilizado em outros contextos para fins de comparação.

Aikenhead e Ryan (1992) destacam que os itens do VOSTS podem ser utilizados tanto com alunos quanto com professores. Neste sentido, cita os trabalhos de Fleming (1988) e Bem-Chaim e Zoller (1991) realizados com estudantes universitários e com professores, respectivamente. Contudo, chama a atenção que este material precisa ser modificado para estudantes com idade inferior a 13 anos (aproximadamente).

No caso presente, seleccionou-se 8 itens do VOSTS procedendo algumas adaptações. Em primeiro lugar, houve a necessidade de alterar o nome do País. Também alterou-se expressões consideradas descontextualizadas. Por exemplo, a expressão “controle público” foi substituída por “controle da população”. Além disto, a última alternativa “*Nenhuma destas opções contempla o meu ponto de vista*” foi complementada com “*Se quiser, informe qual é o seu*”.

Os critérios para a definição dos itens vinculam-se ao objetivo desta pesquisa: conhecer o pensar, as compreensões dos professores de ciências sobre as interações entre CTS. Assim, buscou-se seleccionar itens que permitissem detectar compreensões dos professores sobre a influência da Ciência-Tecnologia, na Sociedade, bem como suas opiniões sobre a “construção social” da CT. Nesse sentido, buscou-se avaliar se os professores têm uma perspectiva mais tecnocrática ou mais democrática (mais atores sociais participando) na tomada de decisões envolvendo CT. Além disso, com a

disponibilidade de um universo de 114 itens do VOSTS, optou-se por aqueles considerados com significado local. A seguir, apresenta-se, como exemplo padrão, um dos itens do questionário, o de número 5. Em cada um dos outros 7 itens, as três últimas alternativas são iguais.

5) Cientistas e engenheiros devem ser os únicos a decidir que tipo de energia usaremos no futuro (por exemplo, energia nuclear, solar, eólica, etc.), pois cientistas e engenheiros são as pessoas que melhor conhecem os fatos.

Sua posição: (leia as alternativas de A até J, e escolha uma)

Cientistas e engenheiros devem decidir:

- A) Porque eles passaram por um processo de instrução que lhes dá uma melhor compreensão dos fatos.*
- B) Porque eles possuem o conhecimento e podem tomar melhores decisões do que burocratas governamentais ou companhias privadas, pois ambos investem em seus interesses.*
- C) Porque eles passaram por um processo de instrução que lhes dá uma melhor compreensão, mas a população deveria ser envolvida, quer informada ou consultada.*
- D) A decisão deve ser feita igualmente, considerando o ponto de vista dos cientistas e dos engenheiros, de outros especialistas e da população. Todos devem ser considerados em decisões que afetam nossa sociedade.*
- E) O governo que deve decidir, porque este assunto é basicamente político, mas cientistas e engenheiros devem dar conselhos.*
- F) A população deve decidir, porque as decisões afetam a todos, mas cientistas e engenheiros devem dar conselhos.*
- G) A população deve decidir, porque esta atua como fiscalizadora/supervisora dos cientistas e engenheiros. Cientistas e engenheiros têm uma visão idealista e estreita sobre estes assuntos e, portanto, prestam pouca atenção para as conseqüências.*
- H) Eu não entendi.*
- I) Eu não conheço suficientemente sobre este assunto para fazer uma escolha.*

J) Nenhum destes itens contempla o meu ponto de vista.

(Se quiser, informe qual é o seu)

As respostas de cada professor foram analisadas individualmente na expectativa de poder abstrair sua visão sobre as interações entre CTS. No entanto, apresentaram posições relativamente dispersas entre as várias opções assinaladas nos itens considerados. Contudo, numa primeira aproximação e levando em conta o conjunto das respostas dos professores, pôde-se caracterizar seu pensar em três conjuntos, que poderiam estar constituindo tendências no pensar desses professores.

Assim, de um total de 24 professores que responderam os itens, com os quais se procedeu a caracterização dos três grupos, quatro (04) - 16,7 %, aparecem no grupo que, segundo análise realizada, expressa uma visão “ingênua” (visão inadequada/inapropriada)¹⁰¹ em relação às interações entre CTS. As respostas características deste grupo, dadas aos respectivos itens, são:

1) Mais tecnologia irá melhorar o padrão de vida para os brasileiros.

- Sim, porque a tecnologia tem sempre melhorado o padrão de vida e não há razão para parar agora.

- Sim, porque tecnologia cria empregos e prosperidade. A tecnologia ajuda a vida tornar-se mais fácil, mais eficiente e divertida.

4) Indústrias de alta tecnologia proporcionarão a maior parte dos nossos empregos nos próximos 20 anos.

- Sim, porque as indústrias do Brasil deverão tornar-se mais eficientes pela instalação de sistemas de tecnologia de ponta (hi-tech) para competir.

- Sim, surgirão muitos novos empregos. Pessoas especialmente treinadas serão necessárias para fazer funcionar e reparar a nova tecnologia e para desenvolver novos tipos de indústrias de tecnologia de ponta.

¹⁰¹ No decorrer da pesquisa, substituiu-se a expressão “visão ingênua” por “compreensão pouco consistente sobre a atividade científico-tecnológica”. A expressão “visão realista” foi substituída por “compreensão mais consistente”.

- *Sim, pessoas especialmente treinadas serão necessárias para fazer funcionar e reparar a nova tecnologia, mas este processo irá substituir alguns dos empregos de hoje. No total, o número de empregos será aproximadamente o mesmo.*

7) *Quanto maior o desenvolvimento em Ciência e Tecnologia (CT) no Brasil, maior será a prosperidade/riqueza do Brasil.*

- *Porque CT trazem maior eficiência, produtividade e progresso.*

Um segundo grupo, constituído de 6 professores - 25 %, expressa uma visão considerada, na análise, como “mais apropriada” sobre as interações entre CTS. Rubba e Harkness (1993) ao analisarem respostas dadas aos itens do VOSTS e do TBA-STTS, denominaram aquelas julgadas como apropriadas de “realista”. Para assim classificá-las, recorreram à consulta de uma comissão de cinco especialistas que, trabalhando individualmente, assinalavam o que compreendiam ser mais consistente com uma visão apropriada das interações entre CTS.

Esse segundo grupo caracteriza-se por não apresentar nenhuma das respostas dadas pelo grupo de visão “ingênua” e por apresentar respostas como estas reproduzidas a seguir, dadas aos respectivos itens:

1) *Mais tecnologia irá melhorar o padrão de vida para os brasileiros.*

- *Sim e não. Mais tecnologia fará a vida mais fácil, mais saudável e mais eficiente. Mas, mais tecnologia causará mais poluição, desemprego e outros problemas. O padrão de vida pode melhorar, mas a qualidade de vida pode não melhorar.*

2) *Quando uma nova tecnologia é desenvolvida (por exemplo, um novo computador), ela pode ou não ser colocada em uso. A decisão para colocá-la em uso depende das vantagens serem superiores as desvantagens que ela oferece para a sociedade.*

- *Muitas novas tecnologias têm sido colocadas em prática para fazer dinheiro ou ganhar poder, mesmo que as desvantagens fossem maiores que suas vantagens.*

4) *Indústrias de alta tecnologia proporcionarão a maior parte dos nossos empregos nos próximos 20 anos.*

- *Não. Somente poucos novos empregos serão criados. Mais empregos serão perdidos com o uso de tecnologia de ponta, mecanizada ou computadorizada.*

5) *Cientistas e engenheiros devem ser os únicos a decidir que tipo de energia usaremos no futuro (por exemplo, energia nuclear, solar, eólica, etc.), pois cientistas e engenheiros são as pessoas que melhor conhecem os fatos.*

- *A decisão deve ser feita igualmente, considerando o ponto de vista dos cientistas e dos engenheiros, de outros especialistas e da população. Todos devem ser considerados em decisões que afetam nossa sociedade.*

7) *Quanto maior o desenvolvimento em Ciência e Tecnologia (CT) no Brasil, maior será a prosperidade/riqueza do Brasil.*

- *Isto depende em que tipo de CT nós investirmos¹⁰². Pode haver outras maneiras, além de CT, que criam prosperidade/riqueza para o Brasil.*

Um terceiro grupo é formado por professores (14 - 58,3 %) que apresentam, em relação às questões, tanto posições que contemplam respostas que caracterizam o grupo “ingênuo”, quanto aquelas que caracterizam o grupo com uma visão “mais apropriada”. Muito embora suas respostas não tenham sido, majoritariamente, de nenhum dos dois grupos anteriores. Exemplificando, as duas posições a seguir, a primeira “mais apropriada” e a segunda “ingênuo”, foram selecionadas pela maioria deste grupo.

1) *Mais tecnologia irá melhorar o padrão de vida para os brasileiros.*

¹⁰² Essa afirmação está próxima da postulação de Dagnino, discutida ao longo deste trabalho. Cabe destacar que, na análise das respostas dos professores, tal alternativa, mesmo antes do contato com as reflexões de Dagnino, havia sido considerada “realista”/apropriada.

- *Sim e não. Mais tecnologia fará a vida mais fácil, mais saudável e mais eficiente. Mas, mais tecnologia causará mais poluição, desemprego e outros problemas. O padrão de vida pode melhorar, mas a qualidade de vida pode não melhorar.*

4) Indústrias de alta tecnologia proporcionarão a maior parte dos nossos empregos nos próximos 20 anos.

- *Sim, pessoas especialmente treinadas serão necessárias para fazer funcionar e reparar a nova tecnologia, mas este processo irá substituir alguns dos empregos de hoje. No total, o número de empregos será aproximadamente o mesmo.*

Em síntese, esta análise, indicando três tendências no pensar desses professores, constitui-se num estudo exploratório inicial que sugere uma continuidade. Particularmente em relação aos professores que constituem o terceiro grupo, as suas visões sobre as interações entre CTS precisam ser melhor compreendidas, tendo em vista que o conjunto das opções assinaladas acenam, inclusive, para posicionamentos contraditórios.

Por outro lado, relativamente aos professores dos grupos 1 e 2, além de melhor caracterizar as visões correspondentes, um bom caminho a ser seguido é o da busca e compreensão dos fatores que influenciam os professores a assumirem as posições detectadas.

Assim, parece haver a necessidade de ampliar o número de itens a ser considerado no instrumento, com vistas a obter uma quantidade maior de informações, que permitam um ajuste fino na categorização das visões. Além disto, a realização de entrevistas semi-estruturadas, num momento posterior, poderá auxiliar tanto para uma melhor caracterização das visões, como para identificar possíveis fatores que as influenciam.

A pesquisa descrita, neste item 6.2, trouxe contribuições no sentido do amadurecimento e consolidação dos parâmetros sobre as interações entre CTS (clarificação dos principais mitos), descritos no capítulo 5, bem como sinalizar para a necessidade de um

aprofundamento na compreensão dessas visões, das tendências identificadas. Na busca desse aprofundamento, houve redirecionamentos no percurso teórico-metodológico, conforme será apresentado na seqüência deste capítulo.

6.2.1. REDIRECIONAMENTO E REALIZAÇÃO DAS ENTREVISTAS

Caminhando na perspectiva de uma aproximação, cada vez maior, ao viés freiriano, optou-se pela continuidade da investigação em Santa Maria/RS, possibilitando, com isso, o prosseguimento, do trabalho iniciado, após a conclusão do doutorado.

Assim, após esse “estudo exploratório inicial”, partiu-se para construção de um novo instrumento¹⁰³, já balizado pelos parâmetros sobre as interações entre CTS. Tratando-se de uma pesquisa de cunho qualitativo, o instrumento foi dinamizado na perspectiva de uma entrevista semi-estruturada. Conforme Lüdke e André (1996) e Trivinus (1987), a entrevista semi-estruturada desenvolve-se a partir de um roteiro básico¹⁰⁴ que permite ao entrevistador fazer as necessárias adaptações ao longo da pesquisa.

Essa flexibilidade caracterizou as referidas entrevistas, dinamizadas através do diálogo sobre “9 situações” (anexo 1), envolvendo temáticas contemporâneas vinculadas à CT.

Os textos, manchetes, citações e falas, que compõem essas 9 situações, buscam contemplar vários aspectos. Em primeiro lugar, referem-se a temáticas contemporâneas, vinculadas à CT: manipulação genética, clonagem, produção/distribuição de alimentos – carência alimentar, poluição, automação/robotização – desemprego, internet, crise energética.

Também, de alguma forma, fazem parte do “universo cultural” dos professores, pois, considera-se que contribuem para a construção de referenciais de análise, para a leitura que esses fazem sobre as interações entre CTS¹⁰⁵. Buscou-se, também, contemplar várias fontes na seleção dos textos, manchetes, citações e falas. Assim, estas 9 situações foram extraídos de revistas, jornais e livros didáticos de ciências, em uso em Santa Maria e região.

Outra dimensão, fundamental na definição e elaboração das situações, consistiu na necessidade de sua vinculação com os parâmetros sobre CTS. Em outros termos, no

¹⁰³ A elaboração desse instrumento foi bastante exaustiva, considerando a necessidade de selecionar textos, falas que se enquadrassem no perfil descrito nesse item 6.2.1. Consultou-se parte significativa dos livros didáticos de ciências (incluindo física, química e biologia) utilizados em Santa Maria e região, bem como jornais e revistas passíveis de utilização por parte dos professores.

¹⁰⁴ Esse roteiro ou esquema, segundo Trivinos, vincula-se aos pressupostos do pesquisador.

¹⁰⁵ No capítulo 5, na discussão sobre os mitos-parâmetros, há várias análises quanto a posicionamentos de jornais e revistas em relação à CT.

processo de aperfeiçoamento do instrumento, do qual fizeram parte três entrevistas preliminares, na forma de estudo piloto, buscou-se avaliar a possibilidade de, com a leitura que os professores fazem sobre essas situações, explicitar seu pensar, sua compreensão em relação aos mitos. Partiu-se do pressuposto de que a leitura que o professor faz sobre uma temática, um fenômeno, em síntese, sobre as *9 situações*, é reveladora quanto ao seu pensar, seu posicionamento frente aos mitos, indicando aproximações ou distanciamentos em relação aos parâmetros sobre as interações CTS que estão balizando o presente estudo.

Nesse sentido, a configuração das *9 situações* é tal que permita a emergência de aspectos mais gerais, vinculados à visão de mundo dos professores, bem como de aspectos específicos, relacionados a um ou mais dos três parâmetros. Para cada uma das *9 situações*, elaborou-se um roteiro básico ou roteiro de questões, apresentado no anexo 2. Procurando facilitar o encaminhamento e as discussões, denominou-se de parâmetro 1 aquele que postula a problematização/superação do modelo de decisões tecnocráticas. De parâmetros 2 e 3, aqueles que apontam para a problematização/superação da perspectiva salvacionista da CT e do determinismo tecnológico, respectivamente.

Assim, através da situação 1, a qual apresenta dois cenários, ambos vinculados à CT, um mais otimista e outro mais pessimista, busca-se obter uma panorâmica geral quanto aos posicionamentos do professor.

A situação 2, vinculada à clonagem e manipulação genética, relaciona-se, principalmente, aos parâmetros 1 e 2. Em relação ao parâmetro 1, busca-se avaliar a compreensão, por parte do professor, quanto à necessidade de critérios, de algum controle sobre esses campos de investigação. Complementar a isto, quem deveria estabelecer os critérios, fazer esse controle? Relativamente ao parâmetro 2, associado a perspectiva salvacionista da ciência, procura-se avaliar a compreensão quanto à erradicação da carência alimentar através da introdução de produtos geneticamente modificados.

Na situação 3, referente a manchete do Jornal Zero Hora sobre a internet, busca-se perceber o posicionamento diante do desenvolvimento científico-tecnológico. Mais especificamente, o endosso ou não ao determinismo tecnológico, possibilidades ou não da sociedade interferir nesse “ritmo do progresso”, nos rumos da civilização. Portanto, aspectos ligados ao parâmetro 3.

Carência alimentar e produtos geneticamente modificados são os dois temas da situação 4. Vinculam-se ao parâmetro 2. A frase “*Com certeza, os transgênicos saciarão a fome no próximo milênio*” representa o foco das discussões.

Através da frase “*A onda é irreversível. Por mais forte que seja a desconfiança em relação aos produtos geneticamente modificados, não há mais como fugir deles*”, presente na situação 5, investiga-se o posicionamento diante do desenvolvimento científico e tecnológico, mais especificamente, diante do determinismo tecnológico, parâmetro 3. Além disso, relativamente ao parâmetro 1, busca-se avaliar a presença de posicionamentos mais tecnocráticos ou mais democráticos, através de questões sobre a liberação ou não do plantio de produtos geneticamente modificados. No caso, a soja transgênica, polêmica instalada, particularmente no RS.

A situação 6 não está diretamente vinculada a nenhum dos parâmetros. Apresenta dados sobre o processo de automação, robotização em curso na indústria automobilística, assinalando a conseqüente redução no número de postos de trabalho. Em linhas gerais, quer-se, com essa situação, permitir que o professor expresse posicionamentos quanto às repercussões da CT na sociedade. Indiretamente, os parâmetros também poderão ser contemplados. Por exemplo, vinculado ao determinismo tecnológico, parâmetro 3, questiona-se: esse processo é inexorável (aumento do desemprego)? Uma reversão, desse desemprego crescente, está fora do alcance da ação humana? Há encaminhamentos alternativos? Como? Por outro lado, vinculado ao parâmetro 2, é possível inferir se o professor percebe que o atual encaminhamento, dado ao desenvolvimento científico e tecnológico, relacionado ao desemprego crescente, desmente a perspectiva salvacionista da CT.

Os questionamentos, na situação 7, referem-se à problemática da poluição. Busca-se inferir sobre os encaminhamentos propostos em relação a este problema. Em especial, relativo ao parâmetro 2, avaliar o papel atribuído à CT.

Com a situação 8, na qual são feitas várias afirmações sobre tecnologia, objetiva-se avaliar questões de cunho mais geral, não especificamente vinculadas a um dos três parâmetros. Utilizando a noção de prática tecnológica de Pacey, busca-se compreender o significado dado à tecnologia: se há o endosso à perspectiva restrita, dimensão técnica, ou se a esse aspecto é acrescida a dimensão cultural e organizacional. A situação 8 também

foi estruturada para avaliar se, ao falar de tecnologia, o professor inclui componentes orgânicos como, por exemplo, produtos geneticamente modificados. Além disso, e, de fundamental importância, formulam-se questões sobre a concepção que, conforme discussões anteriores, origina direta ou indiretamente os mitos e que perpassa todas as situações anteriores: a questão da neutralidade da CT. Nesse sentido, afirmações presentes na situação, tais como: “*Considerando a neutralidade da tecnologia, esta pode ser utilizada em qualquer contexto, justificando-se a transferência tecnológica de um contexto para outro, de um país para outro sem problemas*” e “*A tecnologia não é nem boa e nem ruim, nem positiva e nem negativa em si mesma. É uma ferramenta neutra que pode ser tanto utilizada para o bem quanto para o mal. Tudo depende do uso que dermos a ela*”, orientam a entrevista.

Na situação nove, também não diretamente relacionada a nenhum dos parâmetros, com as afirmações “*Tecnologia resulta da aplicação da ciência*” e “*A tecnologia é produzida pela ciência*”, busca-se explorar a relação estabelecida, pelo professor, entre CT.

Após os diálogos/questionamentos sobre as 9 situações, buscando possíveis encaminhamentos para o trabalho pedagógico, formulam-se questões complementares, denominadas de *questões específicas sobre o ensino* (final do anexo 2) diretamente relacionadas ao fazer pedagógico do professor:

- Quais são as principais dificuldades que você encontraria para desenvolver, discutir essas temáticas com os seus alunos?
- Estas, ou outras temáticas contemporâneas, vinculadas à CT, foram objeto de discussão em seu processo formativo (graduação, pós-graduação)?
- Você participa de outros contextos em que tais temáticas são discutidas? Por exemplo, família, amigos, colegas?

A investigação foi conduzida com um grupo intencional, caracterizado no anexo 4¹⁰⁶, no sentido de terem sido priorizados professores imbuídos da busca de uma prática

¹⁰⁶ O anexo 4 apresenta uma síntese dos resultados de um questionário, denominado de *dados de identificação*, apresentado no anexo 3.

pedagógica diferenciada. A justificativa para tal procedimento deve-se a aposta quanto à possibilidade de constituição de um grupo de trabalho para, num segundo momento, no retorno do pesquisador às atividades normais na UFSM, em 2002, iniciar, com este grupo, a implementação do enfoque CTS em escolas. Ou seja, nesse momento inicial, não se buscou trabalhar com o professor desmotivado, satisfeito com a sua prática convencional.

Este professor pode ser caracterizado como aquele que esboça movimentos de busca, de participação em cursos, encontros, projetos, tanto de formação inicial quanto continuada, destinados ao repensar da prática pedagógica. Nesse sentido, os primeiros contatos foram feitos com professores que, direta ou indiretamente, já participaram de atividades em que o próprio pesquisador esteve envolvido. Num segundo momento, solicitou-se que estes indicassem outros professores que se enquadrassem nesse perfil. Esse processo permitiu, com relativa facilidade, o trabalho inicial com os 20 professores participantes da pesquisa.

Na “aproximação primeira”, expressão utilizada por Freire (1987), com esses professores de Santa Maria e região, foram colocados os objetivos do trabalho, bem como consultados quanto à disponibilidade e motivação em participar do mesmo. Em caso afirmativo, o que ocorreu com a maioria dos contatados, o professor recebeu as 9 *situações*. Solicitou-se que fizesse uma leitura, uma “análise crítica” sobre as mesmas. Após um tempo necessário para tal, em média 4 a 5 dias, ocorreu um novo encontro com o professor. Neste, num primeiro momento, procurou-se obter informações sobre a formação do professor, disciplinas que leciona, níveis de ensino em que atua, número de aulas semanais, escolas em que leciona, tempo de exercício profissional, etc., questionário apresentado no anexo 3, denominado de *dados de identificação*.

No segundo momento, ocorreram, de uma forma bastante “dialógica”¹⁰⁷, as entrevistas semi-estruturadas sobre essas 9 *situações*, processo dinamizado através do já citado roteiro de questões (anexo 2). Em relação a cada uma das situações, inicialmente,

¹⁰⁷ Em geral, as entrevistas ocorreram de uma forma bastante agradável, tendo em vista o interesse dos professores em “dialogar” sobre essas temáticas relacionadas à CT. Foram bastante frequentes manifestações do tipo: “*Eu nunca havia parado para pensar sobre isso*”. Essa falta de reflexão, de discussão sobre temas contemporâneos foi evidenciada, pela maioria dos entrevistados, quando questionados sobre a presença desses no seu processo formativo. Significativo o fato de que apenas dois professores lembraram de temas atuais que tivessem sido contemplados no curso de graduação, conforme síntese apresentada no anexo 5.

eram colocadas questões bem abertas, gerais. Questões como: “*O que, nessa situação, chamou a sua atenção?*”, “*Qual a análise que você faz em relação aos aspectos apresentados nessa situação?*”, “*Que aspectos você poderia comentar em relação a essa situação?*”. No decorrer da entrevista, questões mais específicas foram sendo colocadas como, por exemplo, “*e esta afirmação aqui, qual a tua opinião sobre ela?*”.

Houve a realização de um total de 20 entrevistas, além de três denominadas de *entrevistas preliminares*, as quais tiveram a finalidade de ajustes no instrumento de pesquisa, não sendo consideradas para efeito de análise e discussão no item 6.3. Das 20 entrevistas, cinco foram realizadas com professores com licenciatura curta em ciências, cinco com professores com graduação em física, cinco em química e cinco em biologia.

As entrevistas tiveram uma duração média de 50 minutos, sendo gravadas e posteriormente transcritas. A gravação somente ocorria com o consentimento do entrevistado. Dois professores optaram pela não gravação, E8, e E11. Neste caso, com o consentimento dos mesmos, fez-se registros durante e após a realização da entrevista. Quanto à transcrição, cabem alguns esclarecimentos:

- a) Por problemas técnicos ocorridos no processo de degravação (a audibilidade foi sendo progressivamente comprometida), a entrevista realizada com o professor denominado, originalmente de E16, caracterizado no anexo 4, não foi incluída no processo de análise e discussão. Assim, o conjunto dos professores ficou restrito a 19;
- b) 11 entrevistas foram transcritas pelo próprio pesquisador, sendo que, em outras seis, esse trabalho foi realizado por outra pessoa. Contudo, para que não se perdessem expressões e gestos, não captados pelo gravador, logo após a transcrição, o próprio pesquisador escutou a gravação, revisando detalhadamente toda a entrevista. A entrevista 14 (E14) está reproduzida na íntegra (ANEXO 6). No total, as transcrições perfazem em torno de 280 páginas. A tabela 1, apresentada no item seguinte, expressa uma síntese dos resultados encontrados.

6.3. DISCUSSÃO

Como síntese dos resultados encontrados, apresenta-se a tabela 1:

TABELA 1

Entrevistado/ Item	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
a) Decisões tecnocráticas		X	X						X	X	X		X	X	X				X
b) Governo decide	X		X		X	X		X	X		X			X		X			X
c) Decisões democráticas – indícios				X			X					X					X	X	
d) Internet – frase aceita sem restrições	X	X		X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	
e) Desemprego – sem perspectivas de reversão	X		X	X	X			X			X	X	X	X		X		X	X
f) Transgênicos – onda irreversível	X	X	X	X	X			X		X	X		X	X	X	X	X		
g) Mais CT – resolve o problema fome		X												X					
h) Apropriação desigual da CT	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
i) Tecnologia nem “boa” e nem “ruim”	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
j) Certezas – transgênicos		X	X		X		X		X				X	X	X		X		X
k) $C \Rightarrow T$		X		X		X		X	X		X			X	X				X
l) $C \Leftrightarrow T$	X		X				X			X		X	X			X	X		X
m) Ações individuais																			
m.1) Desemprego - “requalificação”	X		X	X	X	X			X	X						X			
m.2) Consumo de transgênicos	X	X	X							X									X
m.3) Soja (RS) – conscientização agricultor	X					X		X											X
m.4) Controle de natalidade	X			X		X												X	
n) Poluição																			
n.1) Dinâmica alternativa – CT			X	X	X	X						X	X				X	X	
n.2) Uso de chaminés, filtros	X			X	X	X						X					X	X	
n.3) Mais CT resolve		X	X	X	X	X						X	X	X		X	X		
n.4) Reciclagem de lixo, coleta seletiva	X	X		X	X		X	X		X	X	X	X		X	X			X
n.5) Cobrança da sociedade				X	X		X		X			X							
n.6) Governo deveria cobrar	X				X	X	X			X	X	X		X					
n.7) Temos CT, mas mal usada									X	X					X		X		X

Esclarecimentos sobre a tabela 1:

- Os itens assinalados indicam que tal compreensão está presente no pensar do professor;
- Como exemplo, no item “j”, os entrevistados 2 (E2), 3, 5, 7, 9, 13, 14, 15, 17 e 19 postulam certezas absolutas, provas inquestionáveis quanto à ausência de efeitos negativos para a liberação do plantio e comercialização de produtos geneticamente modificados;
- Os itens “k” e “l” expressam distintas compreensões sobre a relação entre Ciência e Tecnologia. O primeiro indica uma relação linear, sendo a Tecnologia concebida como pós-ciência ($C \Rightarrow T$). O item “l” expressa uma compreensão mais complexa entre CT, não marcada pela linearidade ($C \Leftrightarrow T$);
- O item “m” engloba aquelas compreensões inclinadas para as ações/enfrentamentos individuais em temáticas relacionadas a CT;
- O item “n” abarca os encaminhamentos sugeridos para o tema poluição. Por exemplo, o item “n.1” expressa compreensões que postulam uma dinâmica alternativa para o desenvolvimento científico-tecnológico;
- Os resultados, apresentados nesta tabela, são objeto de discussão e análise neste item 6.3.

Inicia-se apontando e discutindo uma das principais dimensões a serem contempladas no processo de formação, tanto inicial quanto continuada, de professores de ciências. Trata-se da concepção da não neutralidade da Ciência-Tecnologia. Esse parece constituir-se num elemento central quando se postula contemplar interações entre CTS no processo político-pedagógico. Tanto a pesquisa bibliográfica, quanto aquela realizada com os professores, que poderia ser considerada mais empírica, convergem para esse ponto. Assim, em relação a primeira, pode-se lembrar as discussões de Luján *et al.* (1996), dentre outros, quando esses apontam o surgimento do movimento CTS naqueles contextos em que a reação acadêmica (contra a filosofia positivista), bem como os movimentos sociais (entre outras coisas, posicionavam-se contra o modelo de decisões tecnocráticas e a suposta neutralidade de suas decisões), tiveram repercussões. Um ponto central, apontado por esses autores, consiste no surgimento de uma nova compreensão sobre o papel da CT na sociedade, deslocando-as do âmbito da suposta neutralidade, remetendo-as para o espaço da debate político.

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

Durante o processo de realização das entrevistas, do diálogo com os professores, foi-se percebendo, em vários momentos, uma dificuldade de comunicação, de entendimento quando as falas centravam-se na neutralidade. Nesse sentido, parece que, no processo de formação de professores, um passo anterior a problematização da concepção de neutralidade da CT, consiste em considerar: de que neutralidade estamos falando? Em outros termos, torna-se imperioso precisar melhor o significado desta neutralidade. Caso contrário, os interlocutores, muitas vezes, poderão estar, no processo de discussão, atribuindo significados distintos à mesma.

Essa falta de clareza, a ambigüidade parece estar relacionada à complexidade do tema, considerando que a não neutralidade da CT pode, efetivamente, ser discutida a partir de vários ângulos¹⁰⁸. No decorrer do processo de investigação, foi-se percebendo a necessidade da clarificação e explicitação de dimensões/critérios que contribuíssem em precisar esses significados. Critérios sistematizados e discutidos no capítulo 4 e que poderão subsidiar o processo de formação, tanto inicial quanto continuada de professores. Entendeu-se, na discussão realizada neste capítulo, que a suposta neutralidade da CT pode ser analisada e problematizada a partir de quatro dimensões, interdependentes:

- 1) O direcionamento dado à atividade científico-tecnológica (processo) resulta de decisões políticas;
- 2) A apropriação do conhecimento científico-tecnológico (produto) não ocorre de forma equitativa. É o sistema político que define sua utilização;
- 3) O conhecimento científico produzido (produto) não é resultado apenas dos tradicionais fatores epistêmicos: lógica + experiência;
- 4) O aparato ou produto tecnológico incorpora, materializa interesses, desejos de sociedades ou de grupos sociais hegemônicos.

Indicativos dessa dificuldade de compreensão, de comunicação são vários. Dos 19 professores, quatro, E14, E16, E18 e E19, não explicitaram, diretamente, nenhuma compreensão sobre neutralidade, tendo muita dificuldade em emitir posicionamentos em relação ao tema. Havendo manifestações do tipo: *Como assim neutralidade?* (E18) e

¹⁰⁸ Nesse sentido, é interessante consultar Agazzi (1992). Mesmo sendo possível fazer algumas objeções em relação à análise que faz, apresenta várias faces passíveis de análise sobre a neutralidade.

neutralidade associada à idéia de neutralizar os efeitos negativos decorrentes do uso de determinada tecnologia (E16).

Dentre os demais professores, em sua grande maioria, o mesmo professor apresenta uma posição contrária à concepção de neutralidade e outra a favor, as quais referem-se, respectivamente, às dimensões “2” e “4” das quatro anteriormente apresentadas. A primeira delas, avaliada através de manifestações indiretas sobre a neutralidade, especialmente em relação ao tema transgênicos, item “h” da tabela 1, foi considerada sinalizadora da superação da concepção de neutralidade da CT, considerando que a não neutralidade, neste caso, é justificada pela apropriação desigual dos resultados do desenvolvimento científico-tecnológico. A segunda posição, a favor da neutralidade, sinalizada pelos resultados expressos na tabela 1, item “i”, refere-se a quarta dimensão sobre a não neutralidade: *O aparato ou produto tecnológico incorpora, materializa interesses, desejos de sociedades ou de grupos sociais hegemônicos*. Nesta, de forma bastante explícita, entre a maioria destes professores, comparece a compreensão de neutralidade porque tudo depende do uso que dermos a ela.

Alguns exemplos dessas posições ambíguas:

E6:

“O problema é assim ó, tipo essas coisas assim, em primeiro lugar, quem é que vai usufruir desse tipo de coisa aqui? Será que vão ser as classes humildes, esse pessoal aí que tá passando necessidades? Eu acho que não.” (E6 – S2¹⁰⁹, posição de não neutralidade, dimensão “2”, item “h” da tabela 1)

e

“A tecnologia é neutra. Quem vai decidir se ela vai ser utilizada para o bem ou para o mal é o homem. Da forma que usar ela.” (E6-S8, posição de neutralidade, dimensão “4”, item “i” da tabela 1);

¹⁰⁹ No sentido de situar o contexto do qual foram extraídas as falas mencionadas durante a discussão realizada neste item 6.3, apresenta-se, no anexo 6, o entrevistado bem como a situação, dentre as 9 situações, em que ocorreu o questionamento do entrevistador e a respectiva fala/resposta do entrevistado. Por exemplo, o código E6-S2 significa que se constitui de uma fala do entrevistado 6, respondendo a um questionamento feito na situação 2. A entrevista 14 (E14) está reproduzida na íntegra.

E11:

“Acho que não resolve o problema da fome. Essa tecnologia chega para todo mundo?”
(E11-S4¹¹⁰)

e

“Neutro, meio assim, a neutralidade, ela tá aí: pode ser utilizado para o bem e para o mal”
(E11-S8);

E15

“Se for bem empregado, o lado político, vai ter alimento suficiente. A gente não vai precisar recorrer aos transgênicos. (...)Tão querendo jogar para a ciência o que é um problema político.” (E15-S1)

e

“Ela é uma ferramenta neutra no sentido que não é boa e nem ruim. Da maneira que for usado, manipulado é que vai...” (E15-S8);

Em E12, pode-se perceber três manifestações relativas à neutralidade:

“A grande população que sente fome, fome no sentido de não ter o que comer, ela não escolhe se é transgênico, não é transgênico. Não resolve o problema da fome” (E12-S2, indicativo de não neutralidade – dimensão “2”, item ‘h’ da tabela 1),

“Não, esta aqui eu até concordo com ela, eu acho que, como se usa, como é feito o uso da tecnologia e das próprias informações assim típicas. Eu acho que o uso dela é que faz benefício ou malefício (...) É uma ferramenta neutra, tanto eu posso usar ela para o bem, quanto posso usar ela sei lá para fazer o que? Por exemplo, uma bomba.” (E12-S8, indicativo de neutralidade – dimensão “4”, item “i” da tabela 1)

e

“Diz ali, considerando a neutralidade da tecnologia, esta pode ser utilizada em qualquer contexto. Para mim, eu não acho que ela seja neutra, eu acho que ela, a tecnologia ela é desenvolvida, aplicada para diferentes situações, sabe eu acho que as situações não são iguais nos diferentes países, (...) O que pode ser problema nos Estados Unidos, para nós tem problemas muito maiores, que aquela tecnologia, que de repente a gente tá usando deles, de repente não seja aplicável aqui. Aplica mas não soluciona o nosso problema, porque aqui nós devemos ter um outro avanço tecnológico quem sabe para resolver os nossos problemas.” (E12-S8, indicativo de não neutralidade, relacionado à dimensão “1”).

E12 ainda faz uma síntese sobre a segunda e terceira posição:

“Quando eu posso optar por, a linha que ela vai seguir sabe, para que que ela vai ser usada, sabe daí ela é neutra. A tecnologia por si ela não é nem boa nem ruim, é o meio

¹¹⁰ Conforme já destacado, as entrevistas 8 (E8) e 11 (E11) não foram gravadas a pedido dos entrevistados. Contudo, com o consentimento destes, fez-se alguns registros, durante as entrevistas, como este que aqui está sendo reproduzido.

como ela é usada. Então, para mim, nesse sentido ela é neutra. Agora, se tu vais me dizer assim que eu posso usar a mesma tecnologia em qualquer lugar, aí eu vou dizer que ela não é neutra” (E12-S8).

Nestas manifestações, do professor E12, há vários aspectos passíveis de análise. Ela não é neutra pela distribuição desigual, pela impossibilidade de acesso, do conjunto da população, aos produtos geneticamente modificados (relacionado à dimensão “2”). A neutralidade é justificada pela possibilidade de utilizá-la para o bem ou para o mal (relacionado à dimensão “4”) e, ela não é neutra porque a mesma tecnologia não pode ser utilizada em qualquer lugar. Portanto, vê problemas na transferência tecnológica. Em relação a essa terceira manifestação, há outra reflexão possível. Nas entrevistas, relativamente ao problema da transferência tecnológica, predominam, amplamente, compreensões contrárias à transferência tecnológica. Porém, E12 constitui-se numa exceção no sentido de relacionar explicitamente problemas na transferência tecnológica à não neutralidade da tecnologia. Além disso, ao postular que *nós devemos ter um outro avanço tecnológico quem sabe para resolver os nossos problemas*, sinaliza para a superação da primeira dimensão relativa à neutralidade: *O direcionamento dado à atividade científico-tecnológica (processo) resulta de decisões políticas* (dimensão “1”).

Além disso, veja-se a compreensão de E13,

“Eu acho que não dá para dizer que ela não tem nada de negativo ou de positivo, eu acho que não dá para dizer que ela é neutra, tanto que aqui embaixo diz assim: depende tudo de como ela é usada né, então eu acho que não é uma questão neutra.” (E13-S8)

e

“Porque mesmo aqui a frase diz, depende para que que ela é usada. Ela pode ser uma questão positiva, ela pode ser para uma questão negativa, ela pode ser boa, mas ela também pode ser utilizada para uma coisa ruim, depende em que campo, porque que ela vai ser usada, então eu não acho que ela não é uma, a tecnologia não é neutra.” (E13-S8)

contrariamente à tendência hegemônica, na compreensão deste professor, ela seria neutra se não tivesse aspectos positivos e negativos. A possibilidade do bom ou mau uso, a idéia de ser positiva ou negativa, justifica a não neutralidade.

Possivelmente esta compreensão confusa, ambígua quanto a não neutralidade da CT seja uma das causas das contradições presentes na compreensão dos professores em

relação aos denominados mitos, aspecto sintetizado, na tabela 2, derivada da tabela 1, reproduzida em seguida:

TABELA 2

Item/ Entrevistado	MODELO DECISÃO			MAIS CT		DETERMINISMO TECNOLÓGICO		
	Item "a" da tabela 1 – Decisões tecnocráticas	Item "b" – Governo decide	Item "c" – Indícios de decisões democráticas	Resolve o problema da fome – item "g" da tabela 1	Resolve o problema da poluição – item "n.3"	Internet - Item "d" da tabela 1	Desemprego - item "e"	Onda irreversível - item "f"
E1		X				X	X	X
E2	X			X	X	X		X
E3	X	X			X*		X	X
E4			X		X*	X	X	X
E5		X			X*	X	X	X
E6		X			X*	X		
E7			X					
E8		X				X	X	X
E9	X	X				X		
E10	X					X		X
E11	X	X				X	X	X
E12			X		X*		X	
E13	X				X*	X	X	X
E14	X	X		X	X	X	X	X
E15	X					X		X
E16		X			X	X	X	X
E17			X		X*	X		X
E18			X			X	X	
E19	X	X					X	

Esclarecimentos sobre a tabela 2:

- Constitui-se numa *tabela síntese* da tabela 1;
- *MODELO DE DECISÃO*, *MAIS CT* e *DETERMINISMO TECNOLÓGICO* estão relacionados, respectivamente, aos denominados mitos 1, 2 e 3;
- *MAIS CT*: analisada a partir de dois temas: fome e poluição, itens "g" e "n.3" da tabela 1;

- X*: Não foram consideradas como posições de endosso à perspectiva salvacionista da CT. A reivindicação de mais CT está associada à incorporação da variável ambiental, e/ou a postulação de algo semelhante a uma dinâmica alternativa de desenvolvimento científico-tecnológico. Por exemplo, em E3, compõem as compreensões expressadas pelos itens “n.3” e “n.1”.

Nesta tabela, os professores E7 e E12 exemplificam compreensões com indicativos de superação dos três mitos discutidos ao longo deste trabalho, estando, neste sentido, mais próximos de uma concepção de não neutralidade, do nível de *consciência máxima possível*. Estes professores consideram que,

“Não tenho a menor idéia, porque se a gente for pensar assim, uma coisa bem democrática, seria nós decidirmos, mas nós...(..) nós, a população. Tu não achas que se fosse bem democrático, nós a população deveríamos dizer, sei lá, um plebiscito uma coisa assim, sim ou não aos transgênicos se fosse uma democracia né” (E12-S5, item “c”)

“O próprio governo né, porque o povo, o povo, no sentido geral, o conhecimento é, fica difícil colocar, ou então dá essa liberdade para o povo ter ou não ter na sua mesa..” (E7-S5, item “c”)

sinalizando para o endosso a um modelo de decisões considerado democrático.

Também afirmam que,

“E aqui também dos alimentos, ali da fome que fala mais adiante, eu acho que a fome hoje é uma questão mais social do que propriamente falta de alimentos. Porque não adianta, de repente, tu colocar os transgênicos na prateleira, mas o pobre não tem acesso ao supermercado. Ele não vai nem comer o transgênico” (E7-S2)

“Eu não sei se é para isso que eles estão aí, eu não sei se é para isso. (...) Por enquanto, eu não vejo eles como saciadores da fome de ninguém” (E12-S4)

indicando para a superação da perspectiva salvacionista da CT.

Além disso, há indícios de não endosso ao determinismo tecnológico¹¹¹, manifestando confiança na busca de encaminhamentos alternativos em relação ao desenvolvimento científico-tecnológico e sua repercussão na sociedade:

“Impõe sua presença. Eu não concordo, aqui, condutora dos rumos da civilização” (E7-S3, sobre a internet, item “d”)

¹¹¹ Exceto E12 em relação ao desemprego.

“Olha, se ela estabelece o ritmo do progresso, não sei. Ela facilita muito né. Eu não sei se em todas as dimensões, se ela é presença em todas as dimensões da vida, também acho que não” (E12-S3, sobre a internet)

“Ah, eu acho que tem que ter uma maneira de fugir deles (...) Ah, aí nós vamos ter que achar, mas tem que ter uma maneira” (E7-S5, sobre a expressão a onda é irreversível - transgênicos)

“Olha irreversível, como eu te disse, para mim, muito pouca coisa é irreversível. Mas eu acho assim ó, diz ali, por mais forte que seja a desconfiança, não há mais como fugir deles. Não sei se não há como fugir.” (E12-S5, sobre a expressão a onda é irreversível - transgênicos)

“Eu não diria que sou pessimista. Acho que para tudo tem uma solução. Deve haver uma maneira, mas ela tem que ser encontrada. Uma maneira deve haver.” (E7-S6, em relação ao desemprego)

“Eu acho que não, não reverte, e eu não sei, eles pregam muito: ‘não, o operário tem que estar se capacitando continuamente’. Até por ali eu não sei, ele vai se capacitar até um ponto, mas vai chegar um ponto que vai fazer pouca diferença, ainda mais se é uma pessoa que já tem uma certa idade ou uma coisa assim. Por mais que ele tente se atualizar, vai chegar um ponto que não vai ser compensador financeiramente ter um empregado. Eu acho que a tendência, isso aqui acho que não reverte.” (E12-S6, em relação ao desemprego).

Por outro lado, compreensões do professor E14 enquadram-se num perfil que pode ser considerado como estando bastante próximo dos três mitos. Sobre a perspectiva salvacionista manifesta:

“Acabar a fome, eu digo que um dia vai se acabar (...) Porque os alimentos vão ser modificados (...) eles fazem com que o homem produza mais” (E14-S4);

“Tem tanta tecnologia que está chegando, nova, nesse mundo, porque não pode ter uma coisa que pode modificar isso aqui?” (E14-S7, referindo-se à poluição);

Quanto ao apoio à tecnocracia, reproduz-se um pequeno trecho da entrevista. Estas falas surgem após a entrevistada ter manifestado a compreensão de que a pesquisa, em relação aos produtos geneticamente modificados e a clonagem, deve seguir livremente, manifestando que a comunidade de investigação é a responsável pela condução e direcionamento das investigações para o bem da humanidade:

“Entrevistada: Onde que é para o bem dela né

Entrevistador: Para o bem de quem?

Entrevistada: Da humanidade

Entrevistador: Da humanidade?

Entrevistada: Da humanidade, claro, com certeza

Entrevistador: E quem define esse “bem dela” seria a comunidade de investigação?

Entrevistada: É, exatamente.”(E14-S2).

Também evidencia-se o endosso ao determinismo tecnológico. Em relação ao desemprego, item “e”, há um aspecto marcante. O entrevistado percebeu, durante a entrevista, que faz uma grande aposta na CT. Porém, de repente, surgiu o robô, o desemprego e agora?, diante do desemprego, manifesta:

“Eu nem faço idéia” (E14-S6).

Contudo, pela análise dos resultados, sintetizados na tabela 2, conclui-se que predomina, amplamente, no conjunto dos professores, um perfil marcado por contradições em relação aos mitos. Nesse sentido, apresentam-se alguns exemplos:

E4 apresenta claros indicativos de superação dos mitos 1 e 2, manifestando que,

“Eu acho que todas as pessoas. Eu acho que todas as pessoas têm direito a opinar sobre isso. Porque envolve todo mundo. A população também é envolvida nisso. Por que não opinar?” (E4-S5, responde a questionamento sobre quem deveria decidir sobre o plantio da soja geneticamente modificada – relacionado ao mito 1)

“Eu acho que resolver o problema de alimentos, essa questão de problemas de alimentos, acho assim, também é uma questão política né, porque os mercados estão abarrotados de enlatados. Eu acho que alimento suficiente existe no mundo, o que não existe é uma distribuição.” (E4-S1, relacionado ao mito2)

havendo indícios de reivindicação de um modelo de decisões democráticas e não endossando o salvacionismo da CT. Porém, com fortes indícios da presença da concepção do determinismo tecnológico ou a incapacidade de reação diante do desenvolvimento científico-tecnológico, havendo, de alguma forma, o endosso ao terceiro mito:

“Obrigados não, totalmente, mas a nível mundial acho que não tem como, hoje, reverter o quadro. Dizer não vamos, ninguém vai usar transgênicos. Acho que isso é impossível hoje.” (E4-S5)

“Penso que realmente é uma, é um meio de progresso né, e querendo ou não, realmente se impõe às pessoas, aos indivíduos e acho que também vai conduzir o rumo da civilização, porque é uma geração que vem aí, trabalhando com a internet...” (E4-S3).

Da mesma forma, para E13, referindo-se ao problema da fome destaca que,

“Tipo uma melhor distribuição de renda, alimentação eu acho que é produzida suficiente, só que ocorre muita perda e é muito mal distribuída. Então, produção eu acho que ocorre o suficiente, o que não ocorre é uma boa distribuição” (E13-S1)

apontando para a superação do mito 2, havendo, contudo, indicativos de endosso aos mitos 1 e 3. Ou seja, o endosso ao modelo tecnocrático e à concepção do determinismo tecnológico:

“A política é muito suja”,

“O ministério da agricultura, sei lá se tem conhecimento para tal” (E13-S5, resposta ao questionamento sobre quem deveria decidir sobre o plantio ou não da soja geneticamente modificada - mito 1).

“Eu acho que não vai acontecer, não tem como, para mim é como ir contra a maré” (E13-S6, sobre a possibilidade de reverter o desemprego atual - mito 3)

“É, eu acho se ela continuar assim, acho que é por aí. Não digo que vai se manipular, mas que vai praticamente guiar as pessoas, porque, cada vez mais, tá entrando dentro das casas né, na vida das pessoas e quem não utilizar vai ficar para trás.” (E13-S3, sobre a internet - mito 3).

Quanto aos transgênicos, é ilustrativo, do pensar deste professor, um trecho da entrevista, transcrito a seguir,

“Entrevistador: Isso significa que fatalmente nós seremos obrigados a consumir produtos geneticamente modificados ou essa onda poderia ser revertida?”

Entrevistada: Tipo assim, por nós, acho que não.

Entrevistador: E quem poderia revertê-la ?

Entrevistada - Tipo assim quem tem o poder econômico na mão, que eu acho que é o que mais comanda a coisa

Entrevistador: Eles que poderiam reverter a situação?

Entrevistada : Eu acho

Entrevistador: E...

Entrevistada: Porque eu acho que é muito uma questão política isso aí

Entrevistador: E o que seria essa questão política que você fala? “(E13-S5)

o qual contém fortes indícios daquilo que, no decorrer das análises, denominou-se de demonstração de incapacidade de reação, aspecto, de alguma forma, vinculado ao determinismo tecnológico.

E11 apresenta um perfil com contradições bastante semelhantes a E13 (tabela 2), ou seja, o endosso aos mitos 1 e 3 e a rejeição/superação do 2.

Em síntese, exceto em E7, E12 e E14, os resultados, sintetizados na tabela 2, sugerem a ausência de uma coerência interna, na compreensão da maioria dos professores, sobre as interações entre CTS, estando presentes contradições em seu pensar, relativamente à superação dos mitos. Nesse sentido, durante a realização e análise das entrevistas, foi-se fortalecendo a convicção de que **uma** das motivações destas contradições, esta ausência de uma coerência interna, estava vinculada à compreensão confusa, ambígua e incompleta sobre a não neutralidade da CT. Passou-se a entender que uma compreensão mais abrangente, profunda sobre a não neutralidade poderia contribuir para superar estas contradições. Nessa perspectiva é que surgem e se colocam as quatro dimensões relativas a não neutralidade, “1”, “2”, “3” e “4”, descritas anteriormente.

Também, na realização e análise das entrevistas, comparecem indícios de outros elementos compondo o pano de fundo que sustenta as manifestações dos professores. Nesse sentido, vários indicativos são relevantes:

Por exemplo, em E2, é muito forte a convicção de que tudo tende a se equilibrar. Assim, quanto ao desemprego, aposta num final feliz:

“Eu acho que tudo tende a se equilibrar. Se estão surgindo essas máquinas, robôs, pessoas que estão perdendo o trabalho, mas tá surgindo outros tipos de trabalhos que vão ocupar essas pessoas. Tenho a impressão que a situação tende a se equilibrar. (...) Nem que seja, como é que se diz, naturalmente, espontaneamente.” (E2-S6);

“Eu penso assim ó, eu acho que parar como o que começou eu acho que não tem como” (E3-S5, quanto à irreversibilidade do processo em curso relativamente aos transgênicos);

Na fala de E4, *Eu acho que realmente a essa altura, com toda a, toda a polêmica em cima, como fugir eu acho que não há, porque o povo só é escutado, mas a decisão ainda não foi tomada pelo povo em conjunto* (E4-S5), pode estar implícita a compreensão de que, efetivamente, sob o regime capitalista a *“onda é irreversível”*, o desemprego é irreversível e que a internet está fora do controle do conjunto da sociedade;

E6 postula o controle populacional:

“O problema da fome é uma consequência. (...) Uma consequência de não haver um controle populacional. Não dá para permitir que, em pleno ano 2001, você tenha famílias aí com 7 ou oito pessoas e os problemas aumentando. Eu acho que tudo isso, a falta de alimentos é consequência disso.” (E6-S2);

Também E6, em relação aos transgênicos, destaca que *“Eu acho que a onda não é irreversível”* (E6-S5). Sua convicção decorre do fato de que seu pai é pequeno agricultor, o qual deixou de produzir leite de forma convencional. Estimulado por uma cooperativa, produz leite sem o uso de agrotóxicos, adubos químicos, etc. Conforme seu relato, produz menos leite, porém, com um ganho bem maior, além de estar produzindo um produto saudável. Conclui que *“Esse tipo de coisa tá ganhando espaço”* (E6-S5);

Para o entrevistado E8, em relação aos produtos geneticamente modificados, manifestando uma visão bem pragmática, conclui:

“Se a produção aumenta, não tem outro caminho.”;

E11 que convive num contexto de discussão e plantio de soja geneticamente modificada, também conclui:

“Não tem mais volta.”

Aspectos, como os acima apresentados, sinalizam que entre as raízes destas contradições em relação aos mitos, juntamente com a questão da não neutralidade da CT, outros elementos devem ser considerados:

- a) Complexidade das interações entre CTS.
- b) Ausência de reflexão sobre temáticas contemporâneas, vinculadas às interações entre CTS. Nesse sentido, há, na pesquisa realizada, dois aspectos sinalizadores: durante a

realização das entrevistas, vários entrevistados manifestaram “*eu nunca parei para pensar sobre isso*”. Além disso, na entrevista, perguntados em relação à ocorrência de discussões sobre temáticas contemporâneas no seu processo de formação profissional, apenas dois, dos 19 entrevistados, lembraram de alguma discussão ocorrida no curso de graduação. Situação que se altera, um pouco, entre aqueles que realizaram um curso de pós-graduação, especialmente educação ambiental, aspecto retratado no anexo 5, o qual sintetiza as posições dos professores sobre o ensino, última parte da entrevista realizada.

- c) História de vida do professor, suas idiossincrasias, sua militância ou não em partidos políticos, sindicatos, etc. Sua participação mais ativa ou passiva no meio social em que vive. E, possivelmente, de forma marcante, o momento histórico atual. Nesse sentido, José Saramago¹¹², prêmio nobel de literatura de 1998 retrata um panorama bastante pessimista: “*Querem que não façamos perguntas e que não discutamos, sob a ameaça do desemprego, de perder a família. Esse é o novo totalitarismo. E me impressiona a indiferença das pessoas . (...) Acabo acreditando que as pessoas não se mexem. Não é o medo antigo da polícia, da tortura ou da prisão, que ainda existe em muitos lugares, mas o medo da insegurança e do desemprego. E esse medo paralisa.*”

O pano de fundo, descrito nas páginas precedentes, alicerçou o encaminhamento dado à análise das entrevistas e à perspectiva de continuidade do presente trabalho. Dois eixos fundamentais são balizadores:

- a) Não se buscou identificar pessoas, ou mesmo o pensar individual de pessoas que estejam próximas ou distantes dos parâmetros. Buscou-se situar, levantar contradições, dimensões, tendências gerais bem como tendências de grupos de professores distantes desse nível, cuja discussão e problematização faz-se necessária no processo de formação e atuação dos professores. Em outros termos, tendo em vista a busca da continuidade do presente trabalho (formação de professores acoplada a implementação do enfoque CTS em escolas), a preocupação central não esteve no conhecimento, em profundidade, das compreensões individuais, da forma de manifestação dos mitos, mas naquela compreensão que falta, no conjunto de compreensões distantes dos parâmetros (considerando a “*consciência máxima possível*” pretendida no processo de formação),

¹¹² Jornal Zero Hora, Segundo Caderno – Cultura, 25/11/2000.

as quais, num segundo momento, serão objeto de problematização, tendo em vista que esta não se dará de forma individual, mas num grupo de trabalho em constituição.

- b) Considerando a ambigüidade presente, na compreensão e na manifestação sobre neutralidade, de parte significativa dos professores, optou-se por inferir essa concepção não de forma direta – manifestação verbal dos professores -, mas indiretamente, através dos parâmetros. Em outras palavras, tendo presente que os três mitos foram vinculados à concepção de neutralidade, entende-se que o endosso aos mitos estará sinalizando para uma compreensão de neutralidade. Por outro lado, a análise está pautada no fato de que, aquele professor que tem uma compreensão próxima dos parâmetros, tendo superado os mitos, mesmo de forma não consciente e difusa, estará mais próximo de uma concepção de não neutralidade da CT. Porém, conforme já discutido, um mesmo professor, por exemplo, posicionou-se contra a neutralidade justificando sua posição pela apropriação desigual da CT. Porém, recaiu numa compreensão de neutralidade, considerando um aparato tecnológico neutro, separável do entorno social. Em síntese, entende-se que uma compreensão mais profunda sobre a não neutralidade da CT deve abarcar, no mínimo, as dimensões “1”, “2”, “3” e “4” já citadas e discutidas.

6.3.1 – ENDOSSO AO MODELO DE DECISÕES TECNOCRÁTICAS

Em relação ao primeiro parâmetro, *problematização, superação do modelo de decisões tecnocráticas*, pode-se inferir três tendências gerais, na compreensão dos professores, relativamente ao modelo de tomada de decisões:

- a) Modelo de decisões tecnocráticas, com nove professores, E2, E3, E9, E10, E11, E13, E14, E15 e E19.
- b) Modelo em que o governo toma as decisões relativas a CT, endossado por dez professores, E1, E3, E5, E6, E8, E9, E11, E14, E16 e E19.
- c) Modelo de decisões democráticas, com cinco professores, E4, E7, E12, E17 e E18.

Nas duas primeiras tendências, majoritárias, que excluem uma participação direta da sociedade civil, há cinco professores que comparecem em ambas. Nesse sentido, é pertinente destacar que a fronteira entre o modelo de decisões tecnocráticas e o governo tomando as decisões é bastante nebulosa. Muitas vezes, essas duas formas de tomada de decisão estão imbricadas, considerando que, em vários casos, são mencionados órgãos técnicos, secretarias do governo que estariam respaldando as decisões a serem tomadas por esse.

Acevedo Díaz (1995), analisando um amplo conjunto de pesquisas, principalmente aquelas que utilizaram o instrumento, anteriormente descrito (VOSTS), também assinala que, em relação à adoção de decisões importantes nas implicações sociais da CT, há uma certa tendência em apoiar um modelo tecnocrático, baseado na opinião de especialistas, cientistas e engenheiros, tendência que parece acentuar-se entre estudantes de ciências. Além disso, segundo essa análise, considera-se que são os governos que estão mais capacitados, através de suas agências especializadas, para coordenar os programas de pesquisa e desenvolvimento (P&D), o que também, segundo Acevedo, supõe o apoio a uma política de caráter tecnocrático.

No contexto brasileiro, relativamente a tomada de decisões por parte do governo, há algumas considerações e questionamentos a fazer. De alguma forma, o governo tomando decisões, não se constitui de uma perspectiva democrática, no âmbito da democracia representativa? Os contextos retratados por Acevedo, correspondendo àqueles em que se originou o movimento CTS, em sua maioria, possuem uma longa experiência em termos de

um governo representativo. Apesar da diversidade e bifurcações do movimento CTS, em geral, nesses, parece estar presente a idéia de uma participação mais direta, do conjunto da sociedade, no processo decisório em relação a temas envolvendo CT. Na América Latina e, particularmente, no Brasil, conforme Houaiss e Amaral (1995), já citados, a norma tem sido a ditadura, a democracia (representativa) a exceção. Ou seja, a experiência democrática é muito frágil. Assim, quando 10, dos 19 professores entrevistados, postulam um modelo em que o governo toma as decisões, qual a motivação para tal? Seria a expressão de um paternalismo enraizado, evidenciando uma ação passiva diante do desenvolvimento científico-tecnológico? Ou, por outro lado, seria a expressão de confiança, ou busca de uma vivência mais sistemática, não apenas esporádica, da democracia representativa?

Deixando em aberto estes questionamentos, focalizar-se-á o modelo de decisões tecnocráticas e o denominado democrático, esse último pressupondo uma participação mais efetiva do que o simples ato de votar de quatro em quatro anos. Pressupõe alguma forma de equilíbrio entre democracia representativa e participativa¹¹³.

Conforme discussões realizadas ao longo deste trabalho, as decisões tomadas por especialistas são encaradas como portadoras de certezas, decisões neutras, tomadas longe do campo político. Marcas desta compreensão também estão presentes na fala de professores entrevistados. Por exemplo,

“Os laboratórios de repente, porque estão lidando com isso. Mais pesquisa, a gente não sabe ainda o que vai acontecer com o meio ambiente, com as pessoas que estão consumindo esses alimentos (...). O pessoal que investiga né, para largar um produto com mais certeza, mais confiável, porque, por enquanto, a gente não sabe, com certeza, os efeitos” (E2-S2);

“Eu acho que seriam as pessoas que tivessem o menor envolvimento, menor comprometimento com alguma empresa. Eu acho que comprometimento com a ciência mesmo. (...) Várias pessoas. Eu acho que teriam que ser professores, cientistas, no caso, que estão trabalhando nas universidades” (E15-S2, respondendo sobre quem deveria estabelecer critérios em relação ao desenvolvimento científico-tecnológico, como, por exemplo, clonagem e transgenia).

¹¹³ Pode-se pensar que o *orçamento participativo*, praticado no Estado do RS e em várias prefeituras do país, pode estar configurando-se como algo embrionário dessa participação mais direta.

Se CT fornecem certezas, nada melhor do que o técnico, o especialista para decidir. Assim, o endosso a esse modelo decisório parece evidenciar indicativos da concepção de neutralidade.

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

Contudo, a existência de recomendações conflitantes defendidas por especialistas de posições opostas, envolvendo temas como, por exemplo, ingestão de gorduras, reposição hormonal, fluoretação da água, **plantas transgênicas**, evidencia que não se pode esperar da ciência um conhecimento objetivo e sem controvérsias. As diferenças e conflitos, encontrados entre os cientistas, refletem diferentes valores e prioridades, sendo esta uma questão que informações técnicas não dão conta de resolver (Trivelato, 2000).

Relativo a presente pesquisa, considerando que a postulação de contemplar interações entre CTS não se restringe à dimensão metodológica, mas caminha no sentido de buscar a participação, da sociedade, também na dinâmica das interações entre CTS, não apenas no pós-produção, pós definição da agenda de investigação, há indicativos de uma longa caminhada pela frente. O reduzido número de professores (cinco – tabela 2), com manifestações de indicativos democráticos¹¹⁴, aponta para esse desafio. Constatação consistente com as discussões realizadas ao longo deste trabalho, as quais apontam para a debilidade de uma cultura de participação no contexto brasileiro.

¹¹⁴ É bom reforçar que, quando se manifesta que esse grupo apresenta posições consideradas democráticas, esta “categorização” refere-se a decisões que envolvem temáticas específicas vinculadas à CT. Não há nenhuma pretensão de fazer uma extrapolação no sentido de considerar que essas pessoas são, em geral, democráticas enquanto que os outros dois grupos são anti-democráticos.

6.3.2 – NÃO ENDOSSO À PERSPECTIVA SALVACIONISTA DA CT

A perspectiva salvacionista da CT, nesta pesquisa, foi analisada focalizando dois temas contemporâneos: o problema da carência alimentar e a poluição.

- a) Tendência geral em relação à fome: Rejeição quase total. 17, dos 19 professores, não endossam a posição de que mais CT, no caso os produtos geneticamente modificados, venham a solucionar esse problema.
- b) Em relação à poluição - três tendências, apresentadas por grupos de professores, considerando o potencial da CT no enfrentamento desse problema:

b.1: Endosso à perspectiva salvacionista, professores E2, E14 e E16

b.2: Mais CT sim, porém, numa outra dinâmica, sete professores, E3, E4, E5, E6, E12, E13, E17. Correspondem aos entrevistados assinalados com asterisco (E*) na tabela 2. Foram incluídos, neste grupo, aqueles professores cujo pensar comparece, no item “n.3” (Mais CT resolve), da tabela 1, associado ao item “n.1” (Dinâmica alternativa) ou “n.2” (Uso de chaminés e filtros), ou aos dois.

b.3: Tem-se CT suficiente, o problema está no mau uso ou no não uso, compreensão apresentada por cinco professores, E9, E10, E15, E17 e E19. Essa compreensão não está representada na tabela 2. Contudo, encontra-se no item “n.7” (Tem-se CT, mas é mal usada) da tabela 1.

a) Em relação ao problema da fome, apesar de ocupar grande espaço na mídia, a idéia de que os transgênicos, um dos mais recentes desenvolvimentos, no campo científico-tecnológico, venham a saciar a fome, foi amplamente rejeitada. Isso sinaliza para a superação do mito da perspectiva salvacionista, ou seja, da relação linear entre incremento em CT, produção de alimentos e resolução do problema da fome. Nas falas, há uma compreensão bastante clara quanto à apropriação desigual dos resultados desse desenvolvimento, item “h” (Apropriação desigual da CT) da tabela 1. Nesse sentido, mesmo não sendo explicitado verbalmente, ou assumido de forma totalmente consciente, o fato de que *“a apropriação do conhecimento científico-tecnológico (produto) não ocorre de forma equitativa”*, parece apontar, em relação a esse mito, para um pano de fundo de não endosso à neutralidade da CT.

b.1) A perspectiva salvacionista para o combate à poluição, segundo a qual um simples incremento de CT seria suficiente para resolver esses problemas, tal como já acontecera em termos de suprir a carência alimentar, recebeu um apoio bastante restrito por parte dos professores. Contudo, manifestações como,

“Através da tecnologia, esses níveis não serão insuportáveis, porque descobrirão maneiras de recuperar isso aí (...) para isso existe o desenvolvimento científico, a pesquisa é para isso aí” (E16-S1, referindo-se a poluição)

“Por mais que cada vez que os anos passem a poluição seja muito maior, mas as soluções também vêm junto né. (...) No meu ver elas caminham juntas. Aumenta a poluição, aumentam os problemas, mas as soluções vêm junto. Quer dizer, não junto, mas logo atrás, tentando.” (E2-S7)

expressam uma compreensão, embora minoritária, endossando esse que foi considerado um mito. Neste grupo de três professores, cabe destacar a coerência apresentada por E2 e E14, os quais também endossam a perspectiva salvacionista em relação ao problema da carência alimentar.

b.2) Tendência formada por um conjunto de professores apresentando uma compreensão que parece estar reivindicando mais CT. Contudo, sua compreensão não foi considerada como endosso à perspectiva salvacionista da CT. Para estes, CT podem contribuir para a redução da poluição. Porém, expressam algo que se assemelha à dinâmica alternativa de desenvolvimento científico-tecnológico, aspecto discutido ao longo deste trabalho, a qual incorpore a variável ambiental. Com alguma semelhança com a posição de Feenberg, já apresentada, parece estar havendo a compreensão que diz mais ou menos o seguinte: precisamos sim de mais CT. Mas não um simples incremento quantitativo da atual dinâmica, da atual lógica. Nesse sentido,

“Eu acho que mais interesse. Interesse de profissionais em estudar essas outras formas de energia né. A gente tá muito acostumado com o que a gente tem. Então, para que estudar outras?” (E3-S1)

“Acho que a gente tem que pensar em produzir coisas que não poluam o meio ambiente. Não pensar só em reciclar. Acho que a gente tem que produzir coisas que não poluam o meio ambiente. (...) Não só pensar no pós (...). Pensar em produtos que não poluam, biodegradáveis. Não pensar só no pós produto, acho que tem que pensar na produção. Acho que tem que pensar no antes, não no depois. (...) Vamos reciclar isso, vamos reciclar aquilo (...)Acho que esse item aqui devia-se pensar melhor” (E5-S1)

b.3) Compreensões quanto ao enfrentamento da poluição, tais como,

“...eles têm condições de resolver, a gente sabe que a coisa não é tão ruim assim, as coisas podem ser resolvidas, tem técnicas para ser resolvidas só que claro, tem, entra o fator econômico no meio disso” (E9-S1)

“Ah não, a pesquisa é muito boa, tem trabalhos muito bons, só que tem que ser postos em prática né(...) Às vezes, fica só nas revistas científicas lá e não acaba indo...” (E10-S7)

“Tecnologia para que não tenha, isso existe” (E15-S7)

“Dos dois lados. Ela aumenta a poluição e ela tem como. Ela tá dando soluções para diminuir a poluição. Só que não tá sendo usada” (E19-S7, refere-se a CT)

parecem estar próximas da posição de que CT existem, o problema está no mau uso, ou no não uso da CT disponível, aspectos motivados, dentre outras causas, pelo desinteresse, pela não disposição em investimentos financeiros.

Essas três tendências, b.1, b.2 e b.3, expressam diferentes possibilidades em relação ao potencial da CT no enfrentamento da problemática ambiental. Em relação a b.2 e b3, algumas reflexões adicionais são pertinentes. Primeiro, atribuir os problemas da poluição apenas a aspectos estruturais, macro-econômicos, relacionados ao mau uso, ao não uso, à apropriação desigual, à falta de uma política ambiental, à falta de cobrança da sociedade e do governo, “inocentando” os produtos tecnológicos, pode significar uma visão reducionista e a reincidência, por outro caminho, na concepção de neutralidade da CT. Isso é, considerar-se o aparato neutro e que a poluição decorre apenas do mau uso. Parece problemático superdimensionar, considerar como causa única da poluição o mau uso da CT, aspecto, de alguma forma, presente nas compreensões do terceiro grupo.

Se, em relação à poluição, há um grupo menor atribuindo esse problema ao mau uso ou não uso da CT, no conjunto dos professores, em termos gerais, há um endosso generalizado à compreensão de que a tecnologia não é nem boa e nem ruim, tudo dependendo do uso que dermos a ela, item “i” (Tecnologia nem “boa” e nem “ruim”) da tabela 1. Nesse contexto, cabe lembrar a análise que Dagnino faz apoiado em Feenberg. Ou seja, da necessidade de incorporar, no design tecnológico, variáveis sociais, culturais e ambientais. Essa postulação supera a simples apropriação, socialização da tecnologia, considerando que, nesse processo, não se vislumbram alternativas aos possíveis elementos negativos intrínsecos à tecnologia a ser apropriada.

Nesse sentido, pode-se citar dois produtos tecnológicos bastante comuns entre nós: a geladeira e o automóvel. Nesses dois casos, como possivelmente em todos os outros produtos tecnológicos, não cabe, é inócua a análise em termos de bom ou mau uso. Além das análises já realizadas no capítulo 4, pode-se agregar outras reflexões sobre esse tema. Pensemos na geladeira doméstica, utilizada para conservar alimentos. Também, no automóvel, utilizado para ir ao trabalho, para levar um doente ao hospital. Haverá poucas objeções à idéia de que estão tendo um bom uso. Contudo, inerente a este “bom uso”, há efeitos negativos, como a destruição da camada de ozônio através do CFC utilizado, na geladeira, e da produção de monóxido e dióxido de carbono no motor de combustão interna.

Em síntese, o que se quer discutir, com esses dois exemplos, é o fato de que esses “efeitos colaterais” não se devem ao mau uso. Mesmo com o “bom uso” não se consegue evitar esses aspectos negativos. A análise será mais profícua se focalizar os possíveis “malefícios” incorporados, potencializados no aparato. Nesse sentido, volta-se às idéias de Feenberg-Dagnino, ou seja, a necessidade de incorporar a variável ambiental na configuração do produto tecnológico de tal forma que, com um bom uso, esses “efeitos colaterais” negativos sejam minimizados ou eliminados.

Por outro lado, isso não quer significar um retorno à perspectiva salvacionista da CT. Tecnicamente já há condições para substituir o CFC. Porém, também há interesses de grupos econômicos envolvidos. Quanto ao automóvel, além do problemático motor de combustão interna, há questões mais amplas como, por exemplo, vive-se numa sociedade que super valoriza o transporte particular em detrimento do coletivo. Em outras palavras, não recair na perspectiva salvacionista significa ter presente que CT não tem o poder de alterar uma lógica macro-econômica à qual muitos desses problemas estão ligados. Além do mais, o surgimento dessa nova dinâmica, que incorpore a variável ambiental, está relacionada a uma rearranjo das relações sociais.

Parece que as compreensões, apresentadas pelos grupos dois e três, referente à problemática da poluição, não devam ser consideradas excludentes, mas complementares. Possivelmente em vários campos exista, efetivamente, CT para resolver ou reduzir a poluição e que a não utilização dessa ou a utilização inadequada, ocorra por vários motivos, como aqueles relacionados a questões macro-econômicas. Contudo, é

absolutamente descabido continuar poluindo através da utilização de produtos em que a dimensão poluidora está incorporada, como nos exemplos anteriormente discutidos, pensando-se que a extraordinária capacidade da CT, daria, num momento seguinte, a solução. Não é prudente continuar usando CFC, em larga escala, esperando que amanhã, através dos avanços da CT, será encontrada uma solução para o buraco na camada de ozônio.

Para finalizar, considera-se pertinente analisar a perspectiva salvacionista da CT à luz do desenvolvimento científico-tecnológico contemporâneo. Frederico M. Zaragoza (2001, p.1-2), diretor geral da Unesco, ao falar sobre a “*Conferência Mundial sobre a Ciência para o Século XXI*”, realizada em Budapest, 1999, coloca alguns questionamentos desafiadores:

- *“As prioridades dos investigadores, as orientações de seus trabalhos, suas formas de organização, os níveis de financiamento que recebem, a circulação dos conhecimentos que produzem, orientam-se em direção ao bem e o interesse público?”*
- *“Não se destinam, sobretudo, aos consumidores com um maior poder aquisitivo?”* (refere-se aos conhecimentos produzidos)
- *“Com a crescente ‘privatização’ da investigação, não estão sendo deixadas de lado necessidades essenciais e universais pelo fato de que não são imediatamente rentáveis?”*

Diante da dimensão do desemprego, bem como considerando os questionamentos lançados por Zaragoza, fica fragilizada uma vinculação direta, linear entre desenvolvimento científico-tecnológico e bem-estar social, aspecto implícito na concepção linear de progresso. A análise, desses dois aspectos, também poderia ser realizada a partir de dois critérios, de duas dimensões em relação a não neutralidade da CT, discutida anteriormente, ou seja, a apropriação privada dos resultados do conhecimento científico-tecnológico (dimensão “2”) e a agenda de investigação voltada, seletivamente, para a maximização do lucro privado (dimensão “1”).

6.3.3 - COMPREENSÕES PRÓXIMAS DO DETERMINISMO TECNOLÓGICO

O endosso ou não ao determinismo tecnológico, na presente pesquisa, foi avaliado a partir de posicionamentos dos professores em relação à internet, ao desemprego, bem como sobre os transgênicos (onda irreversível), cuja síntese encontra-se na tabela 2. Assim:

- a) Em relação à internet: há uma tendência geral, entre o conjunto de professores, 15 deles, em revelar concordância com a afirmação *“O alfabeto do futuro: A internet estabelece o ritmo do progresso, impõe sua presença em todas as dimensões da vida e se converte em condutora dos rumos da civilização”*, não manifestando nenhum posicionamento crítico em relação à mesma. A afirmação *“Eu acho que, em parte, sim, dá para concordar porque hoje tudo é à base da internet. Eu acho que ela que tá ditando o ritmo mesmo do progresso”* (E2-S3) é característica desse pensar.
- b) Sobre a afirmação em relação aos transgênicos *“A onda é irreversível”*, também constata-se, pela tabela 2, uma tendência geral, sinalizando para a incapacidade de reversão do processo. Nessa tendência situam-se 13 professores. Nesse pensamento majoritário, não há a percepção de outros possíveis encaminhamentos, cuja dinâmica não seja imprimida, hegemonicamente, pelos grupos econômicos. As falas desse grupo, várias delas reproduzidas anteriormente, expressam resignação.
- c) Quanto ao desemprego, há dois grupos de professores, com compreensões distintas:

c.1. Uma, majoritária, que não visualiza perspectivas, aspecto semelhante a posição de Saramago, já apresentada, constituída por 12 professores: E1, E3, E4, E5, E8, E11, E12, E13, E14, E16, E18 e E19.

c.2. Uma segunda tendência, minoritária, constituída de sete professores, E2, E6, E7, E9, E10, E15 e E17, sinaliza encaminhamentos, dos quais quatro, E6, E9, E10 e E17, conforme tabela 1, itens “m.1” (Desemprego – “requalificação”) e “m.4” (Controle de natalidade), apontam para as saídas individuais, como o controle de natalidade, e/ou a chamada “reciclagem”, “requalificação” do trabalhador.

Na presente pesquisa, não tem sido freqüente o endosso ao determinismo tecnológico tal qual discutido no capítulo 5. Poucas têm sido as manifestações explícitas que consideram a tecnologia autônoma e independente das influências sociais, mesmo

considerando que haja contradições em muitas dessas manifestações. Contudo, pode-se identificar uma forte tendência vinculada ou que possui alguma semelhança com o determinismo tecnológico. Trata-se de uma característica, de um eixo que perpassa o conjunto das manifestações, a qual sugere a ausência de reflexão, passividade e, acima de tudo, a incapacidade de reação, a ausência de perspectivas quanto a encaminhamentos alternativos em relação ao desenvolvimento científico-tecnológico contemporâneo e sua repercussão na sociedade. Manifestações, nesse sentido, têm sido apresentadas anteriormente.

Há indicativos de que os professores em geral e mesmo aqueles com um perfil mais próximo dos parâmetros, repetem, acriticamente, alguns tipos de discursos constantemente veiculados por meios de comunicação. Por exemplo, passam a concordar com discursos que, na explicitação dos parâmetros, capítulo 5, foram caracterizados como marcados pelo determinismo tecnológico. Parece haver um endosso acrítico, um assumir que possivelmente decorre da falta de problematização dos mesmos, da ausência de reflexão. Esse aspecto é marcante em relação à manchete do Jornal Zero Hora. Questionados quanto ao seu posicionamento, concordando ou não com a afirmação “*O alfabeto do futuro: A internet estabelece o ritmo do progresso, impõe sua presença em todas as dimensões da vida e se converte em condutora dos rumos da civilização*”, há uma forte tendência de posicionamentos de endosso. Por exemplo, E4 manifesta:

“Penso que realmente é uma, é um meio de progresso né, e querendo ou não, realmente se impõe às pessoas, aos indivíduos e acho que também vai conduzir o rumo da civilização, porque é uma geração que vem aí, trabalhando com a internet...” (E4-S3).

Sobre a problemática do desemprego, cabem algumas reflexões adicionais. Além de uma forte tendência, entre o conjunto dos professores, da ausência de perspectivas de reversão, constitui-se de um tema em que estes demonstraram grande preocupação e perplexidade. Bastante significativo o fato de que, nas 19 entrevistas, não há uma única menção à redução da jornada de trabalho, aspecto que pode ser considerado o “inédito viável” de Freire, bem como a necessidade de distribuição de renda. Aspectos assumidos, neste trabalho, como possíveis encaminhamentos para essa questão.

Em termos gerais, relacionada ao determinismo tecnológico, essa incapacidade de reação ou ausência de perspectivas, parece refletir-se numa expressão muito freqüente nas entrevistas: “*Eu não sei*”.

Além dos aspectos levantados, essa falta de reflexão, a passividade ou a falta de perspectivas quanto a encaminhamentos diferenciados, possivelmente também estejam associadas às nossas, já mencionadas, raízes históricas. A freqüente resposta “*Não sei*” também pode estar associada ao não relacionamento, das temáticas discutidas, a questões estruturais, de natureza macro-econômica, considerando, por exemplo, a total desconsideração, por parte dos professores, da redução da jornada de trabalho e da distribuição de renda.

6.3.4 - SUPERDIMENSIONAMENTO DA AÇÃO INDIVIDUAL

Os resultados reproduzidos, na tabela 1, itens “m.1” (Desemprego – “requalificação”), “m.4” (Controle de natalidade) e “n.4” (Reciclagem de lixo, coleta seletiva) sinalizam para um superdimensionamento da ação individual. Os dois primeiros itens referem-se aos encaminhamentos propostos para reverter o problema do desemprego, enquanto que o terceiro item, “n.4”, refere-se ao enfrentamento da poluição, aspectos sintetizados em seguida:

a) Em relação ao desemprego: como encaminhamento, nove professores, E1, E3, E4, E5, E6, E9, E10, E16 e E17 apostam na “requalificação” do trabalhador e/ou controle de natalidade. Nesse grupo, estão incluídos tanto aqueles professores pessimistas em relação à possibilidade de reversão de desemprego, quanto aqueles que colocam este aspecto como causador de uma reversão em relação ao desemprego.

b) Em relação à poluição: expresso pelo item “n.4”, 13 professores apontam a coleta seletiva de lixo, jogar papel no lixo, não poluir rios, não derrubar o mato, como encaminhamento, sinalizando para um superdimensionamento da ação individual em detrimento de outros encaminhamentos como “cobrança da sociedade” (item “n.5”) e governo deve cobrar (item “n.6”). Desse pensar, são típicas manifestações como:

“Pensa na questão do lixo que é uma questão bem básica. Olha para Santa Maria, que cidade mais suja, o pessoal não joga na lata de lixo. Que dirá mais separar o orgânico do seco. Daí pior ainda.” (E1-S7)

“Dá para ver pela reciclagem. Há uns anos atrás não se reciclava nada. Nem se falava. Hoje só se fala em reciclar. Na nossa escola a gente recicla (...). Sem contar com a poluição da águas, já é bem mais controlada do que há uns anos atrás” (E2-S7)

Contudo, ao problematizar esse superdimensionamento, não está sendo excluída a dimensão individual. Nesse sentido, há uma manifestação do professor E7, relativa a poluição, embora expressando um pensamento minoritário, para fins de comparação, pode ser contraposto a fala de outro professor:

“Aí eu acho que deveria ter a conscientização, sei lá, cobrança. Conscientização, começar desde pequeno nas escolas. Depois uma cobrança dos mais poderosos, das fábricas. Uma cobrança mais rigorosa, não uma coisa meio como anda (...) Sei lá, não pensei nisso. Mas uma cobrança, acho que a população, o povo tem direito para isso. (...) De grandes fábricas, grandes, sei lá. Coisas assim, cobrança do povo mesmo. Cobrança, conscientização.” (E7-S1)

e

“Toda a nossa, nossa, aí que eu digo que vem da base (...). Eu acho que tem que vim, de cada um (...). Às vezes, fala assim, ah falta vontade política. O que você quer dizer com falta vontade política? A pessoa sabe dos problemas. Por exemplo, o esgoto de tal prédio está sendo jogado diretamente na rua. Ahh tudo bem, foi constatado, mas por que não vai atacar a causa, por que não vão falar com os moradores, para partir da causa para conseguir a solução?” (E1-S1)

Retomando o tema desemprego, conforme já destacado, na compreensão dos professores, está absolutamente ausente a posição defendida nesta investigação: redução da jornada de trabalho e distribuição de renda. Assim, aparecem os dois, já mencionados, posicionamentos em relação a esse problema: a perplexidade, a falta de perspectivas manifestada pela ampla maioria dos professores ou as saídas individuais, “reciclagem”/“requalificação” do trabalhador e/ou o controle de natalidade.

Estes resultados são sinalizadores de que o problema do desemprego (possivelmente isso também seja válido para outros temas), quando não relacionado a questões estruturais, acaba merecendo um enfrentamento individual. O fato de que a saída também é política é totalmente secundarizado.

“Não vejo saída, uma coisa que possa trazer mais emprego” (E11). Essa manifestação, constitui-se no retrato desse grupo majoritário de professores dominados pela perplexidade.

Por outro lado,

“Ele só sabe fazer aquilo. Então, no dia que eu colocar uma máquina no lugar daquilo, daquele trabalho que ele tá fazendo, ele não vai mais ter trabalho. Por que? Porque ele não se atualizou, ele não procurou crescer dentro daquilo que ele gosta, que ele sabe fazer” (E1-S6)

“Se continuar aumentando a população como tá aumentando, desse jeito não tem como. Não tem jeito.” (E6-S6)

“Qualidade do empregado né. Eu acho que se tu tem um conhecimento elevado, ser um bom profissional, eu acho que, e bom profissional, eu tenho medo de usar esse termo, mas eu acho que sempre vai haver trabalho pra quem continuar crescendo e buscando. Mas não sei se isso não é uma visão burguesa minha, entende.” (E4-S6)

“Então, além do controle da população, que mais? (...) Eu fico me perguntando, o que mais?” (E4-S6).

Esta última manifestação de E4, além da dúvida, só aponta para uma opção, o controle da natalidade.

Estes indicativos de hegemonia, no endosso às ações individuais, estando o “eu” superdimensionado em relação ao “nós”, constiu-se num descompasso entre o contexto do surgimento histórico do movimento CTS, na década de 60 e 70 e o momento atual. Em seu surgimento, conforme análise de Vaccarezza, já citado, tratava-se de um movimento militante, envolvendo cientistas, movimentos sociais, ações coletivas.

Em seguida, apresenta-se um quadro que sintetiza os principais resultados e análises empreendidas nesta pesquisa. Será denominado de quadro-síntese e irá subsidiar os encaminhamentos para a continuidade do trabalho:

QUADRO-SÍNTESE

1. TENDÊNCIAS PREDOMINANTES	
PRÓXIMAS DOS MITOS	PRÓXIMAS DOS PARÂMETROS
1. Endosso ao modelo de decisões tecnocráticas	1. Não endosso à perspectiva salvacionista da CT
2. Endosso ao determinismo tecnológico 2.1. Internet: aceitação acrítica da manchete do jornal 2.2. Transgênicos: incapacidade de reversão do processo em curso 2.3. Desemprego: perplexidade, sem perspectiva de reversão	
2. TENDÊNCIAS NÃO DIRETAMENTE ENQUADRÁVEIS NOS DOIS ASPECTOS ACIMA	
1. Compreensão confusa, ambígua sobre neutralidade da CT	
2. Enfrentamento da poluição: incorporação da variável ambiental	
3. Enfrentamento da poluição: melhor uso da CT disponível	
4. Enfrentamento da poluição: ações individuais – não jogar lixo no chão, coleta seletiva de lixo, não poluir os rios, não cortar as árvores	
5. Desemprego: requalificação do trabalhador e/ou controle de natalidade	
6. Tecnologia, nem boa e nem ruim. Tudo depende do uso que se dá a ela	
7. Apropriação desigual dos resultados do desenvolvimento científico-tecnológico	
8. Endosso a um modelo em que o governo toma as decisões	
9. CT portadoras de certezas, de respostas definitivas	
10. Nenhuma menção à redução da jornada de trabalho	
11. Superdimensionamento da ação individual	
3. CONTRADIÇÕES A SEREM EXPLORADAS	
1. Endosso à perspectiva salvacionista e desemprego	
2. CT neutras	

6.4. SUBSÍDIOS PARA A FORMAÇÃO

A questão da extrapolação dos resultados de uma pesquisa sempre é problemática, particularmente na presente, onde, pelos indícios apontados, as compreensões sobre as interações entre CTS devem estar sendo influenciadas por múltiplos fatores. A tentativa de universalizar, buscando a aplicação mecânica, linear dos resultados de uma pesquisa em qualquer contexto, bem como negar qualquer significado desses resultados em outros contextos, são perspectivas não assumidas neste trabalho.

Nesse sentido, entende-se que, entre os resultados desta pesquisa, há elementos, dimensões e temas que podem ser significativos e pertinentes também em outros contextos, sugerindo e subsidiando ações para a formação inicial e continuada de professores de ciências. Em outros termos, considera-se que há aspectos importantes que deveriam estar presentes no processo de formação, quando o objetivo for contemplar interações entre CTS na prática político-pedagógica.

Assim, parece que as dimensões e temas, pontuadas em seguida, discutidas principalmente no item 6.3, extraídas do *quadro-síntese* apresentado ao final deste, precisam, de alguma maneira, estar contempladas em cursos de formação:

- 1) Compreensão confusa, ambígua sobre a não neutralidade da CT;
- 2) CT portadoras de certezas, de respostas definitivas;
- 3) Endosso ao modelo de decisões tecnocráticas;
- 4) Passividade diante do desenvolvimento científico-tecnológico;
- 5) Superdimensionamento da ação individual - desconsideração da estrutura macro-econômica:
 - a) Poluição: não jogar lixo no chão, coleta seletiva, não poluir rios, não cortar árvores;
 - b) Desemprego: requalificação do trabalhador e/ou controle de natalidade;
- 6) Desemprego: necessidade de redução da jornada de trabalho e distribuição de renda;
- 7) Poluição:
 - a) Poluição industrial e doméstica;
 - b) Não utilização e/ou utilização inapropriada da CT;

- c) Necessidade de incorporação da variável ambiental;
- 8) Tecnologia nem boa e nem ruim. Tudo depende do uso que dermos a ela.

São plurais as possibilidades de abordagem destes aspectos em cursos de formação, tanto inicial como continuada. Transcende aos objetivos desta tese estabelecer encaminhamentos para o desenvolvimento das dimensões e temas apontados e que se mostraram como pertinentes e necessários para uma prática docente do professor de ciências.

No entanto, pela opção teórico-metodológica que orientou a investigação, apresenta-se a continuidade que será dada ao presente trabalho, sinalizando com temas bem como dimensões a estes associadas. Ainda que não se constitua numa proposição, pode servir como exemplo.

6.4.1. POR ONDE CONTINUAR?

No trabalho, até aqui realizado, a ação coletiva foi inviável. Aspecto desejável e que será iniciado em março de 2002. Além do mais, há um imbricamento das etapas, não estando, o presente trabalho, restrito ao *levantamento inicial*. Por exemplo, dos vinte professores, sete, motivados pela entrevista, pelo diálogo sobre temáticas contemporâneas vinculadas a CT, no decorrer de 2001, a partir de material que lhes foi entregue, já fizeram algumas intervenções pontuais, diferenciadas. No entanto, essas intervenções não contaram com nenhuma forma de preparo e acompanhamento, nem são objeto de reflexão no presente trabalho. Os temas, bem como dimensões identificadas ao longo da pesquisa, apresentados em seguida, subsidiarão o seguimento deste trabalho.

TEMA 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.

Conforme tabela 1, item “i”, 16 dos 19 professores, ou seja, a ampla maioria, manifesta a compreensão de que a tecnologia não é nem boa e nem ruim, tudo depende do uso que se dá a ela. Relacionado a isto, a possibilidade do bom ou mau uso constitui-se no argumento utilizado, por parte significativa dos professores, para justificar a neutralidade

da tecnologia. No que tange a não neutralidade, este tema relaciona-se à dimensão: *O aparato ou produto tecnológico incorpora, materializa interesses, desejos de sociedades ou de grupos sociais hegemônicos*. Compreensão praticamente ausente no pensar dos professores. No item 6.3, em relação à geladeira e o automóvel, argumenta-se que os “efeitos colaterais” danosos, decorrentes do uso destes aparatos (destruição da camada de ozônio e liberação de monóxido e dióxido de carbono), não podem ser atribuídos apenas ao mau uso destes. Estão potencializados nos mesmos. Assim, uma análise de bom ou mau uso é inócua, não contribuindo para aprofundar a análise.

Dimensões que podem ser trabalhadas e/ou problematizadas:

- Significados atribuídos à palavra neutralidade
- Neutralidade da CT
- Modelo de transporte particular e coletivo. Energia “consumida” por pessoa, por quilômetro rodado, em cada um dos dois modelos
- Transporte de cargas: modelo rodoviário e ferroviário
- Privatização do sistema ferroviário em Santa Maria/RS. Quem participou da decisão em privatizar?
- Fontes alternativas de energia: aproveitamento da energia solar e Proálcool
- Geladeira e automóvel. Seu uso gera poluição, CFC (buraco na camada de ozônio) e motor de combustão interna (monóxido e dióxido de carbono). Haveria outras alternativas? Por que não são colocados em prática?
- Por que, no Brasil, nem todas as famílias tem um automóvel? Isso seria desejável? E viável?
- Efeito estufa e destruição da camada de ozônio
- Poluição atmosférica
- Conteúdos, conceitos específicos de ciências (algumas sugestões): Leis da termodinâmica – conservação e degradação de energia; efeito fotoelétrico – célula fotovoltaica; calor de combustão; densidade; reações químicas envolvidas na combustão da gasolina, óleo diesel e álcool – equações químicas; trocas de calor;

espectro eletromagnético; modelos de estrutura da matéria; interação entre radiação e matéria; aplicações e danos causados pela radiação infravermelha e ultravioleta; conservação de alimentos; conseqüências do efeito estufa, buraco na camada de ozônio e poluição atmosférica sobre os organismos vivos; reações químicas envolvidas na ação do CFC sobre a camada de ozônio – equações químicas; princípios físicos e químicos envolvidos no funcionamento do automóvel e da geladeira.

TEMA 2

Transgênicos: somente depois de termos certeza, depois de definitivamente comprovado que não causam danos ao organismo, seu plantio e comercialização poderão ser liberados.

Há, em relação aos transgênicos, aspecto bastante compreensível, a reivindicação da certeza absoluta de que estes não causem danos ao organismo. Os resultados reproduzidos, no item “j”, da tabela 1, evidenciam este aspecto. O uso, por parte dos professores, de expressões como “*com certeza*”, “*definitivamente comprovado*”, “*resultados inquestionáveis*”, dentre outras, sinalizam para a presença, nas compreensões destes, de uma concepção de ciência que fornece respostas definitivas, sem margem para dúvidas. Esta compreensão ignora a complexidade da biodiversidade, onde efeitos indesejáveis poderão aparecer apenas a médio e longo prazo. Em algumas compreensões, como na fala reproduzida em seguida, acoplado à idéia de certezas, está a consideração da dimensão técnico/científica como condição suficiente para a liberação do plantio e comercialização dos produtos geneticamente modificados. Ou seja, a desconsideração ou secundarização de outras dimensões, como: possível formação de monopólios na produção de sementes, possível desaparecimento da agricultura familiar, perda da diversidade genética, apropriação privada (patenteamento), dentre outros. Em síntese, tendo-se certeza de que os transgênicos não causam danos ao organismo e ao ambiente e havendo a desconsideração de outras dimensões, além da científica, qual o sentido da democratização das decisões em relação a este tema? Neste caso, a decisão tecnocrática seria a mais razoável.

Dimensões que podem ser trabalhadas e/ou problematizadas:

- Significados atribuídos à palavra neutralidade
- Neutralidade da CT
- Concepção empirista, indutivista de ciência
- A quem interessam e beneficiam os produtos geneticamente modificados?
- Quem define o avanço desse ou daquele campo de investigação? É um processo neutro?
- Em relação aos transgênicos, são comuns afirmações como: “*a onda é irreversível*”, e “*não podemos perder o trem da história*”. Para onde está indo este trem?
- Rotulagem dos produtos geneticamente modificados: direitos do consumidor e /ou direitos do cidadão?
- As decisões da CTNBio (Comissão Técnica Nacional de Biossegurança) quanto a liberação ou não do plantio de produtos geneticamente modificados são neutras?
- Que dimensões estão presentes na temática transgenia? O conhecimento científico-tecnológico é condição suficiente para a tomada de decisões sobre esse tema?
- As decisões em relação a transgenia, tomadas por especialistas, são as mais sensatas e atendem aos interesses do conjunto da sociedade?
- Discutir/problematizar manifestação de um dos professores integrantes da pesquisa:

“Ah, eu acho que tem que ter uma maneira de fugir deles (...) Ah, aí nós vamos ter que achar, mas tem que ter uma maneira. (...) Não, eu ainda acho que tem que ter uma maneira, a não ser que provem por a mais b que não tem problema para o ser humano. Não, mas não é só o ser humano que nós temos que pensar. Pensar no ambiente todo né. O ser humano depende do ambiente.(...) Então tem que ser uma coisa, tem que ser muito provado que não causa nenhum mal. (E7, referindo-se aos produtos geneticamente modificados)

- Existe risco zero? Democratizar as decisões sobre esse tema não aumenta os riscos?
- Plantas geneticamente modificadas: menor uso de agrotóxicos, menor custo de produção, maiores lucros para o agricultor. Será?
- Possibilidade de propagação horizontal de genes: “Poluição genética”

- Tecnologia nem boa e nem ruim. Tudo depende do uso que dermos a ela. E a tecnologia do *gen Terminator*?¹¹⁵

- “Com certeza, os transgênicos saciarão a fome no próximo milênio” :

- a) Há carência alimentar aqui em Santa Maria?
- b) Apropriação desigual dos alimentos - concentração de renda e carência alimentar
- c) Distribuição da terra no Brasil, produção de alimentos. Monocultura x agroecologia - agricultura familiar
- d) Como se dá a distribuição de terra e renda em Santa Maria, RS, Brasil e em outros países?
- e) Carência alimentar: é possível reverter esse quadro? Quais encaminhamentos?

- Hábitos alimentares na atual sociedade consumista

- Discutir fala de um dos professores integrantes da pesquisa:

“É que eu vejo assim, neutralidade da tecnologia. Eu acho que a tecnologia não é neutra. Tu crias uma tecnologia, tu crias ela para um fim. Isso aqui (aponta para um objeto) é neutro? Eu criei, criei ele para um fim. Eu criei um computador, ele é neutro? Não, eu criei para um fim. Como a engenharia genética, a engenharia genética em si é neutra? não. Ela está sendo criada para um fim. Então acho que essa neutralidade ela não tem (...). Foi o que coloquei lá em cima. Eu, para mim, dizer que tecnologia é boa ou ruim não tem como. Eu acho que ela é criada para um fim, com esse fim sim ela tem um propósito. Mas ser boa ou ruim, eu acho que não.” (E3);

- Conteúdos, conceitos específicos de ciências (algumas sugestões): Célula (organização, funções...); multiplicação celular (meiose e mitose); cromossomos; genes; estrutura e função do DNA e RNA; mecanismos genéticos básicos (síntese de RNA e proteínas, reparação do DNA, replicação do DNA, recombinação genética); Técnicas (novas tecnologias) de engenharia genética; composição química dos alimentos, energia química armazenada nas ligações químicas; necessidade nutricionais do organismo humano; fotossíntese (aspectos físicos, químicos e biológicos envolvidos); transformações de energia envolvidas; reações químicas envolvidas – equações

¹¹⁵ Segundo Steinbrecher e Mooney, *The Ecologist*, v. 28, n. 5, 1998, o uso da tecnologia *Terminator* pode tornar as sementes estéreis na segunda geração, fazendo com que desapareça uma prática comum na agricultura familiar: a produção própria de sementes. Entendem que os pequenos agricultores poderão tornar-se reféns de poucas grandes companhias produtoras de sementes. Segundo estes autores, apenas dois meses depois que o Departamento de Agricultura dos EUA anunciou a concessão da patente do *Terminator*, a Monsanto comprou a empresa detentora da mesma.

químicas; radiação solar; conservação de alimentos: uso de conservantes - aditivos; outras formas de conservação de alimentos; conseqüências da desnutrição sobre o organismo humano.

TEMA 3

O desemprego em Santa Maria, no Brasil e no Mundo

Evidenciou-se, no processo de realização e análise das entrevistas, uma grande perplexidade diante do problema do desemprego. Segundo discussões realizadas ao longo deste trabalho, particularmente no item 6.3, predomina a ausência de perspectivas no sentido de reversão deste quadro. Entre os encaminhamentos apontados, apenas saídas individuais: controle de natalidade e “requalificação do trabalho”. Nenhuma menção quanto à redução da jornada de trabalho e distribuição de renda. Este tema pode contribuir para a problematização da neutralidade da CT, considerando que a utilização destas afeta o entorno, ou seja, sua repercussão, na sociedade, independente do “bom” ou “mau” uso, não é neutra.

Dimensões que podem ser trabalhadas e/ou problematizadas:

- Significados atribuídos à palavra neutralidade
- Neutralidade da CT
- Explorar causas e conseqüências, no entorno social, do desenvolvimento científico-tecnológico
- Mudanças no “mundo do trabalho”
- A repercussão da CT, na sociedade, é neutra? Sua utilização afeta o entorno? Nesse sentido, explorar as contradições, dúvidas presentes no pensar dos entrevistados E14 e E20:

E20 e, particularmente E14, no decorrer das entrevistas, manifestam grande confiança no potencial da CT para a resolução de problemas. Contudo, em relação ao desemprego, surge uma contradição intransponível. Por exemplo, E14 percebeu, durante a entrevista, que faz uma grande aposta em mais CT. Porém, de repente, surgiu o robô, o desemprego e agora? Diante do desemprego, manifesta:

“*Eu nem faço idéia.*” (E14)

Também E20 constata esse dilema, essa contradição:

“*A ciência tem, historicamente, resolvido os problemas, mas este aqui é doloroso*” (E20)

- Quais as causas do desemprego? Quais os principais setores onde ocorre o desemprego aqui em Santa Maria?
- Qual a porcentagem de pessoas, consideradas economicamente ativas, desempregadas aqui em Santa Maria? No Brasil? No mundo?
- É possível reverter o desemprego, ou é um mal que acompanha a sociedade industrial?
- Quais encaminhamentos?
 - a) Quebrar as máquinas?
 - b) Controle de natalidade?
 - c) Requalificação/”reciclagem do trabalhador?
 - d) Redução da jornada de trabalho e distribuição de renda?
- Conteúdos, conceitos específicos de ciências (algumas sugestões): conceitos relacionados à válvula eletrônica (eletromagnetismo); corrente elétrica em semicondutores; efeito da dopagem – formação da junção *pn*, diodo, transistor, chips (microeletrônica, informatização, robotização).

TEMA 4

Poluição do Arroio Cadena - Santa Maria/RS

Na proposição deste tema, vários aspectos foram consideradas. Em primeiro lugar, por tratar-se de um problema localizado em Santa Maria, percebido intensamente por professores e pela comunidade em geral. Também, segundo discussões anteriores, houve um superdimensionamento dado à ação individual no combate à poluição: coleta seletiva de lixo, não jogar lixo no chão, etc. De alguma forma, este aspecto remete à discussão da poluição doméstica e industrial. Quanto ao papel da CT, no combate à poluição, três tendências foram objeto de discussão: a) Endosso à perspectiva salvacionista que atribui à

CT um papel redentor. Ou seja, mais CT irão resolver este problema. b) Mais CT sim, porém, numa outra dinâmica (incorporação da variável ambiental). c) Temos CT suficientes, o problema está no mau uso ou no não uso destas.

Dimensões que podem ser trabalhadas e/ou problematizadas:

- Significados atribuídos à palavra neutralidade
 - Neutralidade da CT
 - Por que o Arroio Cadena está tão poluído?
- a) Mau uso da CT?
- b) Culpa das pessoas. Jogam lixo, cortam as árvores. Não separam o lixo orgânico do inorgânico. Falta de conscientização?
- c) Há outras causas?
- d) Quais os principais componentes que poluem este Arroio?
- Quais são os principais focos de poluição em Santa Maria, bem como os agentes causadores?
 - Em Santa Maria, todos têm acesso a água potável?
 - Há coleta seletiva de lixo em Santa Maria?
 - Buraco na camada de ozônio – pesquisas e observações realizadas pela UFSM. Quais são os agentes causadores desse “buraco”? O que pode ser feito?
 - Destruição da camada de Ozônio
 - Conteúdos, conceitos específicos de ciências (algumas sugestões): Conservação/degradação de energia; trocas de calor; espectro eletromagnético; modelos de estrutura da matéria; interação entre radiação e matéria; radiação solar; efeitos da poluição do Arroio Cadena sobre animais e vegetais; reações químicas envolvidas na ação do CFC sobre a camada de ozônio – equações químicas; reações de combustão; ciclo do carbono; ciclo da água – tratamento da água; ação de microorganismos decompositores sobre o lixo – processos e reações químicas envolvidas.

TEMA 5

A internet no “mundo globalizado”

A presença deste tema justifica-se duplamente. Por um lado, sua presença, cada vez mais efetiva, no cotidiano das pessoas, inclusive de vários dos professores entrevistados. Neste sentido, também, pode-se recolocar a análise de Milton Santos (2000), quando este destaca que *a tirania do dinheiro e a tirania da informação* se constituem nos pilares da perversidade da atual globalização. Considera que as técnicas da informação, nas condições atuais, são principalmente utilizadas *por um punhado de atores em função de seus objetivos particulares*. Por outro lado, tal aspecto, pelos resultados e análises das entrevistas, não tem sido objeto de reflexão por parte dos professores. Os resultados apresentados no item “d”, da tabela 1, sugerem um endosso acrítico, por parte da maioria dos professores, à afirmação: *O Alfabeto do Futuro: a internet estabelece o ritmo do progresso, impõe sua presença em todas as dimensões da vida e se converte em condutora dos rumos da civilização*. Na maioria das falas dos professores, não comparece nenhuma reflexão crítica sobre o teor desta afirmação. Poucos percebem que, segundo esta, o agir humano desapareceu e que o ritmo do progresso bem como os rumos da civilização estão ao encargo da internet. Não há a percepção de que o ritmo do progresso e a condução dos rumos da civilização são apresentados como algo impessoal, desprovido de interesses.

Dimensões que podem ser trabalhadas e/ou problematizadas:

- Significados atribuídos à palavra neutralidade
- Neutralidade da CT
- Qual o percentual de famílias que utilizam a internet em Santa Maria?
- O desenvolvimento muito rápido das tecnologias da informação, da internet foi casual, aleatório? Esse processo de desenvolvimento é neutro?
- A partir da década de 50, houve grande avanço no campo da física nuclear. Posteriormente, o avanço deu-se no campo da física do estado sólido (vinculado ao avanço da microeletrônica, informatização, robotização). Atualmente, avança

significativamente o campo da biotecnologia - bioinformática. Há alguém por trás disto?

- Microsoft x plataforma Linux, Software livre no RS
- Internet: democratização da informação e do conhecimento?
- Conteúdos, conceitos específicos de ciências (algumas sugestões): conceitos relacionados à válvula eletrônica (eletromagnetismo); corrente elétrica em semicondutores; efeito da dopagem – formação da junção *pn*; diodo; transistor; chips (microeletrônica, informatização, robotização).

Não se postula, neste trabalho, na proposição destes temas, um “esvaziamento” do papel do professor de ciências (Física, Química e Biologia). Este tem uma tarefa imprescindível. Deve continuar fazendo algo que ninguém fará por ele: “ensinar ciências”. O problemático é quando este se move numa concepção epistemológica de cunho positivista, desconsiderando, não tendo abertura, impedindo aproximações com dimensões como as acima elencadas.

Em praticamente todos estes temas, a abordagem a partir de várias disciplinas, integrantes do currículo escolar, se possível não restritas a área das chamadas ciências naturais, é altamente recomendável. A profundidade, ou melhor, as dimensões a serem trabalhadas em determinado tema estão diretamente relacionadas à composição do coletivo de trabalho e/ou das referências bibliográficas, do material didático disponível. Nesse sentido, é importante destacar que a falta de material foi a principal dificuldade apontada, pelos professores, para o desenvolvimento de temas contemporâneos vinculado a CT (anexo 5). Além disso, a passividade, a ausência de reflexão, a ausência de perspectivas de encaminhamentos alternativos, principalmente em relação ao determinismo tecnológico, remete à busca de um maior engajamento do professor, em todo o processo político-pedagógico. Este engajamento talvez seja uma das formas mais efetivas para a superação de uma cultura de não participação.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ACEVEDO DÍAZ, J. A A Educação tecnológica desde uma perspectiva CTS: Uma breve revisão del tema. **Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales**. Barcelona, año II, n.3, p. 75-84, Enero 1995.
- ACEVEDO DÍAZ, J. A A La Tecnologia em las Relaciones CTS. Una Aproximación al Tema. **Enseñanza de las Ciencias**. Barcelona, v.14, n.1, p. 35-44, 1996.
- ACEVEDO DÍAZ, J. A. **Publicar ou Patentear?** Hacia una Ciencia cada vez más ligada a la Tecnología. www.campus-oei.org/salactsi/acevedo4.htm, 18 de agosto de 2001.
- AGAZZI, E. **El bien, el mal y la ciencia**: Las dimensiones éticas de la empresa científico-tecnológica. Madrid: TECNOS, 1996.
- AIKENHEAD, G.S. High-school graduates beliefs about science-technology-society: The characteristics and limitations of scientific knowledge. **Science Education**, v. 71, n. 2, p. 459-487, 1987.
- AIKENHEAD, G.S. e RYAN, A G. The Development of a New Instrument: "Views on Science-Technology-Society" (VOSTS). **Science Education**, v. 76, n. 5, p. 477-491, 1992.
- ALBORNOZ, M. La política científica y tecnológica en América Latina frente al desafío del pensamiento único. **Redes**. Buenos Aires: v. 4, n. 10, p.95-115, outubro de 1997.
- ÁLVAREZ, F. M. Hacia una visión social integral de la Ciencia y la Tecnología. **Organização dos Estados Ibero-americanos**. www.campus-oei.org/salactsi/vision.htm, 18 agosto de 2001.
- AMORIM, A. C. **O Ensino de Biologia e as Relações entre Ciência/Tecnologia/Sociedade**: o que dizem os professores e o currículo do Ensino Médio? Dissertação. Campinas: Faculdade de Educação, UNICAMP, 1995.
- AMORIM, A. C. Discutindo um novo contexto para o ensino de Ciências: As Relações entre Ciência/Tecnologia/Sociedade. **Educação e Ensino**, v. 01, n. 02, , p. 81-98. 1996.
- AMORIM, A. C. Avaliar e dimensionar a prática científica e tecnológica: contexto para aulas de ciências. In: Escola de verão para Professores de Prática de Ensino de Física, Química e Biologia. **Atas...** Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, p. 67-75. 1999.
- ANDERY, M. A. P. A. *et al.* **Para compreender a ciência**: uma perspectiva histórica. 8 ed. Rio de Janeiro: Espaço e Tempo; São Paulo: EDUC, 1999.
- ANGOTTI, J. A. P. **Solução Alternativa para a Formação de Professores de Ciências**. Dissertação. São Paulo: IFUSP/FEUSP; 1982.
- ANGOTTI, J. A. **Fragmentos e Totalidades no Conhecimento Científico e no Ensino de Ciências**. Tese. São Paulo: FEUSP, 1991.
- ANGOTTI, J. A. e DELIZOICOV, D. **Física**. São Paulo: Cortez, 1991.
- ANGOTTI, J. A. e DELIZOICOV, D. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1990.

- APPLE, M. W. Freire, Neoliberalismo e Educação. In: **Paulo Freire: Política e Pedagogia**. APPLE, M. W e NÓVOA, A (orgs.). Portugal: Porto Editora, 1998.
- AULER, D. A **Interdependência Conteúdo-Contexto-Método no Ensino de Física: Um Exemplo em Física Térmica**. Dissertação. Santa Maria: CE/UFMS, 1995.
- AULER, D. Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS): Modalidades, Problemas e Perspectivas em sua Implementação no Ensino de Física. **Atas do VI EPEF**, Florianópolis, 1998.
- AULER, D. *et al.* O Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade como Parâmetro e Motivador de Alterações Curriculares. **Atas do I ENPEC**, Águas de Lindóia, 1997.
- AULER, D. e DELIZOICOV, D. Visões de Professores sobre as Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). **Atas do II ENPEC**, Vallinhos, 1999.
- AULER, D. e DELIZOICOV, D. Alfabetização Científico-Tecnológica para quê?. **Atas do III ENPEC**, Atibaia, 2001.
- AZANHA, J. M. P. **Uma Idéia de Pesquisa Educacional**. São Paulo: EDUSP, 1992.
- BACON, F. **Novum Organum ou Verdadeiras Indicações Acerca da Interpretação da Natureza**; Nova Atlântida. 3.ed. São Paulo: Abril Cultural, 1984.
- BASTOS, F. P. **Alfabetização Técnica na Disciplina de Física: Uma Experiência Educacional Dialógica**. Dissertação. Florianópolis: CED/UFSC, 1990.
- BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia, Sociedade: e o Contexto da Educação Tecnológica**. Florianópolis: Ed. UFSC, 1998.
- BAZZO, W. A., PEREIRA, L. T. V. e von LINSINGEN, I. **Educação Tecnológica: Enfoques para o Ensino de Engenharia**. Florianópolis: Ed. UFSC, 2000.
- BEM-CHAIM, D. e ZOLLER, U. The STS outlook profiles of Israeli high-school students and their teachers. **International Journal of Science Education**, v.13, n.4, p.447-458, 1991.
- BERNAL, J. D. **Ciência na História**. Vários Volumes. Lisboa: Livros Horizonte – Movimento, 1969.
- BORGES, R. M. R. **A Natureza do Conhecimento Científico e a Educação em Ciências**. Dissertação. Florianópolis: CED/UFSC, 1991.
- BOTTON, C. e BROWN, C. The Reliability of Some VOSTS Items When Used with Preservice Secondary Science Teachers em England. **Journal of Research in Science Teaching**, v.35, n.1, p. 53-71, 1998.
- BORREGUERO, P. e RIVAS, F. Una Aproximación Empírica Através de las Relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) en Estudiantes de Secundaria y Universitarios Valencianos. **Enseñanza de las Ciencias**, v.13, n.3, p. 363-370, 1995.
- BRADFORD, C. S.; RUBBA, P. A. e HARKNESS, W. L. Views about Science-Technology-Society Interactions Held by College Students in General Education Physics and STS Courses. **Science Education**, v.79, n.4, p.355-373, 1995.
- BRAVERMAN, H. **Trabalho e Capital Monopolista: A Degradação do Trabalho no Século XX**. 3 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1987.

- BUARQUE, C. **A Desordem do Progresso: O Fim da Era dos Economistas e a Construção do futuro.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1990.
- BUNGE, M. **Ciência e Desenvolvimento.** Belo Horizonte: Ed. Itatiaia; São Paulo: EDUSP, 1980.
- BUNGE, M. **Ciência e Pseudo-ciência.** Madrid: Ed. Alianza Editorial, 1985.
- CAAMAÑO, A. La Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad: Una Necesidad en el Diseño del Nuevo Currículum de Ciencias. **Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales.** Barcelona, año II, n.3, p.4-6, Enero 1995.
- CACHAPUZ, A F. Epistemologia e Ensino das Ciências no Pós-Mudança Conceptual: Análise de um Percurso de Pesquisa. **Atas do II ENPEC,** Vallinhos, 1999.
- CANO, W. Mercosul: Integração ou Diferenças?. **Ciência Hoje.** Rio de Janeiro: v.26, n.151, p. 6-9, julho de 1999.
- CARVALHO, W. L. P. e MARTINS, J. Elementos Históricos: Ciência-Sociedade-Governo no Brasil. **Educação para a Ciência,** Roberto Nardi (organizador). São Paulo: Escrituras Editora, 1998.
- CEREZO, J. A. L. Ciência, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. **Revista Iberoamericana de Educación,** n. 18, p. 1-25, septiembre-diciembre 1998.
- CHASSOT, A **A Ciência Através dos Tempos.** 8 Impressão. São Paulo: Moderna (coleção Polêmica), 1994.
- CHASSOT, A. **Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação.** Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2000.
- CHRÉTIEN, C. **A Ciência em Ação: mitos e limites.** Campinas: Papyrus, 1994.
- DAGNINO, R. e THOMAS, H. La Política Científica y Tecnológica en América Latina: nuevos escenarios y el papel de la comunidad de investigación. **Redes.** Buenos Aires: v. 6, n. 13, p.49-74, maio de 1999.
- DAGNINO, R. **O Cenário da Democratização e a Inovação.** Campinas: Mimeografado, 2000.
- DAGNINO, R. **Sobre a Construção Social da C&T Segundo uma Visão de Classe.** Campinas: Mimeografado, 2001.
- DELIZOICOV, D. **Concepção Problematicadora para o Ensino de Ciências na Educação Formal.** Dissertação. São Paulo: IFUSP/FEUSP, 1982.
- DELIZOICOV, D. **Conhecimento, Tensões e Transições.** Tese. São Paulo: FEUSP, 1991.
- EIKELHOF, H. M. C. e KORTLAND, K. Broadening the Aims of Physics Education. In: FENSHAM, P. (ed.). **Development and Dilemmas in Science Education.** London: Falmer Press, p.282-305, 1991.
- FAZENDA, I. (org.) **Metodologia da Pesquisa Educacional.** São Paulo: Cortez, 1991.
- FERRAROTTI, F. A Revolução Industrial e os Novos Triunfos da Ciência, da Tecnologia e do Poder. In: **Ciência e Poder.** Mayor, F. e Forti A. (orgs). Campinas: Papyrus; Brasília: UNESCO, 1998.

- FERREIRA, S. H. Entrevista. **Ciência Hoje**. Rio de Janeiro, v.24, n.140, p. 8-11, jul. 1998.
- FLEMING, R. W. Undergraduate science students' views on the relationship between science, technology, and society. **International Journal of Science Education**, v.10, n.4, p.449-463, 1988.
- FOUREZ, G. **A Construção das Ciências**: Introdução à Filosofia e à Ética da Ciências. São Paulo: Editora da UNESP, 1995.
- FOUREZ, G. *et al.* **Alfabetización científica y tecnológica**. Buenos Aires: Colihue, 1999.
- FREIRE, P. **Educação como Prática de Liberdade**. 14 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.
- _____. **Ação Cultural para a Liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1976.
- _____. **Educação e Mudança**. 10 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.
- _____. **Pedagogia da Esperança**: Um Reencontro com a Pedagogia do Oprimido. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.
- _____. **Pedagogia do Oprimido**. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- _____. **Pedagogia da Autonomia**: Saberes necessários à prática educativa. 6 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.
- _____. **A Educação na Cidade**. São Paulo: Cortez, 1991.
- FURIÓ, M. C. J. Tendencias Actuales en la Formación del Profesorado de Ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**. Barcelona, v.12, n.2, p. 188-199, 1994.
- FURTADO, C. **A Reconstrução do Brasil**, por Celso Furtado. *Jornal Folha de São Paulo*, seção 2-6, 13/06/99. São Paulo, 1999.
- FURTADO, C. **O Mito do Desenvolvimento Econômico**. 2 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.
- FURTADO, C. O Próximos Passos da Ciência. **Ciência Hoje**. Rio de Janeiro, v. 24, n. 140, p. 41, jul 1998.
- GANA, M. T. S. **Reflexiones en torno a la tecnología**: su diagnostico en la periferia. Tesis (Doutorado en lógica y filosofía). Valencia: Facultad de Filosofía y Psicología - Departamento de Lógica y Filosofía/Universidade deValencia, 1995.
- GIBBONS, M. *et al.* **The new production of knowledge**: the dynamics of science and research in contemporary societies. London: SAGE Publications, 1994.
- GOLDMAN, L. **The Human Sciences and Philosophy**. Londres: The Chancer Press, 1969.
- GÓMEZ, R. J. Progreso, determinismo y pesimismo tecnológico. **Redes**. Buenos Aires: v. 4, n. 10, p.59-94, outubro de 1997.
- GRAF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Física Térmica – Óptica**, v.2. São Paulo: Editora da USP, 1991.

- GRAF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Mecânica**, v. 1. São Paulo: Editora da USP, 1992.
- GRAF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Eletromagnetismo**, v.3. São Paulo: Editora da USP, 1993.
- HABERMAS, J. **La science et latechnique comme "idéologie"**. Paris: Gallimard, 1973.
- HARRES, J. B. S. **Concepções de Professores sobre a Natureza da Ciência**. Tese. Porto Alegre: Faculdade de Educação – PUC, 1999.
- HERRERA, A. O. Los determinantes sociales de la política científica en América latina. Política científica explícita y política científica implícita. **Revista de Ciências Sociais**, v. 13, n. 49, p. 98-112, abril-junio de 1973.
- HERRERA, A. O. **Ciencia y Política en América Latina**. 8 ed. México: siglo XXI editores, 1981.
- HERRERA, A. O. Civilização Ocidental não dá Respostas à Crise Atual. In: **Amilcar Herrera: Um intelectual Latino-Americano**. Dagnino, R. (org.). Campinas: UNICAMP/IG/DPCT, 2000.
- HOBELINK, H. **Biotecnologia: Muito além da Revolução Verde – Desafio ou Desastre**. Porto Alegre: Ed. Pallotti, 1990.
- HOBSBAWM, E. **Era dos Extremos: O breve século XX, 1914-1991**, São Paulo: Companhia das Letras, 1996.
- HOUAISS, A. e AMARAL, R. **A Modernidade no Brasil: Conciliação ou Ruptura?** Petrópolis: Vozes, 1995.
- IGLESIA, P. M. Ciencia-Tecnología-Sociedad en la Enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Experimentales. **Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales**. Barcelona, año II, n.3, p. 7-11, Enero 1995.
- IGLESIA, P. M. Una Revision del Movimiento Educativo Ciencia-Tecnología-Sociedad. **Enseñanza de las Ciencias**. Barcelona, v.15, n.1, p. 51-57, 1997.
- JAPIASSU, H. **Epistemologia Crítica**. São Paulo: Letras & Letras, 1988.
- KING, A. Ciência e Tecnologia desde o Fim da Segunda Guerra Mundial. In: **Ciência e Poder**. Mayor, F. e Forti A. (orgs). Campinas: Papirus; Brasília: UNESCO, 1998.
- KNELLER, G. F. **A Ciência como Atividade Humana**. Rio de Janeiro: Zahar; São Paulo: EDUSP, 1980.
- KRASILCHIK, M. Caminhões 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**, n. 14, p. 8 –10, 1985.
- KUHN, T. S. **A Estrutura da Revoluções Científicas**. 5 ed. São Paulo: Perspectiva, 1995.
- LATOUR, B. e WOOLGAR, S. **A vida de Laboratório: a Produção dos Fatos Científicos**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

- LOPES, A . C. *et al.* Diferentes Contextos na Área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Integração com Base no Mercado. **Atas do III ENPEC**, Atibaia, 2001.
- LOUREIRO, S. M. **Concepções de Tecnologia**: Uma Contribuição para a Formação de Professores das Escolas Técnicas. Dissertação. Florianópolis: CED/UFSC, 1996.
- LÜDKE, M. e ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação**: Abordagens Qualitativas. São Paulo: Ed. Pedagógica e Universitária-EPU, 1986.
- LUJÁN, J. L. *et al.* **Ciencia, Tecnología y Sociedad**: Una Introducción al Estudio Social de la Ciencia y la Tecnología. Madrid: TECNOS, 1996.
- LUJÁN, J. L. e MORENO, L. **El Cambio Tecnológico en las Ciencias Sociales**: el Estado de la Questión. Mimeografado, 1998.
- LUJÁN, J. L. **Educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad**. Mimeografado, março de 1994.
- LUTZENBERGER, J. A. Soja Transgênica: Problema Político, não Técnico. **The Ecologist**, v.28, n.5, p. 41, set/out. 1999.
- MARCUSE, H. **Tecnologia, Guerra e Fascismo**. São Paulo: Ed. UNESP, 1999.
- MEDINA, M. e SANMARTÍN, J. **Ciencia, Tecnología y Sociedad**: Estudos Interdisciplinares en la Universidad, en la Educación y en la Gestión Pública. Barcelona: Anthropos, 1990.
- MELLO, C. M. e TRIVELATO, S. L. F. **Concepções em Educação Ambiental**. **Atas do II ENPEC**, Vallinhos, 1999.
- MENEZES, L. C. **Crise, Cosmos e Vida Humana**. Tese de Livre Docência. São Paulo: IFUSP, 1988.
- MORIN, E. **Ciência com Consciência**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.
- MOTOYAMA, S. Os Principais Marcos Históricos em Ciência e Tecnologia no Brasil. **Sociedade Brasileira de História da Ciência (SBHC)**. São Paulo, n.1, p. 41-49, jan-jun 1985.
- OBACH, D. El Proyecto SATIS. **Alambique**: Didáctica de las Ciencias Experimentales. Barcelona, año II, n.3, p. 39-44, Enero 1995.
- PACEY, A. **La Cultura de la Tecnología**. México: Fondo de Cultura Económica, 1990.
- PEDRETTI, E. Septic tank crisis: a case study of science, technology and society education in na elementary school. **International Journal of Science Education**, v.19, n.10, p. 1211-1230, 1997
- PERNAMBUCO, M. M. C. A . **Ensino de Ciências a Partir de Problemas da Comunidade**. Dissertação. São Paulo: IFUSP/FEUSP, 1981.
- PERNAMBUCO, M. M. C. A. *et al.* Projeto Ensino de Ciências a Partir de Problemas da Comunidade. **Atas do Seminário Ciência Integrada e/ou Integração Entre as Ciências: Teoria e Prática**. Rio de Janeiro: Ed. UFRJ, 1988.
- PERNAMBUCO, M. M. C. A. Quando a Troca se Estabelece – a Relação Dialógica. In: **Ousadia no Diálogo**. Org. Nídia Pontuschka. São Paulo: Loyola, 1993.

- PSSC - Physical Science Study Committee. **Physics**. Boston: D.C. Heath, 1960.
- RIETTI, S. **Hacia la Sociedad del Conocimiento**. www.campus-oei.org/salactsi/sara2.htm, 18 de agosto de 2001.
- Revista **Ciência & Educação**. v. 7, n.1, 2001.
- Revista **Época**. Tem Comida Estranha na Geladeira. 1º de março de 1999, p. 56-61.
- Revista **SUPER Interessante**. Que bicho vai dar? Março de 1999, p.54-61.
- Revista **SUPER Interessante**. Plantas com genes estrangeiros precisam de rótulo e mais testes. Março de 1999, p. 19.
- Revista **SUPER Interessante**. Meu gene, meu bem, meu mal. Maio de 1999, p.51-55.
- ROSA, V. L. **Genética humana e sociedade: conhecimentos, significados e atitudes sobre a ciência da hereditariedade na formação de profissionais de saúde**. Tese. Florianópolis: CED/UFSC, 2000.
- RUBBA, P. A. e WIESENMYER, R. L. Goals and Competencies for Precollege STS Education: Recommendations Based upon Recent Literature in Environmental Education. **Journal of Environmental Education**, n. 19, n. 4, p. 38-44, 1988.
- RUBBA, P. A., BRADFORD, C. S. e HARKNESS, W. L. A new scoring procedure for the Views on Science-Technology-Society instrument. **International Journal of Science Education**, v.18, n.4, p.387-400, 1996.
- RUBBA, P. A e HARKNESS, W. L. Examination of preservice and in-service secondary science teachers' beliefs about science-technology-society interactions. **Science Education**, v. 77, p. 407-431, 1993.
- SACHS, I. Brasil e os Riscos da Modernidade. **Ciência Hoje**. Rio de Janeiro: v.20, n.119, p. 12-14, abril 1996.
- SANT'ANNA, V. M. **Ciência e Sociedade no Brasil**. São Paulo: Símbolo, 1978.
- SANMARTÍN, J. **Tecnología y Futuro Humano**. Barcelona: Anthropos, 1990.
- SANTOS, M. **Por uma outra Globalização: Do Pensamento Único à Consciência Universal**. 3 ed. Rio de Janeiro: Record, 2000.
- SANTOS, W. L. P. **O Ensino de Química para Formar o Cidadão: Principais Características e Condições para a sua Implantação na Escola Secundária Brasileira**. Dissertação. Campinas: Faculdade de Educação/UNICAMP, 1992.
- SANTOS, W. L. P. e SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 1997.
- SANTOS, W. L. P. e MORTIMER, E. F. O Ensino de C-T-S (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no Contexto da Educação Básica Brasileira. **Ensaio**. Belo Horizonte, 2000.
- SINGER, P. **Automação: Progresso ou Miséria? Família Cristã**. p. 6-8, julho de 1994.
- SNYDERS, G. **A Alegria na Escola**. São Paulo: Manole, 1988.
- SOLBES, J. e VILCHES, A. El Modelo Construtivista y las Relaciones Ciencia/Técnica/Sociedad (CTS). **Enseñanza de las Ciencias**. Barcelona, v.10, n.2,

- p. 181-186, 1992.
- SOLBES, J. e VILCHES, A. El profesorado y las actividades CTS. **Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales**. Barcelona, año II, n.3, p. 30-38, Enero 1995.
- SOLBES, J. e VILCHES, A. STS Interactions and the Teaching of Physics and Chemistry. **Science Education**, n. 81, p. 377-386, 1997.
- SOLOMON, L. El estudio de la Tecnología en la educación. **Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales**. Barcelona, año II, n.3, p. 13-18, Enero 1995.
- SOUZA CRUZ, S. M. S. C. **Aprendizagem Centrada em Eventos: Uma Experiência com o Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade no Ensino Fundamental**. Tese. Florianópolis: CED/UFSC, 2001.
- SOUZA CRUZ, S. M. S. C. e ZYLBERSZTAJN, A. El Accidente Radioactivo de Goiânia: Una Experiencia en la Enseñanza de CTS Utilizando el Aprendizaje Centrado en Eventos. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 13, n. 1, p. 35-44, 2000.
- SOUZA CRUZ, S. M. S. C. e ZYLBERSZTAJN, A. O Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade e a Aprendizagem Centrada em Eventos. In: Ensino de Física: Conteúdo, Metodologia e Epistemologia numa Concepção Integradora. (Org.) Pietrocolina, M. Florianópolis: Ed. UFSC, 2001.
- SOUZA BARROS, S. The Goiânia radioactive accident: accident or incident?. Paper presented to the ICPE/IUPAP, GIREP & UNESCO **International Conference on "Energy Alternative Risks Education"**. Ballaton: Hungary, 1989a.
- SOUZA BARROS, S. **O Acidente de Goiânia: Subsídio para um Módulo de Ensino Relacionado a CTS**. Projeto de Pesquisa. Rio de Janeiro: Instituto de Física/UFRJ, 1989b.
- TERRAZZAN, E. A. **Perspectivas para a Inserção da Física Moderna na Escola Média**. Tese. São Paulo: FEUSP, 1994.
- THUILLIER, P. O Contexto Cultural da Ciência. **Ciência Hoje**. Rio de Janeiro: v.9, n.50, p.18-23, jan./fev. 1989.
- TRIVIÑOS, A N. S. **A Pesquisa Qualitativa em Educação**. São Paulo: Atlas, 1987.
- TRIVELATO, S. L. F. **Ciência/Tecnologia/Sociedade: Mudanças Curriculares e Formação de Professores**. Tese. São Paulo: FEUSP, 1993.
- TRIVELATO, S. L. F. Ensino de Ciências e o Movimento CTS. **Anais da 3 Escola de Verão**. Serra Negra, 1994.
- TRIVELATO, S. L. F. Estudo sobre os efeitos de atividades de atualização em CTS. **Atas do I ENPEC**. Águas de Lindóia, 1997.
- TRIVELATO, S. L. F. O Ensino de Ciências e as Preocupações com as Relações CTS. **Educação em Foco**. Juiz de Fora, v. 5, n. 1, p, 43-54, Mar/Set 2000.
- ÚRIZ, I. A. Industria cultural: la Ilustración como engaño de masas (Horkheimer y Adorno, más allá de Habermas). In: **Para Comprender Ciência, Tecnología y Sociedad**. Pamplona: ESTELLA (Navarra), 1996.
- VACCAREZZA, L. S. Ciência, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en América Latina. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 18, p. 1-22, septiembre-

diciembre 1998.

- Views on Science-Technology-Society (**VOSTS**), Form CDN. Mc.5, Aikenhead, G. S., RYAN, A. G. e FLEMING, R. W., Canadá, 1989.
- WAKS, L. Value Judgment and Social Action in Technology Studies. **Journal of Technology and Design Education**, v.4, p.35-49, 1994.
- WATRDE, I. A Vampirização Mercantil. Traduzido por Tereza Van Ackers. *Jornal ADVERSO – Adufrgs*, p. 4-5, 2001.
- WATTS, M. *et al.*. Event-centred-learning: an approach to teaching science technology and societal issues on two countries. **International Journal of Science Education**, v.19, n.3, p. 341-351, 1997.
- WINNER, L. **La ballena y el reactor**: un búsqueda de los limites en la era de la alta tecnologia. Barcelona: Gedisa, 1987.
- YAGER, R. E. e TAMIR, P. STS Approach: Reasons, Intentions, Accomplishments, and Outcomes. **Science Education**, v. 77, n. 6, p. 637-658, 1993.
- ZANETIC, J. **Física Também é Cultura**. Tese. São Paulo: FEUSP, 1989.
- ZARAGOZA, F. M. **La ciencia: por qué y para quién?**. www.campus-oei.org/salactsi/mayor.htm, 25/08/2001.
- ZYLBERSZTAJN, A. e SOUZA CRUZ, S. M. S. C. **Aprendizagem Centrada em Eventos**. Projeto de Extensão. Departamento de Física/UFSC, 1992.
- ZYLBERSZTAJN, A. *et. al.* Aprendizagem Centrada em Eventos: Uma Experiência no Ensino de Ciência Tecnologia e Sociedade. **Atas do IV EPEF**. Florianópolis, 1994.

ANEXO 1 – “9 SITUAÇÕES”

SITUAÇÃO 1

CENÁRIO 1	CENÁRIO 2
Para o século XXI e seguintes, não adianta depositar esperanças em descobertas ainda não realizadas. E mesmo que a humanidade realize grandes descobertas, não terá tempo para consertar os estragos já produzidos, considerando que:	Para o século XXI e seguintes, a humanidade será capaz de encontrar soluções para os seus problemas, tanto quanto o foi desde seus primórdios, quando descobriu os instrumentos, o fogo e a agricultura. A humanidade conseguirá:
a) a energia disponível se esgotará	a) outras formas de obter grandes quantidades de energia, utilizando para isso os reatores nucleares, explorando diretamente a energia solar, a energia das marés, a energia existente no centro da Terra ou outras formas de energia ainda desconhecidas
b) a quantidade de alimento que pode ser produzida não será suficiente para a crescente população do planeta	b) resolver o problema de alimentos, passando a explorar os oceanos e a produzir alimentos sintéticos e transgênicos
c) a poluição atingirá níveis insuportáveis	c) acabar com a poluição recorrendo ao controle biológico, descobrindo novos métodos de reciclar materiais e fontes de energia não poluidoras
d) a devastação do ambiente provocará alterações climáticas que causarão secas ou enchentes desastrosas	d) controlar o clima da terra, evitando secas ou enchentes

SITUAÇÃO 2

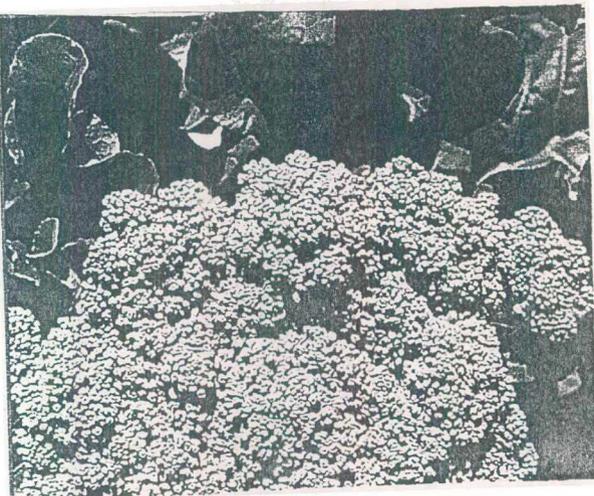


A OVELHA Bonnie, ao lado de Dolly, sua mãe, era a prova de fogo que faltava aos cientistas do Instituto Roslín, na Escócia. Com o nascimento do filhote, eles provaram que a ovelha clonada é capaz de reproduzir-se de forma natural. As novas investidas do grupo ocorrem no campo da criação de animais transgênicos para produção de órgãos humanos para transplante.

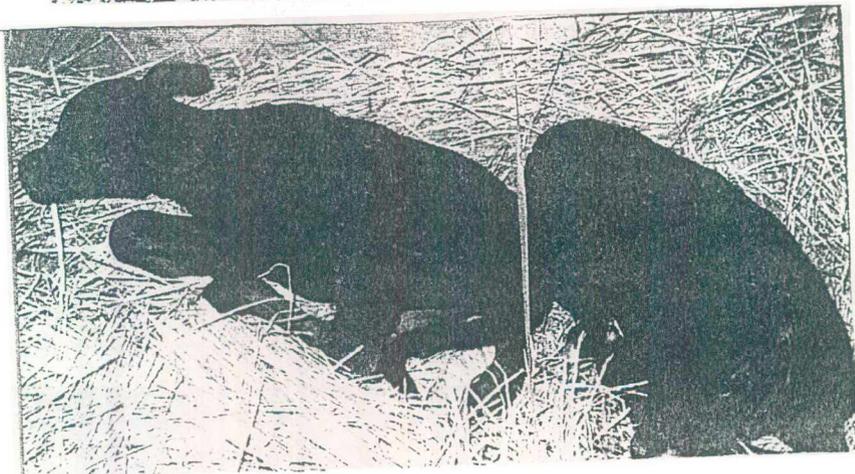


OS MACACOS Neti e Ditto são os únicos primatas já clonados com sucesso. Pesquisadores do mundo todo devem insistir na clonagem dos animais mais próximos da espécie humana.

QUE TAL uma superverdura capaz de reduzir o risco de câncer? Manipulando genes, os cientistas tentam criar alimentos, como brócolis, com alterações nutricionais.



O JAPÃO entrou para valer na corrida pela clonagem de mamíferos. O método oriental é semelhante ao que deu origem à ovelha Dolly e com ele os japoneses querem criar bovinos com carne melhor e mais leite. Depois dos dois bezerros geneticamente idênticos nascidos em julho, os cientistas conseguiram criar oito de uma só vez em dezembro. No próximo ano, os pesquisadores podem chegar a dez animais de uma única vez.



SITUAÇÃO 3

ZERO HORA

ANO 36 - Nº 12.429

PORTO ALEGRE, DOMINGO, 29 DE AGOSTO DE 1999

R

O ALFABETO DO FUTURO

A Internet estabelece o ritmo do progresso, impõe sua presença em todas as dimensões da vida e se converte em condutora dos rumos da civilização

Revista ZH

“No dia em que a fome for erradicada da Terra, haverá uma grande explosão espiritual como o mundo nunca viu.”

A frase é do poeta andaluz Federico García Lorca (1898-1936). A fome é hoje a maior epidemia do planeta. Em todo o mundo, 800 milhões de pessoas padecem do mal ou de desnutrição. Todos os dias, morrem de inanição 24 mil seres humanos – uma vítima a cada 3,6 segundos. Três quartos dos famintos são crianças com menos de 5 anos, como o garoto sudanês da aldeia de Ajiep, flagrado pela lente de Brennan Linsley. Descontadas iniciativas episódicas, a humanidade tem assistido ao drama de braços cruzados. Em 1985, o show Live Aid reuniu estrelas da música pop e arrecadou US\$ 110 milhões para saciar a fome na Etiópia. Pouco adiantou. Catorze anos depois, o problema persiste.

A polêmica na mesa

Consumidores têm o direito de saber se seu cardápio está sendo alterado geneticamente

Os produtos transgênicos provocam grandes polêmicas porque as pessoas não conseguem distinguir um alimento transgênico de outro comum.

Os transgênicos são resultado de modernas técnicas da engenharia genética que permitem que genes sejam retirados de uma espécie e transferidos para outra. Esses genes estrangeiros quebram a seqüência de DNA do organismo receptor, que sofre uma espécie de reprogramação, tornando-se capaz de produzir novas substâncias, os transgênicos, ou organismos geneticamente modificados (OGMs).

As plantas que contêm os OGMs resistem por períodos mais prolongados ao armazenamento e nelas pode ser usada uma quantidade menor de produtos químicos. Sem uma avaliação cientificamente criteriosa, não se sabe se o plantio de sementes transgênicas acarreta danos ao meio ambiente e ao homem.

Com certeza, os transgênicos saciarão a fome no próximo milênio. Cabe ao consumidor exigir o direito de saber o que está ingerindo. ■

SITUAÇÃO 5

Somente a primeira página deste artigo será objeto de análise. Contudo, se você tiver interesse, leia-o todo.

Tem comida es- na geladeira

Apesar dos inegáveis benefícios à produtividade das lavouras, brasileiros, europeus e americanos ainda não sabem quais os riscos, se é que existem, dos alimentos transgênicos

Aonda é irreversível. Por mais forte que seja a desconfiança em relação aos produtos geneticamente modificados, não há mais como fugir deles. O primeiro passo foi a criação de soja resistente a herbicidas, tomates longa-vida e milho imune a insetos. Agora está sendo preparada uma nova geração de vegetais alterados: grãos mais nutritivos, sementes estéreis que não se reproduzem no segundo plantio, alimentos recheados com remédios. As invenções saltam dos laboratórios para as prateleiras dos supermercados com muito mais rapidez do que a perplexidade humana é capaz de digerir-las. Na brincadeira de cortar e colar, os cientistas extraem genes responsáveis por características desejáveis de animais e vegetais e

os incorporam aos alimentos. A biotecnologia rompe a barreira entre as espécies e provoca discussões ambientais, éticas e religiosas. Enquanto uma parte da população ignora o assunto e outra reage com medo, os produtores argumentam que só as alterações genéticas garantirão comida suficiente para alimentar os 10 bilhões de pessoas que habitarão o planeta em 2025.

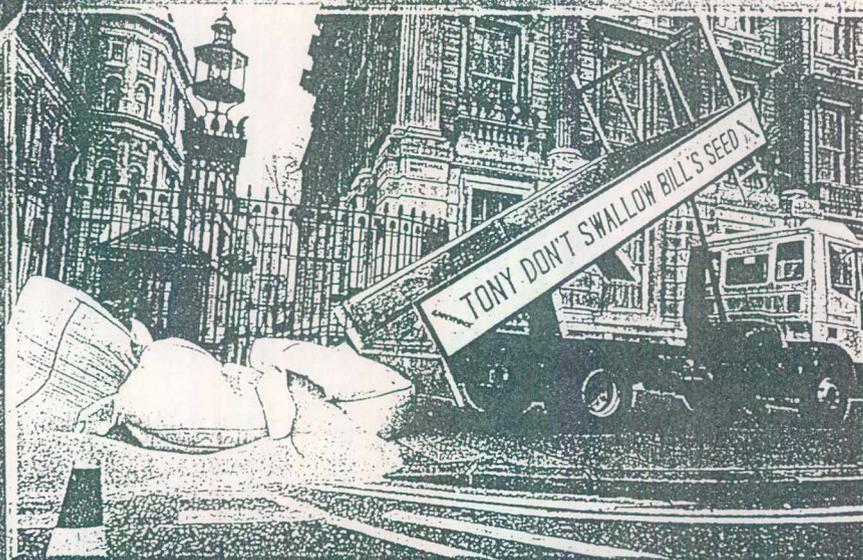
Nas duas últimas semanas, esses temores afloraram nas ruas de Londres, Paris e Berlim durante protestos organizados por ativistas do Greenpeace. O mesmo ocorreu em Cartagena, na Colômbia, onde delegados de 174 países signatários da Convenção das Nações Unidas sobre Biodiversida- ▶

Traninha

ONDA VERDE
Desde 1996, grupos alemães manifestam-se contra os novos alimentos



PROTESTO BRITÂNICO
Ativistas do Greenpeace despejam soja transgênica em frente à casa do primeiro-ministro Tony Blair



CRÍTICA FRANCESA
Réplica da Estátua da Liberdade é erguida em Paris em protesto contra os transgênicos americanos



DO LABORATÓRIO À MESA



MILHO

Um gene da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt) adicionado à planta tornou-a resistente a insetos. Trinta por cento do milho dos Estados Unidos é transgênico

BATATA

Cada linhagem de Bt ataca uma praga diferente. A batata da Monsanto resiste ao devastador besouro do Colorado



SOJA

Os primeiros grãos cultivados no Brasil serão resistentes a herbicidas. No futuro, a soja sofrerá alterações para ficar mais protéica



TOMATE

Pioneiro entre os transgênicos, o produto Flavr Savr amadurece lentamente, dura mais nas prateleiras e tem melhor sabor



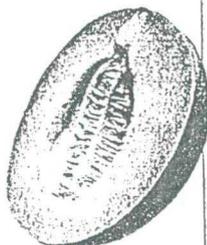
ALGODÃO

A planta resistente a insetos cultivada nos Estados Unidos diminui a necessidade de pulverizações, de 5 para 0,3 aplicação por ano



MELÃO

Frutas recebem genes que melhoram a durabilidade e permitem o transporte a longas distâncias. A manipulação foi estendida também a flores e hortaliças



"As alterações genéticas colocam

o homem em domínios

que pertencem a Deus."

PRÍNCIPE CHARLES,
em artigo publicado no *Jornal Inglês Dally Telegraph*

O HERDEIRO DO TRONO
britânico desaprova os transgênicos e incluiu críticas a eles em sua página na Internet



de tentavam estabelecer regras para o comércio internacional de plantas e animais modificados. A reunião terminou na terça-feira 23 sem acordo. Os Estados Unidos, que cultivam pelo menos 35 tipos de alimento transgênico, negaram-se a discutir questões de saúde e desaprovaram a rotulagem de produtos que contenham organismos modificados. Os brasileiros apoiaram a posição americana de não impor entraves à comercialização dos transgênicos. "Há muitas informações conflitantes, mas não podemos apoiar barreiras porque o Brasil tem grande potencial exportador", diz o ministro Everton Vargas, chefe da Divisão do Meio Ambiente do Itamaraty.

Enquanto as autoridades desviam o foco da discussão para a batalha comercial, o que interessa aos cidadãos

é saber se as invenções fazem mal à saúde e ao ambiente. Mas os estudos e argumentos são contraditórios. No Brasil, os grãos modificados só podem ser cultivados em áreas experimentais autorizadas pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio). No total, 593 plantios de soja, milho, cana-de-açúcar, algodão, arroz, batata e fumo foram autorizados em 12 estados. A Monsanto foi a primeira empresa a receber passe livre para plantar soja transgênica em escala comercial. Mas, depois de uma ação judicial proposta pelo Instituto de Defesa do Consumidor (Idec), determinou-se que a palavra final será do Ministério da Agricultura. Se a comercialização for autorizada, como tudo indica, as primeiras colheitas de soja transgênica ocor-

NO CENTRO DO DEBATE

Os principais argumentos a favor e contra os novos alimentos

	AMBIENTALISTAS	EMPRESAS
Preclamamos de alimentos com genes modificados?	Não. A agricultura tradicional é capaz de fornecer alimentos para todos. A pobreza é que produz famintos.	Sim. O crescimento populacional exigirá safras mais produtivas em espaços cada vez menores.
A saúde dos consumidores corre riscos?	Há muitas dúvidas sobre os efeitos dos transgênicos a longo prazo. Um tipo de soja provocou alergia.	Alimentos modificados obedecem a legislações rigorosas e em caso de dúvida não são aprovados.
Os transgênicos podem criar superervas daninhas?	As ervas daninhas serão incontratáveis se cruzarem com grãos alterados resistentes a herbicidas.	Não há esse risco. Se o cruzamento ocorrer, as ervas ficarão imunes a apenas um tipo de herbicida.

"Como, gosto e
recomendo os alimentos
geneticamente modificados."

TONY BLAIR,
primeiro-ministro
britânico

O TRABALHISTA
defende os transgênicos e
pediu ao príncipe Charles
que revísse suas críticas
aos alimentos alterados



rerão em abril do ano 2000. Na contramão, ambientalistas, consumidores, o ministro do Meio Ambiente, José Sarney Filho, e a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) defendem uma moratória até que desponham conclusões científicas inquestionáveis.

O grão modificado virou caso de polícia no Rio Grande do Sul, justamente o estado que pretende tornar-se zona livre dos transgênicos. A Polícia Federal indiciou um agricultor e três comerciantes de Júlio de Castilhos pelo plantio e comercialização ilegais de 22,5 sacas de sementes de soja transgênica. Provavelmente os grãos foram trazidos da Argentina, onde o plantio e o consumo são liberados. Os envolvidos poderão ser condenados a até quatro anos de prisão.

Apesar da proibição, nada impede que grãos transgênicos plantados nos Estados Unidos e misturados aos convencionais já tenham entrado na produção de biscoitos, salsichas ou chocolates vendidos no Brasil. Os cinco grandes fabricantes (Monsanto, Dupont, AstraZeneca, Novartis e AgrEvo) argumentam que os grãos são seguros e testados como alimento de insetos, peixes, aves e outros animais antes de chegar ao mercado. Os oponentes dizem que ninguém pode prever os efeitos desses alimentos passado tão pouco tempo de consumo. Alertam também para o caso de uma das primeiras sojas transgênicas produzidas nos Estados Unidos com um gene extraído da castanha-do-pará. Os indivíduos alérgicos à castanha sentirão o mesmo efeito desagradável ao

comer a soja modificada. As empresas, porém, citam esse caso para demonstrar a segurança dos testes. Se as análises não fossem eficientes, argumentam, o efeito adverso passaria despercebido e a produção da semente não teria sido interrompida.

Após mais de dez anos de ensaios, o fato é que não existe relato de desequilíbrio ambiental causado pela distribuição das plantas ou por seus genes tóxicos. Por essas e outras, a respeitada agência americana controladora de drogas e alimentos, a FDA, considera que derivados da biotecnologia não apresentam riscos. Para o órgão, a biotecnologia é simplesmente mais uma das ferramentas do homem na busca milenar de melhoramentos genéticos, a princípio apenas fazendo cruzamentos entre exemplares da mesma espécie, agora misturando características de organismos diferentes.

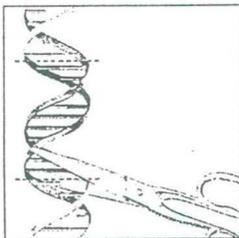
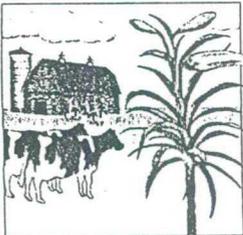
Se não vislumbrasse ganhos de produtividade, nenhum agricultor arriscaria adotar sementes modificadas. Convencidos dos benefícios, os americanos já plantam transgênicos em 45% da área cultivada com soja e em 30% das lavouras de milho. As empresas transferem às sementes características de melhor adaptação ao ambiente. As plantas desenvolvem-se bem em solos ácidos, alagados ou pobres de nutrientes. Reduzem-se os custos porque os agricultores usam menos insumos para corrigir o solo ou controlar ervas daninhas. A diminuição da aplicação de pesticidas poupa o ambiente e cativa consumidores que evitam agrotóxicos.

Na Europa, onde os ambientalistas têm mais força, essa argumentação ►

CORTAR E COLAR

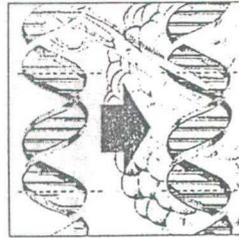
Como os cientistas modificam os alimentos

Os pesquisadores descobrem genes responsáveis por características interessantes em outras plantas ou animais.



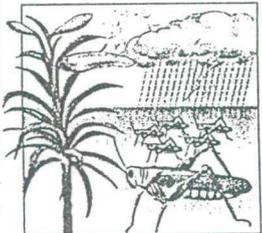
Determinadas enzimas agem como "tesouras" que cortam a fita de DNA e extraem o trecho em que está o gene desejado.

Paralelamente, as "tesouras" são usadas para abrir um plasmídeo, tipo de anel de DNA encontrado em bactérias.



Um segmento do DNA doador é colocado no plasmídeo. A nova unidade passa a produzir as proteínas específicas.

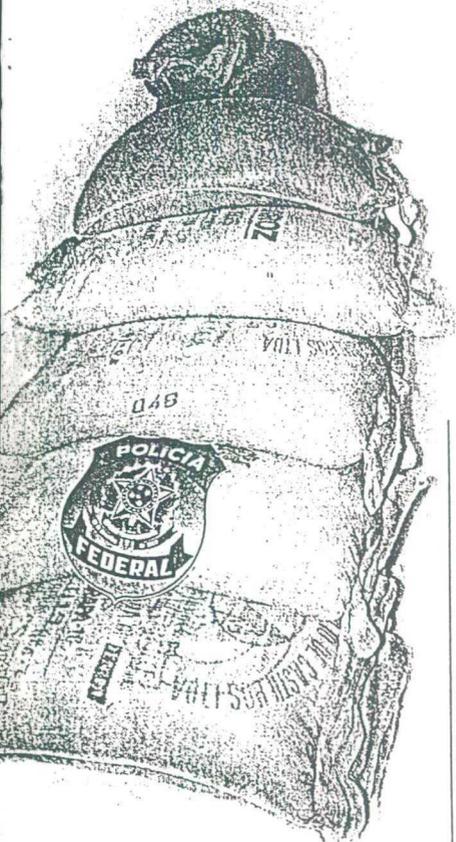
Essas proteínas garantem características desejadas, como melhor sabor ou tolerância ao frio, à pragas e a herbicidas.



"As empresas não estão tendo habilidade para demonstrar à sociedade que os alimentos são seguros."

LUIZ A. ABRAMIDES DO VAL,
diretor de regulamentação
da Monsanto

O REPRESENTANTE da Indústria diz que cientistas convencidos da segurança dos produtos não se manifestam



CASO DE POLÍCIA
Sacos de soja transgênica apreendidos em Júlio de Castilhos (RS) levaram à prisão de quatro homens

é menos eficaz. Ativistas do Greenpeace despejaram 4 toneladas de soja transgênica na esquina da Downing Street, a residência oficial do primeiro-ministro britânico. Tony Blair disse que come, gosta e recomenda os polêmicos alimentos modificados. Mas consumidores e ambientalistas reagiram. O susto da opinião pública obrigou cadeias de supermercados como a Safeway, a terceira maior do país, a anunciar a suspensão da venda de massa de tomate transgênico.

Estima-se que 60% de toda a comida à venda no país tenha uma pitada de transgênicos. A soja alterada é misturada há anos com a convencional e utilizada na fabricação de alimentos que vão de biscoitos a refeições prontas para microondas. No tradicional breakfast inglês, praticamente to-

dos os elementos dependem de alguma modificação genética ao longo da cadeia produtiva – do ovo ao bacon, passando pelo pão da torrada. Mesmo assim, o público mostrou-se dividido quando o governo disse que a comida genética será tão importante para o século 21 quanto o computador foi para este. O príncipe Charles, como um porta-voz dessa ala temerosa, recusou-se a atender ao apelo de Blair para retirar de seu website um artigo que condena os produtos modificados.

Escaldado por episódios recentes como o da vaca louca, o consumidor britânico desconfia das garantias oficiais. Dois terços da população têm medo de produtos químicos na alimentação e mais da metade manifesta sérios temores em relação aos transgênicos. Quem reacendeu a polêmica foi o cien-

SEMENTES ESTÉREIS

Gene estranho só permite uso único

O grão cultivado germina e desenvolve-se normalmente. Quando a planta amadurece, o gene "exterminador" entra em ação.

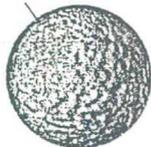


Ele produz uma toxina que mata os novos embriões de semente. A planta torna-se estéril e não produz a segunda geração.

Na safra seguinte, os agricultores são obrigados a comprar novas sementes do fabricante. A técnica pode ser aplicada a outras culturas, como a de soja e trigo.



Um trecho do DNA extraído da planta *Saponaria officinalis*, espécie silvestre americana, é inserido em sementes de algodão.





"Defendemos
a moratória até
que haja conclusões
científicas
inquestionáveis."

ANDREA LAZZARINI,
advogada do Instituto
de Defesa do
Consumidor

O IDEC NO COMANDO DA OPOSIÇÃO
Depois da ação do Instituto, a 6ª Vara da Justiça Federal determinou a rotulagem de produtos feitos com transgênicos

tista Arpad Pusztai, que já trabalhou no respeitado Instituto de Pesquisas Rowett, na Escócia. Há seis meses ele anunciou que batatas modificadas tinham enfraquecido o sistema imunológico e o cérebro de ratos. Acabou suspenso do trabalho, mas voltou a insistir no assunto, apoiado por mais de 30 cientistas de vários países. As autoridades britânicas e o diretor do instituto escocês insistiram que a pesquisa era incompleta e não havia sido checada. Mas os desmentidos não convencem os cidadãos.

Ao contrário dos Estados Unidos, onde esse tipo de comida jamais foi problema, na Europa os consumidores temem consequências não totalmente estudadas. Os americanos entendem que a natureza deve ser domesticada. Como afirma o especialista em

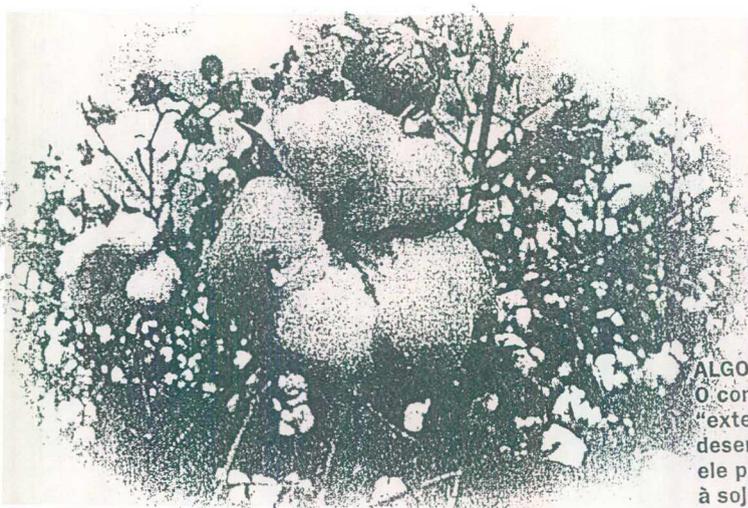
bioética Tristram Engelhardt Jr., o mesmo senso de oportunidade que levou os americanos a expandir suas fronteiras geográficas fará com que cruzem limites da revolução genética com menos perplexidade moral do que muitos europeus considerariam decente.

O último capítulo dessa novela atende pelo nome de "exterminador", cuja patente foi registrada pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos e pela empresa de biotecnologia Delta and Pine. Trata-se do gene extraído da planta *Saponaria officinalis* e transferido a culturas de algodão, soja ou trigo para torná-las estéreis no segundo plantio. Com isso, os agricultores ficam obrigados a comprar novas sementes a cada ano, interrompendo o costume tradicional de guardar as melhores para a safra seguinte. A Mon-

santo (em processo de aquisição da Delta and Pine) acredita que ainda serão necessários de cinco a sete anos para tornar a técnica disponível. "O agricultor não se tornará dependente da empresa porque só comprará nossas sementes se achar que elas oferecem vantagens", comenta o diretor de regulamentação da Monsanto do Brasil, Luiz Abramides do Val.

Assim como os computadores são vendidos com softwares embutidos, a tendência é incluir nas sementes benefícios que as tornem superiores. Mas o "exterminador", considerado pelos críticos um instrumento da Monsanto para obter o monopólio da área de sementes, provocou tantas manifestações de antipatia que a empresa cogita a idéia de abandonar o projeto. A Fundação Internacional para o Avanço Rural (Rafi), uma ONG canadense, descobriu cerca de outras 30 patentes semelhantes nos Estados Unidos. Muitos desses projetos só serão divulgados no próximo século, mas o cenário desenhado pelas empresas remete à utopia de *The New Atlantis*, escrita por Francis Bacon em 1622. O filósofo inglês descreveu um período em que todas as formas biológicas poderiam servir de material para a construção de um novo mundo. As plantas floresceriam quando o ser humano quisesse, os frutos teriam novos sabores e os grãos seriam mais fecundos. A ciência está chegando lá, ainda não se sabe a que custo.

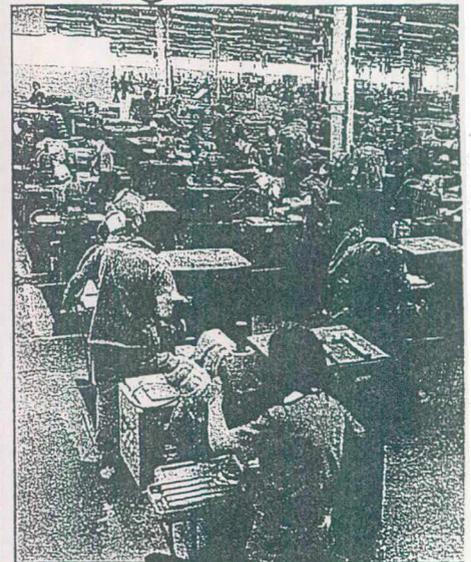
CRISTIANE SEGATTO E
WILLIAM WAACK, DE LONDRES
(COLABOROU: MÁRCIA ALVES)



ALGODÃO
O conceito do gene "exterminador" desenvolvido para ele pode ser aplicado à soja e ao trigo



SITUAÇÃO 6



A moderna fábrica da montadora no Paraná e uma equipe em treinamento nos anos 70: a graxa sumiu

“Pois a Volkswagen alemã, no ano passado, reduzindo a jornada de trabalho semanal, chegando a 28,8 horas, ao mesmo tempo em que baixou o salário 8 %, teve 12 % de aumento de produtividade...”

“Em tarefas como a soldagem de peças de carrocerias de automóveis, por exemplo, os robôs conseguem ganhos de produtividade de 40%”

“O resultado é o surgimento de robôs que montam aviões, que pintam a lataria de carros, que desmontam bombas, que jogam vôlei e que servem como brinquedos. Ou seja, sistemas muito eficientes...”

“A indústria automobilística brasileira passou por várias transformações nos últimos anos, nenhuma delas tão carregada de simbolismos quanto a nova unidade que a Volkswagen vai inaugurar na região do ABC, na grande São Paulo. (...) Como parte do novo projeto, um pedaço do terreno de 2 milhões de metros quadrados vai ser vendido, 38 galpões já foram demolidos e o quadro de funcionários encolherá para que a empresa se torne mais produtiva e eficiente. (...) “... cabine de pintura robotizada, cabine de solda a laser (a unidade da América Latina) e máquinas de medição automatizadas com braços que se movem sozinhos. (...) Em 1980, a Volkswagen chegou a Ter 46.000 empregados. Hoje, com cinco fábricas, tem pouco mais da metade dessa mão de obra. (...) A automação é um bom exemplo de onde a empresa quer investir. Hoje, há 96 robôs nas linhas de montagem da Volkswagen. A previsão para 2002 é de 480 robôs. (...) ‘Hoje foi tudo terceirizado e são os próprios fornecedores que abastecem a linha de montagem. É cada vez menos necessária uma fábrica gigantesca’. (...) Em 1970, cada operário produzia 15 carros por ano. Hoje são 38 – um número ainda muito inferior à média mundial, que é de oitenta unidades por operário. O salário, por sua vez, quintuplicou.”

SITUAÇÃO 7

❶ A POLUIÇÃO causada pelas grandes fábricas e outras fontes contribui para o aumento do efeito estufa.

Em busca do bem-estar e do progresso, o homem acabou produzindo a poluição.

O progresso tem seu preço!

O progresso traz bem-estar para o homem: melhores remédios, plásticos com diversas finalidades, ligas metálicas mais resistentes e duráveis, agrotóxicos e adubos eficientes, tipos variados de papéis, grande número de produtos de higiene, transportes seguros e rápidos, conservantes de alimentos e muitos outros materiais. Mas o uso e a produção desses materiais e o conforto do homem moderno cobram o seu preço: é a poluição ambiental.

Será possível progresso sem poluição?

A Química e a poluição da água

Os resíduos sólidos e líquidos que resultam da atividade industrial costumam ser despejados nos rios e lagos, poluindo suas águas. Entre os poluentes mais perigosos estão os compostos de mercúrio e chumbo. Os *compostos de mercúrio* provocam alterações no sistema nervoso, lesões cerebrais, paralisias, cegueira, tremores e até mesmo a morte. Já os *compostos de chumbo* causam paralisia cerebral, distúrbios nervosos, anemia, vômitos e outros males.

Os *detergentes* podem formar uma espuma branca na superfície dos rios, diminuindo a oxigenação da água, o que afeta a vida aquática. Podem também dissolver a camada de gordura que impermeabiliza as penas das aves aquáticas, dificultando sua flutuação e provocando a morte por afogamento.

O óleo que vaza de petroleiros acidentados impede a adequada oxigenação da água do mar, o que provoca a morte de animais marinhos.

- as fábricas produzindo os mais variados artigos que são consumidos pela população, e tantas outras coisas que você poderá ir observando no seu dia-a-dia.

Tudo isso é progresso!

É preciso produzir, mas sem poluir.

SITUAÇÃO 8

“O que é tecnologia?”

‘Tecnologia inicia e termina com máquinas’

ou

‘Tecnologia implica em máquinas, ferramentas, técnicas e conhecimentos
suficientemente precisos’ “

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

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

SITUAÇÃO 9

“A tecnologia resulta da aplicação da ciência”

“A tecnologia é produzida pela ciência”

ANEXO 2 – ROTEIRO DE QUESTÕES

SITUAÇÃO 1

- Nessa situação 1, são apresentados dois cenários. Que análise você poderia fazer dos mesmos?
- Você pensa que possa ocorrer outro cenário ou considera inevitável que caminhemos rumo a um desses dois?
- No teu entender, a configuração do cenário 1 ou 2, ou de algum outro, depende de que fatores?
- Na letra “b” são apresentadas duas possibilidades (ler). Como você analisa estes dois cenários específicos?
- E na letra “c” (ler). O que você pensa?

SITUAÇÃO 2

- Na situação 2, aparecem os assuntos clonagem e engenharia genética. Que aspectos chamaram a sua atenção e que você poderia comentar?
- Você pensa que deve haver algum controle, ser colocados limites, ou o desenvolvimento destes campos de investigação deve avançar livremente?
- Quem para você, deve fazer este controle, colocar limites, estabelecer critérios em relação ao que pode e o que não deve ser feito em termos de clonagem, manipulação genética?
- Se a resposta for os cientistas (especialistas), governo ou sociedade: Por que são os cientistas... que devem decidir?
- De que maneira a sociedade poderia fazer este controle?
- Temos aqui uma frase que diz o seguinte: *“Manipulando genes, os cientistas tentam criar alimentos, como brócolis, com alterações nutricionais”*. Qual a tua opinião sobre isto?
- Hoje, a fome é um problema que afeta grande parte da população mundial. Estas alterações nutricionais, vão, de alguma forma, resolver o problema da carência alimentar? O que você pensa disto?

SITUAÇÃO 3

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

SITUAÇÃO 4

- Na situação 4, há uma discussão sobre o problema da fome e outra sobre organismos geneticamente modificados. Você poderia comentar algo sobre estes dois aspectos?
- Na segunda parte, aqui embaixo, diz: “Com certeza, os transgênicos saciarão a fome no próximo milênio”. Você concorda com esta frase? Qual a análise que você faz desta?
- Então, com o desenvolvimento dos produtos geneticamente modificados, o problema da carência alimentar, que afeta boa parte da população do planeta, estará sendo resolvida?

SITUAÇÃO 5

- No texto, “*Tem comida estranha na geladeira*”, há algo que você poderia comentar?
- Aqui, no início, uma frase que diz o seguinte: “*A onda é irreversível. Por mais forte que seja a desconfiança em relação aos produtos geneticamente modificados, não há mais como fugir deles.*” Você concorda com ela? Qual a tua opinião sobre a mesma?
- “*A onda é irreversível*”. Não há mais como fugir deles. No futuro, seremos obrigados a produzir e consumir produtos geneticamente modificados. Você concorda com isto?
- Então, de que maneira esta onda poderá ser revertida?
- No texto está falando da soja transgênica. Vamos pegar o caso do RS, onde a liberação ou não do plantio da soja transgênica é bastante polêmica. Quem, para você, deveria decidir quanto ao plantio ou não dessa soja geneticamente modificada?

SITUAÇÃO 6

- Na situação 6, são apresentadas uma série de informações sobre a automação/robotização que está ocorrendo na indústria automobilística. Como você analisa estas informações?
- A automação/robotização tem sido um dos fatores do desemprego, não só na indústria automobilística, como também em outros campos. Você acredita que esta situação – o desemprego – deve continuar por muito tempo, ou deve se alterar?
- Estas modificações dependem de que?
- Por que?
- Como assim?

SITUAÇÃO 7

- A situação 7 refere-se à problemática da poluição. O que chamou a sua atenção? Que aspectos você poderia comentar?
- Aqui temos afirmações como: *“Em busca do bem-estar e do progresso, o homem acabou produzindo a poluição”*, *“É preciso produzir, mas sem poluir”*. Qual a análise que você faz da relação: progresso, bem-estar e poluição?
- É possível progresso sem poluição?
- Voltando à situação 1, letra “c” (ler). Como você relaciona estas duas possibilidades com os aspectos apresentados nesta situação 7?
- Com o desenvolvimento CT em curso, os problemas da poluição serão resolvidos?
- Você pensa que é possível resolver o problema da poluição? De que maneira?

SITUAÇÃO 8

- Nesta situação 8, inicialmente é formulada uma pergunta: *“O que é tecnologia?”* para a qual são dadas duas respostas (ler). Você concorda com estas respostas, elas contemplam o que você entende por tecnologia? Qual a sua compreensão de tecnologia?
- No teu entender, quais seriam 5 tecnologias contemporâneas?
- Nessa situação 8, há uma outra afirmação que diz o seguinte: (ler) Você concorda com ela? Comente.

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

Situação 9

- Nessa última situação temos duas afirmações: “*A tecnologia resulta da aplicação da ciência*” e “*A tecnologia é produzida pela ciência*”. Também, em relação a essas afirmações, você concorda plenamente, parcialmente ou discorda. Eu gostaria que você comentasse a resposta.
- Poderia ser o contrário, ciência é produzida pela tecnologia? (poderias exemplificar?)

QUESTÕES ESPECÍFICAS SOBRE O ENSINO

- Quais são as principais dificuldades que você encontraria para desenvolver, discutir essas temáticas com os seus alunos?
- Estas, ou outras temáticas contemporâneas, vinculadas à CT, foram objeto de discussão em seu processo formativo (graduação, pós-graduação)?
- Você participa de outros contextos em que tais temáticas são discutidas? Por exemplo, família, amigos, colegas?

ANEXO 3 – DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

1) Nome:

2) Telefone residencial:

3) Formação:

3.1) Graduação:

Ano de conclusão:

Instituição:

3.2) Pós-Graduação:

Ano de conclusão:

Instituição:

4) Tempo de magistério:

5) Escola (s) em que leciona atualmente:

5.1. Escola:

Local:

Telefone:

Pública/particular:

Número de alunos:

Disciplinas:

Séries que leciona:

Carga horária: Horas-aula:

Horas atividade:

5.1. Escola:

Local:

Telefone:

Pública/particular:

Número de alunos:

Disciplinas:

Séries em que leciona:

Carga horária: Horas-aula:

Horas atividade:

6. Total de horas/aula – semanal:

ANEXO 4 – CARACTERIZAÇÃO DO GRUPO DE PROFESSORES

	Sexo	Formação: graduação	Formação: Pós-Graduação	Tempo de magistério (anos)	Horas aula semanais	Séries que leciona – Ensino fundamental	Séries que leciona - Ensino médio
E1	F	Química	-	4	40	8ª - Ciências	1, 2 e 3ª – Química
E2	F	Biologia	Especialização - NEC ¹	10	12	5ª a 8ª - Ciências	-
E3	M	Biologia	Especialização -Ed. Ambiental	3	28	8ª - Ciências	1, 2 e 3ª - Biologia
E4	F	Ciências	Especialização -Ed. Ambiental	10	-	Coordenação ²	-
E5	F	Ciências	Especialização -Ed. Ambiental	5	16	5 e 8ª - Ciências	-
E6	M	Física	Mestrado – Astrofísica	4	39	-	1, 2 e 3ª - Física
E7	F	Ciências	Especialização - NEC	14	31	8ª - Ciências e Matemática	-
E8	M	Física	-	5	40	-	1, 2 e 3ª - Física
E9	F	Química ³	-	2	30	-	1, 2 e 3ª – Química
E10	F	Biologia	-	1	28	4, 5 e 8ª - Ciências	-
E11	F	Física	-	24	28	-	1 e 3ª - Física
E12	F	Biologia	Especialização - NEC	6	16	5 a 8ª - Ciências ⁰	-
E13	F	Química	-	2	19	-	1, 2 e 3ª – Química
E14	F	Ciências	Especialização - NEC	34	25	6 a 8ª - Matemática 8ª - Ciências	-
E15	F	Biologia	-	2	28	5 a 8ª - Ciências	1ª - Biologia
E16	F	Ciências	Especialização -Ed. Ambiental	20	16	7 e 8ª - Ciências	-
E17	F	Química	-	17	31	7 e 8ª - Ciências	1, 2 e 3ª – Química
E18	M	Física	-	1	14	-	1, 2 e 3ª - Física
E19	F	Física	Mestrado – Astrofísica	3	24	-	Física – Pós-Médio Física - UFSM ⁴
E20	F	Química	-	20	28	-	1, 2 e 3ª – Química

¹ Especialização em ensino de ciências, realizada no Núcleo de Educação em Ciências

² Durante o ano de 2001, o professor exerceu a coordenação pedagógica

³ Química-Licenciatura e Química Industrial

⁴ Professor substituto na UFSM

**ANEXO 5 – “QUESTÕES ESPECÍFICAS SOBRE O ENSINO” –
SÍNTESE DOS RESULTADOS**

	PRINCIPAIS DIFICULDADES EM TRABALHAR OS TEMAS	TEMAS FORAM TRABALHADOS NA FORMAÇÃO?	OUTROS CONTEXTOS DE DISCUSSÃO DESTES TEMAS
E1	- Falta Material - Resistência alunos	Não respondeu	Não respondeu
E2	- Falta de material	- Graduação.: Nada - Esp. : Alguma coisa	Raro
E3	- Achar espaço e tempo para incluir na programação	- Grad.: Nada - Especialização.: Sim	Sim. Entre amigos formados em biologia
E4	- Ler mais (professor) - Falta de material	- Grad.: Não - Esp.: Sim	Entre colegas sim. Família não
E5	- Falta de material de laboratório - Falta de cursos de preparação	- Grad.: Não - Esp.: Sim	Entre colegas sim. Família não
E6	- Prof. Preocupado em cumprir carga horária - Alunos só enxergam vestibular e PEIES ¹	Não respondeu	Não respondeu
E7	Não respondeu	- Grad.: Não - Esp.: Alguma coisa	Com o marido: transgênicos
E8	- Falta de material	- Grad.: Não	Muito pouco
E9	- Alunos: falta de informação, não buscam - Falta de material	- Grad.: Só na disciplina de química industrial	Não
E10	- Escola Estadual: falta de acesso dos alunos a jornais, internet.	- Grad.: Não	Não
E11	- Falta de material - Necessidade estudar (professor) - PEIES	- Grad.: Não	Conversas com professores Biologia
E12	- Não vê dificuldades	- Grad.: Não - Esp.: Um pouco	Entre amigos e colegas da escola
E13	- Falta de material	- Grad.: Nada	Entre colegas: clonagem – assunto da moda
E14	- Nenhuma	- Grad.: Não	Discussão com colegas: transgênicos
E15	- Desinteresse, apatia dos alunos	- Grad.: Não	- Extra-classe: com colegas graduação
E16	- Pouca leitura e interesse dos alunos - Falta de um laboratório	- Grad.: Não	Não respondeu
E17	- associar esses temas com os conteúdos	- Grad.: Só relacionado a energia nuclear	Não
E18	- Não vê problemas em trabalhar esses temas	- Grad.: Não lembra	Não respondeu
E19	- Falta de material	- Não respondeu	Não respondeu

¹ Programa Experimental de Ingresso no Ensino Superior

ANEXO 6 – Fragmentos das entrevistas e entrevista 14 completa

LEGENDA:

D: Entrevistador

E: Entrevistado

ENTREVISTADO 1 (E1)

E1 – S1 (ENTREVISTADO 1, SITUAÇÃO 1)

D: Como você imagina que possa ocorrer esta conscientização através da mídia?

E: Por exemplo, as campanhas contra o cigarro, tudo bem, até pode ajudar, mas acho que não tá ajudando nada

D: O que deveria acontecer para que a mídia mudasse, fizesse um trabalho de conscientização? Que fatores deveriam interferir?

E: Política

D: Política em que sentido?

E: Toda a nossa, nossa, aí que eu digo que vem da base (...) Eu acho que tem que vim, de cada um (...) Às vezes, fala assim, ah falta vontade política. O que você quer dizer com falta vontade política? A pessoa sabe dos problemas. Por exemplo, o esgoto de tal prédio está sendo jogado diretamente na rua. Ahh tudo bem, foi constatado, mas por que não vai atacar a causa, por que não vão falar com os moradores, para partir da causa para conseguir a solução?

E1 – S6 (SITUAÇÃO 6)

D: Nesta situação 6, são apresentadas uma série de informações sobre a automação/robotização em curso na indústria automobilística

E: É uma questão que já me preocupava. Cada vez que eu leio, é uma coisa que me preocupa. Será que o homem vai perder o lugar para a máquina? Daí eu fico pensando, mas acontece por que? Aquele fulano que tá lá operando determinada coisa, ele não tem outra informação, a não ser aquela, tá entendendo. **Ele só sabe fazer aquilo. Então, no dia que eu colocar uma máquina no lugar daquilo, daquele trabalho que ele tá fazendo, ele não vai mais ter trabalho. Por que? Porque ele não se atualizou, ele não procurou crescer dentro daquilo que ele gosta, que ele sabe fazer.** Isto é uma questão que me preocupa

E1 – S7 (SITUAÇÃO 7)

D: Esta situação 7 trata especificamente da problemática da poluição. O que chamou a tua atenção? Que aspectos você poderia comentar?

E: Eu acho que nós não sabemos usar tudo que chega para nós. **Pensa na questão do lixo que é uma questão bem básica. Olha para Santa Maria, que cidade mais suja, o pessoal não joga na lata de lixo. Que dirá mais separar o orgânico do seco. Daí pior ainda**

ENTREVISTADO 2 (E2)

E2-S2

D: E o que você pensa, nestes dois campos - clonagem e transgenia-, as investigações devem seguir livremente ou devem ser colocados limites, ser estabelecidos critérios, haver algum controle sobre isto?

E: Pelo que estive lendo, acho assim, é bom ter um controle. Eu acho, porque a gente não sabe ainda os resultados, tem estudos, mas não definitivos (...)

D: E quem você pensa que deveria fazer este controle, estabelecer critérios?

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

E2 - S3

D: Nesta situação 3, trata-se de uma manchete do jornal Zero Hora (manchete foi lida). O que esta manchete transmite para você? Você concorda com ela?

E: **Eu acho que, em parte, sim, dá para concordar, porque hoje tudo é à base da internet. Eu acho que ela que tá ditando o ritmo mesmo do progresso.**

E2 - S6

D: Este processo de automação/robotização tem sido considerado como um dos fatores do desemprego, não só na indústria automobilística como também em outros setores. Você pensa que este processo – desemprego – tende a continuar por muito tempo ou a situação tende a ser revertida?

E: **Eu acho que tudo tende a se equilibrar. Se estão surgindo estas máquinas, robôs, pessoas que estão perdendo o trabalho, mas tá surgindo outros tipos de trabalhos que vão ocupar essas pessoas. Tenho a impressão que a situação tende a se equilibrar**

D: E esse equilíbrio é uma coisa que ocorrerá naturalmente?

E: Meio natural

D: Ou depende de ações da sociedade?

E: Também, de ações, de, de outros tipos de trabalho que vão

D: Esse equilíbrio, para você, necessariamente acontecerá ou não?

E: Não, mas acho que é para surgir, tem que surgir

D: Surge esse equilíbrio?

E: **Nem que seja, como é que se diz, naturalmente, espontaneamente.**

E2 - S7

D: Que indicativos você percebe de que estamos caminhando em direção à redução da poluição?

E: **Dá para ver pela reciclagem. Há uns anos atrás não se reciclava nada. Nem se falava. Hoje só se fala em reciclar. Na nossa escola a gente recicla (...) Sem contar com a poluição das águas, já é bem mais controlada do que há uns anos atrás.**

(...)

D: Você pensa que haverá um equilíbrio, uma redução nesta poluição?

E: Eu acho que sim, porque todas as tentativas são para isso. Todo o estudo, pesquisas. As ações são para isso. (...) **Por mais que cada vez que os anos passem a poluição seja muito maior, mas as soluções também vêm junto**

D: As soluções estariam compensando o aumento da poluição?

E: **No meu ver elas caminham juntas. Aumenta a poluição, aumentam os problemas, mas as soluções vêm junto. Quer dizer, não junto, mas logo atrás, tentando**

ENTREVISTA 3 – E3

E3 - S1

D: Exceto a letra “d”, nós já estaríamos no cenário 2, estamos chegando? O que deveria acontecer para efetivamente chegarmos neste cenário?

E: Não, eu acho que a gente não está no cenário 2

D: Não estamos?

E: Não estamos

D: Estamos caminhando para?

E: Temos como

D: Temos como. Mas para chegarmos lá, o que deveria acontecer?

E: Eu acho que mais interesse. Interesse de profissionais em estudar essas outras formas de energia né. A gente tá muito acostumado com o que a gente tem. Então, para que estudar outras?

E3 - S5

D: Na situação 5, temos o texto “Tem comida estranha na geladeira”. O que, nesse texto, chamou a sua atenção e que você poderia comentar?

E: O que eu vejo, aqui, que ele fala um pouco do, sobre os prós e os contras (...) Muitas coisas que o representante da empresa coloca ali acho que é sem fundamento. Eu quero vender o meu produto e os meus argumentos são esses. (...)

D: Tem uma frase, aqui no começo, que diz o seguinte: *“A onda é irreversível. Por mais forte que seja a desconfiança em relação aos produtos geneticamente modificados, não há mais como fugir deles.”* Você concorda com esta frase? Como se posiciona diante dela?

E: **Eu penso assim ó, eu acho que parar com o que começou eu acho que não tem como.**

ENTREVISTA 4 – E4

E4 – S1

D: Em relação aos demais aspectos, você pensa que nós vamos chegar no cenário 2? Nós estamos caminhando para ele, deveriam acontecer mudanças para efetivamente caminharmos para ele?

E: Bom, aqui tem que dar uma conversada. **Eu acho que resolver o problema de alimentos, essa questão de problemas de alimentos, acho assim, também é uma questão política né, porque os mercados tão abarrotados de enlatados. Eu acho que alimento suficiente existe no mundo, o que não existe é uma distribuição**

E4 - S3

D: Nesta situação 3, temos uma manchete do jornal Zero Hora que diz: *“O alfabeto do futuro: A internet estabelece o ritmo do progresso, impõe sua presença em todas as dimensões da vida e se converte em condutora dos rumos da civilização”*. Você concorda com esta manchete?

E: **Penso que realmente é uma, é um meio de progresso né, e querendo ou não, realmente se impõe às pessoas, aos indivíduos e acho que também vai conduzir o rumo da civilização, porque é uma geração que vem aí, trabalhando com a internet e que abre caminhos maiores até para a informação, para vários aspectos da vida. Acho que isso vai mudar até a cultura**

E4 - S5

D: Há uma frase, aqui, no começo do artigo, que eu gostaria que você comentasse: *“A onda é irreversível. Por mais forte que seja a desconfiança em relação aos produtos geneticamente modificados, não há mais como fugir deles”*. Como você vê esta frase?

E: **Eu acho que realmente a essa altura, com toda a, toda a polêmica em cima, como fugir eu acho que não há, porque o povo só é escutado, mas a decisão ainda não foi tomada pelo povo em conjunto (...)**

D: Então seremos obrigados a produzir e consumir alimentos geneticamente modificados? Não há mais como fugir deles?

E: **Obrigados não, totalmente, mas a nível mundial acho que não tem como, hoje, reverter o quadro. Dizer não vamos, ninguém vai usar transgênicos. Acho que isso é impossível hoje.**

D: Aqui no texto também fala da soja transgênica. Trata-se de uma polêmica colocada, principalmente aqui no RS, quanto à liberação ou não do plantio da mesma. Quem você pensa que deveria decidir: libera ou não libera o plantio da soja geneticamente modificada?

E: Eu acho que antes de decidir sobre liberar ou não, as pessoas tinham que ter um conhecimento maior sobre o assunto

D: Que pessoas?

E: Os agricultores, os produtores, as pessoas que vão usar esse tipo de, os consumidores né. Na verdade, a gente tem uma informação, se tu fizeres uma enquete na rua e perguntares o que é transgênico, quantas pessoas vão saber te responder? (...) Então as pessoas decidem e, na verdade, nem sabem muito bem o que estão decidindo. Eu acho que é uma questão de mais pessoas informadas para depois decidir se querem ou não

D: Havendo esse conjunto de pessoas informadas, quem você pensa que deveria sentar e tomar esse decisão?

E: Eu acho que todas as pessoas. Eu acho que todas as pessoas têm direito a opinar sobre isso. Porque envolve todo mundo. A população também é envolvida nisso. Por que não opinar?

E4 - S6

D: Você já apontou a natalidade. Que outros aspectos você pensa que deveriam acontecer para reduzir o desemprego?

E: Qualidade

D: Em que sentido?

E: Qualidade do empregado né. Eu acho que se tu tens um conhecimento elevado, ser um bom profissional, eu acho que, e bom profissional, eu tenho medo de usar esse termo, mas eu acho que sempre vai haver trabalho pra quem continuar crescendo e buscando. Mas não sei se isso não é uma visão burguesa minha, entende

D: Vamos supor que todos se profissionalizassem, que todos fossem bons profissionais

E: É isso que eu falo, quem sabe isso não é uma visão fora da realidade minha. Hoje eu também critico essa minha visão, mas, a princípio, eu acharia isso, que as pessoas fossem se capacitando e aprimorando o seu conhecimento teriam um campo de trabalho. Mas, exatamente, e se todos conseguissem fazer, teriam campo de trabalho? **Então, além do controle da população, que mais? (...) Eu fico me perguntando, o que mais?**

ENTREVISTA 5 – E5**E5 – S1**

D: Vamos começar com esta situação 1. Nesta são apresentados dois cenários. Qual a análise que você poderia fazer dos mesmos?

E: Bom, o primeiro cenário é pessimista demais. Um está pessimista demais e o outro otimista demais. Mas nesse cenário 2, eu acho que a gente tem que ter esperança e a gente aposta no cenário 2. Nesse cenário dois, o que mais achei assim, o que me chamou a atenção é aqui, diz assim: “*descobrimo novos métodos de reciclar materiais e fontes de energia não poluidoras.*” (...) **Acho que a gente tem que pensar em produzir coisas que não poluam o meio ambiente. Não pensar só em reciclar. Acho que a gente tem que produzir coisas que não poluam o meio ambiente. (...) Não só pensar no pós (...). Pensar em produtos que não poluam, biodegradáveis. Não pensar só no pós produto, acho que tem que pensar na produção. Acho que tem que pensar no antes, não no depois. (...) Vamos reciclar isso, vamos reciclar aquilo (...) Acho que esse item aqui devia-se pensar melhor**

ENTREVISTA 6 – E6

E6 - S2

D: Esta situação dois discute, basicamente, dois aspectos: clonagem e engenharia genética. O que você pensa disso? Que aspectos você poderia comentar?

E: Eu acho que tudo quanto é avanço tecnológico que surge, se ele for utilizado para o bem da humanidade eu acho excelente, agora sempre tem o outro lado. Por exemplo, pode surgir um mercado aí, por exemplo, sei lá, venda de órgãos, coisas desse tipo. Então, por esse lado eu fico meio, com um pé atrás como se diz. Quer dizer, eu não sei o que vai acontecer

D: E, para não surgir esse mercado de venda de órgãos e outros aspectos negativos, o que deveria acontecer?

E: **O problema é assim ó, tipo essas coisas assim, em primeiro lugar, quem é que vai usufruir desse tipo de coisa aqui? Será que vão ser as classes humildes, esse pessoal aí que tá passando necessidades? Eu acho que não**

E6 - S2

D: Você já mencionou o problema da fome. Hoje esse se constitui num dos grandes problemas mundiais. Você pensa que isto vai resolver o problema da fome?

E: Não, é que isso aí é uma grande farsa. Que nem eu já disse, **o problema da fome é uma consequência**

D: De?

E: **Uma consequência de não haver um controle populacional. Não dá para permitir que, em pleno ano 2001, você tenha famílias aí com 7 ou oito pessoas e os problemas aumentando. Eu acho que tudo isso, a falta de alimentos é consequência disso**

E6 - S5

D: E essa primeira frase aqui *“A onda é irreversível. Por mais forte que seja a desconfiança em relação aos produtos geneticamente modificados, não há mais como fugir deles”*. Como você vê essa frase? Qual a análise que você faz?

E: Pois é, eu não sei se é bem isso. No momento que surgem essas coisas, surge um outro lado. Deixa eu, vou falar de um exemplo que eu vivencio. Meu pai, que é pequeno agricultor e deixou de produzir leite da forma convencional, produz leite sem o uso de agrotóxicos, adubos químicos. Produz menos leite, mas tem um ganho bem maior, além de estar produzindo um produto saudável. **Esse tipo de coisa tá ganhando espaço**

D: Mas como você relaciona esta experiência do teu pai com esta afirmação aqui?

E: **Eu acho que a onda não é irreversível**

E6 - S6

D: Essa automação tem reduzido o número de empregos não só na indústria automobilística, como também em outros setores. Como você visualiza o futuro, a tendência é a continuidade desse desemprego ou haverá um redirecionamento? Qual a perspectiva que você vê?

E: Eu acho que depende

D: De que?

E: **Se continuar aumentando a população como tá aumentando, desse jeito não tem como. Não tem jeito**

E6 - SITUAÇÃO 8

D: Tem uma outra afirmação, aqui, que diz o seguinte: *“A tecnologia não é nem boa e nem ruim, nem positiva e nem negativa em si mesma. É uma ferramenta neutra que pode ser tanto utilizada para o bem quanto para o mal. Tudo depende do uso que dermos a ela”* Também gostaria que você comentasse. Se concorda com ela, se discorda.

E: Por exemplo, assim, se eu pensar, vamos pegar a bomba atômica e a energia nuclear usada aí para outros fins. Aí acho que diz tudo. Ao mesmo tempo que a tecnologia ela pode servir, por exemplo, para curar, quando tá, por exemplo, irradiando um câncer, tá usando energia lá, uma forma nuclear de energia. Da mesma forma, pode usar ela para matar. Então, por isso, eu acho que essa frase ela tá, tá bem correta no meu ponto de vista. É o homem que dá sentido a ela. Ele vai usar ela para o bem ou para o mal.

D: Isso fecharia com essa afirmação aqui: *“Considerando a neutralidade da tecnologia...”*, a tecnologia é neutra? Ou não?

E: Eu acho que sim (...)

D: Vinculando a frase anterior com esta última fala, a tecnologia é neutra?

E: Ahah (confirma). **A tecnologia é neutra. Quem vai decidir se ela vai ser utilizada para o bem ou para o mal é o homem. Da forma que usar ela**

ENTREVISTA 7

E7 - S1

D: Em geral, você se situa no cenário dois?

E: Em geral, mais otimista (...) Eu ainda vou no dois. Mas com alguns, com algumas ressalvas

D: E, em relação a essa devastação do ambiente, quais os encaminhamentos que deveriam ser dados no teu entender?

E: **Aí eu acho que deveria ter a conscientização, sei lá, cobrança. Conscientização, começar desde pequeno nas escolas. Depois uma cobrança dos mais poderosos, das fábricas. Uma cobrança mais rigorosa, não uma coisa meio como anda**

D: E quem você pensa que deveria fazer essa cobrança?

E: **Sei lá, não pensei nisso. Mas uma cobrança, acho que a população, o povo tem direito para isso**

D: Uma cobrança em cima?

E: **De grandes fábricas, grandes, sei lá. Coisas assim, cobrança do povo mesmo (...) Cobrança, conscientização (...) Não só cobrança, mas que ela também atue para que isso não ocorra dentro do ambiente dela. Cada um no seu ambiente**

E7 - S2

D: Voltando, e quem deveria estabelecer esses critérios? O problema básico é esse. Se não pode tudo, o que pode?

E: Isso que é o difícil. Quem estabelece?

D: Não tens idéia?

E: Não, não faço idéia. Tem que ser alguém dentro da área que pense os dois lados. Geralmente, se a gente pensar no lado, eles vão para o lado financeiro, os grandes, os poderosos. Eles querem aquela coisa né. Mas, e o outro lado, a ética, o lado assim, sei lá, eu acho muito complicado. Eu tenho muito medo

D: Seleccionei textos polêmicos para começar a pensar sobre esses temas, considerando que são assuntos próximos do nosso fazer diário

E: **É, aqui também dos alimentos, ali da fome que fala mais adiante, eu acho que a fome hoje é uma questão mais social do que propriamente falta de alimentos. Porque não adianta, de repente, tu colocar os transgênicos na prateleira, mas o pobre não tem acesso ao supermercado. Ele não vai nem comer o transgênico**

E7 - S3

D: Na situação 3, temos uma manchete do jornal Zero Horã, do ano passado, a qual diz o seguinte: *“O Alfabeto do Futuro: A Internet estabelece o ritmo do progresso, impõe sua presença em todas as dimensões da vida e se converte em condutora dos rumos da civilização”*. Para você, o que essa manchete transmite? Você concorda com ela? Discorda?

E: **Impõe sua presença, eu não concordo, aqui, condutora dos rumos da civilização**

E7-S5

D: Tá bom. Tem uma frase, aqui no começo, que diz o seguinte *“A onda é irreversível. Por mais forte que seja a desconfiança em relação aos produtos geneticamente modificados, não há mais como fugir deles”*. Como você se posiciona diante dessa frase?

E: **Ah, eu acho que tem que ter uma maneira de fugir deles**

D: Que maneira seria essa?

E: **Ah, aí nós vamos ter que achar, mas tem que ter uma maneira**

(...)

D: Aqui, no texto, fala da soja transgênica. O plantio da soja transgênica, hoje, no Brasil e especialmente no RS, representa um assunto bem polêmico. Quem, para você, deveria decidir quanto à liberação ou não do plantio da mesma?

E: Acho que teria que ser criada uma comissão, sei lá, cientistas, ambientalistas

D: Uma comissão?

E: Ambientalistas, não sei, é uma coisa muito difícil de controlar (...)

D: Mas, terá que ser tomada uma decisão. Por enquanto, esse plantio é proibido

E: Ah, eu acho que tem que reunir ambientalistas, cientistas (entrevistada pensa bastante)

D: Quem mais?

E: **O próprio governo né, porque o povo, o povo, no sentido geral, o conhecimento é, fica difícil colocar, ou então dá essa liberdade para o povo ter ou não na sua mesa.** Mas eu acho assim, até que provem o contrário, que não faz mal, ele não deve ser liberado. Provou que não faz mal ao ambiente, ao ser humano, aí sim, mas essa comissão fica difícil, eu não saberia quem poderia ser

E7 - S6

D: Essa situação 6, aqui, trás uma série de informações sobre o processo de automação/robotização que está em curso na indústria automobilística. Como você analisa estas informações?

E: Não, aqui eu acho que não estou tão otimista. Tenho muito medo desses robôs. (entrevistada ri). Mas eu acho que eles. É difícil (...).

D: Mas em relação ao aumento do desemprego?

E: Eu não tenho muito otimismo não em relação a isso. Não sei se eu teria uma idéia de solução. (...) Teria que pensar bem (...) **Eu não diria que sou pessimista. Acho que para tudo tem uma solução. Deve haver uma maneira, mas ela tem que ser encontrada. Uma maneira deve haver**

ENTREVISTA 9 – E9**E9 – S1**

D: Vamos começar aqui, nessa situação um (01), onde são focalizados dois cenários. Como você vê estes cenários? Como se posiciona diante deles?

E: Aqui eles colocam dois cenários bem extremistas né, um bem negativista e outro bem positivista. Eu acho que a coisa não é bem assim. Por exemplo, no primeiro cenário eles dizem que não tem esperanças, que tu não vais resolver a poluição, vamos dizer o mundo moderno do, ou seja o século XXI ele está indo para um, num sentido assim, numa decadência tal que não vai se resolver nada, enquanto que no outro já diz não, todos os problemas vão ser resolvidos. Eu acho que a coisa não é bem por aí, os problemas estão surgindo e alguns estão conseguindo ser resolvidos e outros não, isso depende muito da atividade do homem, porque assim ó, percebe bem as coisas, tipo, vamos voltar mais para a minha área, a gente sabe que a parte da poluição, os dejetos, o que as empresas largam no meio ambiente, isso a gente sabe qual é o, o que prejudica, o que acontece principalmente com a vida animal que está presente nos rios, e tudo mais, a gente sabe disso, agora, será que eles não tem condição? **eles têm condições de resolver, a gente sabe que a coisa não é tão ruim assim, as coisas podem ser resolvidas, tem técnicas para ser resolvidas só que claro, tem, entra o fator econômico no meio disso.** Então como é que eu vou te dizer, ela, não é uma coisa assim tão ruim e nem tão boa, tudo tem solução.

ENTREVISTA 10 – E10**E10 – S7**

D: Você, no começo da entrevista, mencionou a CT no combate da poluição. Para você, qual é o papel da ciência-tecnologia neste “combate”? De outra forma, com o desenvolvimento científico-tecnológico em curso, o problema da poluição vai ser resolvido?

E: Quer dizer em graduação assim?

D: A pesquisa em CT que está sendo conduzida hoje

E: **Ah não, a pesquisa é muito boa, tem trabalhos muito bons, só que tem que ser postos em prática né**

D: Não são colocados em prática? Por que não?

E: Em parte, às vezes, fica só nas revistas científicas lá e não acaba indo...

ENTREVISTA 12 – E12

E12 - S2

D: Como você relaciona isto com a carência alimentar? Você pensa que vai resolver este problema?

E: Não

D: Vamos supor, vamos supor que estes efeitos colaterais que você está suspeitando não ocorram

E: Que seja só o benefício?

D: Só benefício. Isso vai, de alguma forma, resolver o problema da fome?

E: Não, eu acho que não. Eu acho que não, a fome não tá para quem pode escolher o que comer

D: Explica isso um pouco mais

E: A grande população que sente fome, fome no sentido de não ter o que comer, ela não escolhe se é transgênico, não é transgênico. Não resolve o problema da fome

E12 - S3

D: Vamos para a três. Esta é constituída de uma manchete do Jornal Zero Hora e diz: *“O alfabeto do futuro: A internet estabelece o ritmo do progresso, impõe a sua presença em todas as dimensões da vida e se converte em condutora dos rumos da civilização”*. Como você se posiciona diante dessa manchete? Você concorda com ela? É isso que está acontecendo?

E: Olha, se ela estabelece o ritmo do progresso, não sei. Ela facilita muito, né. Eu não sei se em todas as dimensões, se ela é presença em todas as dimensões da vida, também acho que não

E12 - S4

D: Tem uma frase, aqui embaixo, que diz o seguinte: *“Com certeza, os transgênicos saciarão a fome no próximo milênio”*

E: Não, é aquilo que eu te disse. **Eu não sei se é para isso que eles estão aí, eu não sei se é para isso**

D: E por que eles estariam aqui?

E: Não sei, eu não sei porque que eles estão aqui. Se é só, questão de, de manipulação, de ver como é que fica, de fazer para ver o que que vai virar, o que que vai dar, se é uma questão das próprias indústrias de sementes, sabe. Eu não sei se é, o que, sabe tem a ver com aquela questão de

D: Você está questionando o por que deles?

E: É, aí eu não sei se é por aí mesmo, se eles estão vindo, para alguma, se é um pulo para alguma coisa, alguns trabalhos, algumas descobertas ou se é realmente. **Por enquanto, eu não vejo eles como saciadores da fome de ninguém**

E12-S5

D: Tem uma frase, aqui bem no começo, que diz: “ *A onda é irreversível, por mais forte que seja a desconfiança aos produtos geneticamente modificados, não há mais como fugir deles*”. Como você se posiciona, como vê esta frase? A onda é irreversível, não há mais como fugir deles?

E: **Olha irreversível, como eu te disse, para mim, muito pouca coisa é irreversível Mas eu acho assim ó, diz ali, por mais forte que seja a desconfiança, não há mais como fugir deles. Não sei se não há como fugir**

(...)

D: A questão da soja transgênica, da qual fala aqui no texto, é uma polêmica no Brasil, especialmente aqui no Rio Grande do Sul. A polêmica é: libera ou não libera o seu plantio. Quem você pensa que deveria decidir isso?

E: **Não tenho a menor idéia, porque se a gente for pensar assim, uma coisa bem democrática, seria nós decidirmos, mas nós**

D: Nós quem?

E: **Nós, a população. Tu não achas que se fosse bem democrático, nós a população deveríamos dizer, sei lá, um plebiscito uma coisa assim, sim ou não aos transgênicos se fosse uma democracia né**

E12 - S6

D: Este processo de automação, robotização, ele tem contribuído significativamente para o desemprego, não só na indústria automobilística, mas também em outros setores como bancos e vários outros ramos. Para você, a tendência é a continuidade do desemprego ou você pensa que vai haver uma reversão?

E: **Eu acho que não, não reverte, e eu não sei, eles pregam muito: ‘não, o operário tem que estar se capacitado continuamente’. Até por ali eu não sei, ele vai se capacitar até um ponto, mas vai chegar um ponto que vai fazer pouca diferença, ainda mais se é uma pessoa que já tem uma certa idade ou uma coisa assim. Por mais que ele tente se atualizar, vai chegar um ponto que não vai ser compensador financeiramente ter um empregado. Eu acho que a tendência, isso aqui acho que não reverte.**

E12 - S 8

D: Tem uma outra frase, aqui na oito, dizendo: *“Considerando a neutralidade da tecnologia esta pode ser utilizada em qualquer contexto justificando-se a transferência tecnológica de um contexto para outro, de um país para outro sem problemas”*

E: Não concordo

D: Por que?

E: Porque eu acho que não, porque eu acho que as realidades são completamente diferentes nos diferentes países. Eu acho que não é neutra a tecnologia neste sentido, assim de poder aplicar aqui o que foi aplicado nos Estados Unidos ou o que foi aplicado na Índia, eu acho que não, não

D: Explica um pouco mais esse *não é neutra a tecnologia*

E: Diz ali, considerando a neutralidade da tecnologia, esta pode ser utilizada em qualquer contexto. Para mim, eu não acho que ela seja neutra, eu acho que ela, a tecnologia ela é desenvolvida, aplicada para diferentes situações, sabe eu acho que as situações não são iguais nos diferentes países. Então adianta, por exemplo, pode até ser aplicada, mas não resolve o problema nos diferentes países sabe. O que pode ser problema nos Estados Unidos, para nós tem problemas muito maiores, que aquela tecnologia, que de repente a gente tá usando deles, de repente não seja aplicável aqui. Aplica mas não soluciona o nosso problema, porque aqui nós devemos ter um outro avanço tecnológico quem sabe para resolver os nossos problemas.

D: Relaciona esta tua fala com esta última frase: *“A tecnologia não é nem boa nem ruim, não é positiva nem negativa em si mesma. É uma ferramenta neutra que pode ser tanto utilizada para o bem quanto para o mal, tudo depende do uso que dermos a ela”* Você concorda com essa frase, discorda?

E: Não, esta aqui eu até concordo com ela, eu acho que, como se usa, como é feito o uso da tecnologia e das próprias informações assim típicas. Eu acho que o uso dela é que faz benefício ou malefício. Por isso que eu te disse assim ó, como é que eu vou te dizer se o transgênico é bom ou ruim, se eu não sei o que tem, qual é a informação. É uma ferramenta neutra, tanto eu posso usar ela para o bem, quanto posso usar ela sei lá para fazer o que? Por exemplo, uma bomba. (...)

D: Aqui você diz que é uma ferramenta neutra?

E: Conforme o uso que tu dá a ela

D: Mas e esta fala anterior em que você discordava da neutralidade?

E: Eu acho, eu discordo no sentido de que eu posso usar a mesma tecnologia em diferentes lugares e ter a mesma resposta. Nisso que eu discordo

D: Nesse sentido ela não é neutra?

E: Nesse sentido eu não acho que ela seja neutra

D: Em que sentido ela é neutra?

E: Quando eu posso optar por, a linha que ela vai seguir sabe, para que que ela vai ser usada, sabe daí ela é neutra. A tecnologia por si ela não é nem boa nem ruim, é o meio como ela é usada. Então, para mim, nesse sentido ela é neutra. Agora, se tu vais me dizer assim que eu posso usar a mesma tecnologia em qualquer lugar, aí eu vou dizer que ela não é neutra

ENTREVISTA 13 – E13

E13 - S1

D: Tem uma afirmação, aqui, que diz o seguinte: “*manipulando genes os cientistas tentam criar alimentos como brócolis com alterações nutricionais.*” Como você vê isso? Você pensa que isso vai resolver o problema da fome?

E: Tinha, hum, resolver, até pode, mas e as conseqüências? Eu desconheço elas, eu não sei que fim que ela vai ter, só que eu acho que a maneira de matar a fome não seria só apenas essa, teria outras maneiras

D: Quais seriam essas outras?

E: **Tipo uma melhor distribuição de renda, alimentação eu acho que é produzida suficiente, só que ocorre muita perda e é muito mal distribuída. Então, produção eu acho que ocorre o suficiente, o que não ocorre é uma boa distribuição**

E13 - S3

D: Essa situação três é uma manchete da Zero Hora e diz o seguinte: “*O alfabeto do futuro, a internet estabelece o ritmo do progresso, impõe sua presença em todas as dimensões da vida e se converte em condutora dos rumos da civilização.*” Como você vê essa afirmação, você concorda com ela, teria restrições?

E: **É, eu acho, se ela continuar assim, acho que é por aí. Não digo que vai se manipular, mas que vai praticamente guiar as pessoas, porque, cada vez mais, tá entrando dentro das casas né, na vida das pessoas e quem não utilizar vai ficar para trás**

E13 - S5

D: Você fala que quem deveria decidir é quem tem conhecimento. Quem, para você, teria esse conhecimento? Apesar das tuas restrições de que não deveria ser plantado.

E: Sim

D: Você mesmo coloca que está sendo plantado. Agora, a legalização ou não desse plantio, quem decide?

E: **O Ministério da Agricultura, sei lá se tem conhecimento para tal**

E13 - S6

D: Tá bom. A situação seis trás uma série de informações sobre o processo de automação/robotização que está em curso na indústria automobilística. Há uma série de dados sobre a redução do número de empregados e, ao mesmo tempo, um aumento da produtividade. Como você analisa esses dados?

E: Pois é, se continuar dessa forma, o progresso vai aumentar, mas a fome vai aumentar mais ainda, o desemprego, em consequência do desemprego né, (...)

E: Então eu acho que a tendência é como eu comentei antes, de sempre, se direcionar mais na direção, direcionar para, ou você vai ser empregado ou você vai ser patrão

D: Existe alguma possibilidade de reverter a questão do desemprego?

E: Eu acho que não vai acontecer, não tem como, para mim é como ir contra a maré

E13 - S8

D: Tem uma outra frase, relacionada com isto, dizendo que a tecnologia não é nem boa e nem ruim, nem positiva nem negativa em si mesma, é uma ferramenta neutra que pode ser tanto utilizada para o bem quanto para o mal, tudo dependendo do uso que dermos a ela. Como você analisa esta frase?

E: Eu acho que não dá para dizer que ela não tem nada de negativo ou de positivo, eu acho que não dá para dizer que ela é neutra, tanto que aqui embaixo diz assim: depende tudo de como ela é usada né, então eu acho que não é uma questão neutra

D: Vamos falar um pouco mais sobre o que entendes em relação a afirmação de que ela não é neutra. Por exemplo, transgênicos, meios de informação, internet, por que eles não são neutros?

E: Porque mesmo aqui a frase diz, depende para que que ela é usada. Ela pode ser uma questão positiva, ela pode ser para uma questão negativa, ela pode ser boa, mas ela também pode ser utilizada para uma coisa ruim, depende em que campo, porque que ela vai ser usada, então eu não acho que ela não é uma, a tecnologia não é neutra.

ENTREVISTA 14 (E14) – Reproduzida na íntegra

SITUAÇÃO 1 (S1)

D: Vamos começar pela situação 1. Aqui temos dois cenários envolvendo ciência-tecnologia. Que análise você poderia fazer dos mesmos?

E: Pois é, aqui ele diz que vai controlar e aqui diz que não vai controlar

D: Como é que você vê, para onde nós estamos caminhando?

E: Estamos indo pela parte, essa aqui, com certeza (aponta para o cenário 2)

D: Com certeza?

E: Porque a tecnologia moderna está avançando, cada vez mais, no nosso mundo inteiro, queira ou não queira, nós estamos indo para este lado (aponta novamente para o cenário 2)

D: Para o cenário dois?

E: Sim, toda vida

D: Tá bom, eu vejo que você está otimista

E: Tenho certeza Décio, não tem onde escapar.

SITUAÇÃO 2 (S2)

D: Vamos para a dois aqui. Chegaste a ler?

E: Li, li

D: Nesta dois, aparecem os temas clonagem e plantas modificadas geneticamente. Qual a tua opinião sobre estes dois assuntos, considerando a repercussão disto na sociedade?

E: A sociedade ainda tem o receio com isso

D: E você?

E: Eu não, para mim não, não tenho nada, não tenho receio, é isso que nós vamos ter que enfrentar daqui para frente

D: Enfrentar em que sentido?

E: Essa mudança da nossa natureza Ela vai ser modificada

D: Você pensa que vai haver essa modificação?

E: Eu digo que vai, porque o homem, o homem tá modificando

D: Vamos pegar estes dois campos, clonagem e manipulação genética. Você pensa que estes campos de investigação devem seguir livremente ou deve haver algum controle, devem ser estabelecidos limites em relação ao que pode e o que não pode ser feito?

E: Deveria haver o controle né, porque livremente, já algum sempre não vai querer. Então, se vai ter o controle, tem alguém que não vai querer e alguns que vão querer. Então, o governo vai ter o controle em cima disso aí sabe, mas eu gostaria que fosse, que funcionasse livremente

D: Livremente no sentido da investigação?

E: Isto

D: Sem restrição nenhuma?

E: Não, não, nenhuma

D: **A comunidade de investigação deveria avançar para onde for possível?**

E: **Onde que é para o bem dela**

D: **Para o bem de quem?**

E: **Da humanidade**

D: **Da humanidade?**

E: **Da humanidade, claro, com certeza**

D: E quem define esse “bem dela” seria a comunidade de investigação?

E: É, exatamente

D: Tá bom. Aqui tem um outro aspecto que diz: “*manipulando genes, os cientistas tentam criar alimentos, como brócolis, com alterações nutricionais*”. O que você pensa disto? Como você relaciona isto com a questão da carência alimentar, considerando que, hoje, uma parcela significativa da população do mundo está passando fome. Esta alteração genética vai resolver o problema da fome?

E: Não, porque se, se ela vai ser modificada, ela vai ter mais alimentos para essa população consumir. Ela vai produzir também com maior facilidade. Não vai ter muitas pragas, combate à praga vai ter, mas não, por exemplo, praga como nós temos enfrentando né Décio (...)

D: Mas esta alteração que aumenta a capacidade nutritiva, você pensa que isto vai resolver o problema da fome?

E: Eu digo que vai

D: Estas alterações estão caminhando

E: Eu digo que vai combater a fome

D: Tá bom. Combater ou você pensa que vai resolver?

E: Eu digo que vai.

SITUAÇÃO 3

D: Vamos para a três. Trata-se de umã manchete da *Zero Hora* que diz o seguinte: “*O alfabeto do futuro: a internet estabelece o ritmo do progresso, impõe sua presença em todas as dimensões da vida e se converte em condutora dos rumos da civilização*”. O que esta manchete transmite para você? Como você se posiciona diante dela?

E: Eu acho que cada família deveria ter sua internet, seu computador. Na realidade, não tá acontecendo isso

D: Sei

E: Porque não tá acontecendo isso? A situação financeira nossa não tá boa ainda, mas eu digo que futuramente, acho que não só o médio, só o rico vai ter acesso, acho que qualquer um vai ter acesso a internet

D: Você pensa que vai chegar para todos?

E: Exatamente isso

D: Mas o que deveria acontecer, isso vai ser uma coisa meio automática ou deve haver um outro encaminhamento para chegar para todos?

E: Ah, vai ter um, alguém que vai encaminhar para eles, porque eles não vão ter aquele salário para comprar um computador, para pagar a dívida no final do mês e tem que ter um telefone. São três coisas que ele depende, alguém vai ter que dar um auxílio para eles, para encaminhar a internet para eles

D: Mas quem vai ser este alguém, como vai acontecer esta mudança?

E: Vai acontecer a mudança, eu digo que o governo vai mudar. O primeiro passo que ele vai mudar vai ter que ser o salário do brasileiro. Segundo passo, a internet e o computador não podem ser uma coisa tão cara. Como tá acontecendo com os telefones, que no dia de hoje qualquer um tem um telefone dentro de casa e eu digo, se aconteceu isso com o telefone, vai acontecer com a internet, vai acontecer com o computador a mesma coisa

D: O principal agente para que isto aconteça será o governo?

E: O governo, vai ter que ter um passo do governo

D: Tá bom. Voltando a esta frase, diz aqui, “*a internet estabelece o ritmo do progresso e se converte em condutora dos rumos da civilização*”. Como você vê estas afirmações, você concorda com elas?

E: Na vida, eu digo que sim

D: Você concorda que a internet está estabelecendo o ritmo do progresso e conduzindo o rumos da civilização?

E: Faz com que o ser humano, ele tá se educando, enxergando o outro lado, como ele é, como ele tá aqui, eu digo que vai

D: A humanidade, o homem teria perdido o controle sobre a internet?

E: Não, não

D: Quando aqui diz que a internet se converte em condutora dos rumos da civilização, como é que fica isso? O rumo que a civilização está seguindo estaria ao encargo da internet? Onde fica o homem nessa história?

E: Eu não sei como é que eu vou te responder, (risos) sinceramente

D: Não precisa ter resposta para tudo

E: Eu sei, eu sei, nem faço idéia

D: Tá bom, vamos para a outra?

SITUAÇÃO 4

D: Nesta situação 4, temos dois textos curtos. O primeiro fala da fome e o segundo da polêmica envolvendo os produtos geneticamente modificados. Em relação a estes dois textos, que aspectos você poderia comentar?

E: **Acabar a fome, eu digo que um dia vai se acabar**

D: Como vai acontecer isso? Que mudanças vão ter que acontecer para que isso ocorra?

E: **Porque os alimentos vão ser modificados**

D: E isso vai?

E: Eu digo, é exatamente e **eles fazem com que o homem produza mais**. Se há mais produção, o alimento não se torna caro

D: Vamos pegar esta frase aqui: “*Com certeza, os transgênicos saciarão a fome no próximo milênio*”. Isso está coerente com a tua última fala?

E: Acho que sim

D: Então você concorda com ela?

E: Eu concordo, tranqüilamente.

SITUAÇÃO 5

D: Tá bom, vamos para a outra situação. Aqui eu indiquei a leitura apenas da primeira parte, não sei se você chegou a ler tudo?

E: Eu li tudo (...)

D: Tem algum aspecto que chamou a atenção e que você poderia comentar?

E: Não, não, aqui acho que chamou a atenção não

D: Vamos pegar esta frase, bem aqui no começo, que diz o seguinte: “*A onda é irreversível, por mais forte que seja a desconfiança em relação aos produtos geneticamente modificados, não há mais como fugir deles*” Qual a tua opinião sobre ela? Você concorda com ela?

E: Mas isso não vai ter controle, tenho certeza

D: Em que sentido não vai ter controle?

E: O governo não vai poder controlar. Pelo que eu vi nas reportagens, não tem como controlar os, os alimentos transgênicos

D: Então você está concordando com a frase?

E: Mas claro, plenamente, não vai ter controle, tenho certeza

D: Bom, você já disse que não precisava, não precisaria ter controle?

E: Não, eu acho que deveria ter um controle, por enquanto

D: Por enquanto?

E: Para ver o que vai acontecer e o que não vai acontecer, porque a gente vê, houve comentários que ele é um alimento cancerígeno e a gente não tem certeza. Então, era bom primeiro fazer um estudo, depois de saber que ele não é isso, liberar né

D: E esse controle, quem deveria fazer?

E: Os governantes, os governantes deveriam fazer isso

D: Vamos pegar uma outra situação aqui do mesmo texto, onde fala da soja. É uma questão bastante polêmica, no Brasil, principalmente aqui no Rio Grande do Sul. A polêmica é: libera ou não libera o plantio da soja transgênica. Quem você pensa que deveria tomar esta decisão?

E: Quem devia tomar? O governo

D: O governo?

E: O único que tá trancando é ele, mais ninguém, porque os agricultores estão plantando, com certeza (...).

SITUAÇÃO 6

D: Esta situação seis trás uma série de informações sobre o processo de automação e robotização em curso na indústria automobilística

E: Esse é um problema sério

D: Em que sentido? O que você poderia comentar de todas essas informações aqui apresentadas?

E: Que os robôs não deveriam aparecer

D: Não, mas apareceram

E: Apareceram e agora, onde é que nós vamos arrumar emprego? (risos da entrevistada)

D: Como é que você relaciona isto com o teu cenário otimista da situação 1?

E: **Bem por isso Décio e essa aqui tu me apertou, eu digo meu Deus, eu sou a favor lá e agora, o que que vai ser de mim aqui?**

D: Você, em todas as situações, foi bastante otimista em relação ao avanço científico e tecnológico

E: Sim, eu concordo

D: Você não vê nenhuma alternativa aqui?

E: É, aqui é um problema sério, eu não sei, na minha idéia, na minha visão, eu acho que os robôs substituíram o ser humano

D: Essa robotização, automação tem sido uma das causas do aumento do desemprego, não só na indústria automobilística, como também em outros setores. Qual é a tendência, o desemprego continuar crescendo ou haver uma reversão?

E: Exatamente

D: A tendência é continuar esse desemprego crescente ou vai reverter o processo? Qual o cenário tendencial que você vê?

E: Eu gostaria que ele decrescesse, eu não gostaria que ele, entende, mas que a gente tivesse um emprego para viver. Eu gostaria que viesse uma coisa mais rápida que a minha mão-de-obra, sabendo que o robô pode fazer muito mais rápido do que eu, pode, deixa o robô, mas que haja emprego para a gente

D: E o que a gente poderia fazer para que isto acontecesse? Você visualiza alguma perspectiva?

E: Não, não, nem tenho visão como é que vai acontecer isso. **Eu nem faço idéia.** Não faço nem idéia como é que vai acontecer isso aqui

D: Mais alguma coisa, aqui, que você?

E: Não.

SITUAÇÃO 7

D: Na sete aqui, há varias afirmações, todas elas relacionadas a poluição. Por exemplo, *“em busca do bem-estar e do progresso, o homem acabou produzindo a poluição”*, *“é preciso produzir mas sem poluir”*, *“o progresso tem o seu preço”*. É possível progresso e bem-estar sem poluição? Como você vê a questão da poluição?

E: Tá, eu, por exemplo, se você colocar uma fábrica, eu vou dar toda a força para ti, mas que tu não venhas poluir o meu, a minha natureza, que não venhas poluir minha água que eu preciso dela. Tem que ter uma tecnologia moderna

D: E é possível conciliar estas duas coisas, colocar uma fábrica e não poluir tua horta?

E: Pode, pode

D: Mas, hoje, não está acontecendo isto?

E: Bem por isso, mas tem como fazer

D: Como você vê isso?

E: **Tem tanta tecnologia que está chegando, nova, nesse mundo, porque que não pode ter uma coisa que pode modificar isso aqui?**

D: Então o enfrentamento da poluição seria através do uso da ciência-tecnologia? Essa é a tua posição?

E: É assim que eu enxergo

D: Tá bom. Mas quero voltar um pouco. Porque, então, hoje, não se usa esta tecnologia? Por que nós temos tanta poluição e não está sendo usada esta tecnologia?

E: Pois é, deveria ter cobrança em cima deles

D: Quem faria?

E: Dos governantes, deveriam cobrar mais em cima, se você cometeu um crime, deveria pagar

D: Mais alguma coisa nessa situação?

E: Não.

SITUAÇÃO 8

D: A situação 8 apresenta, inicialmente, uma pergunta, *“o que é tecnologia?”*, para a qual são dadas duas respostas: *“tecnologia inicia e termina com máquinas”* ou *“tecnologia implica em máquinas, ferramentas, técnicas e conhecimentos rigorosamente precisos”*. Para você, o que é tecnologia? Seria uma dessas duas respostas? Ou você tem uma outra compreensão?

E: Tecnologia, para mim, é uma máquina modificada

D: Máquina modificada, o que seria isto?

E: Ela, ela continua a mesma daquelas máquinas, mais do nosso, do meu bisavó só, porém, ela foi modificada mais rápido, mais longe. Eu, para mim, tecnologia é isso

D: Uma máquina que foi sendo aperfeiçoada historicamente?

E: Isso, modificada, porque o teclado não mudou nada, é do tempo do meu avô, só que, porém, ela foi mais longe e mais rápido

D: Esta é a tua compreensão quando você pensa em tecnologia?

E: É isso para mim

D: Tem uma outra afirmação, aqui, que diz o seguinte: *“considerando a neutralidade da tecnologia, esta pode ser utilizada em qualquer contexto, justificando-se a transferência tecnológica de um contexto para o outro, de um país para o outro sem problemas”*. Como

você vê esta frase? Você concorda com ela? Se possível, eu gostaria que você comentasse esta afirmação.

E: De um país para outro né

D: É

E: Não sei responder, sinceramente

D: Não tem problema. Vamos para esta outra afirmação que diz o seguinte: “*a tecnologia não é nem boa e nem ruim, nem positiva e nem negativa em si mesma. É uma ferramenta neutra que pode ser tanto utilizada para o bem quanto para o mal. Tudo depende do uso que dermos a ela*”. Também, em relação a esta afirmação, gostaria que você comentasse, se concorda ou não com ela?

E: Eu concordo com ela, ela tem as suas partes positivas e as suas partes negativas a tecnologia. Mas ela faz com que a tua vida, ela ajuda muito a tua vida né, ela te ajuda muito, muito, sem sair de casa. Então, é uma máquina que ajuda a tua vida andar muito mais rápido

D: Relacionando as duas falas anteriores. Na primeira diz que “*considerando a neutralidade da tecnologia*” e, na segunda: “*é uma ferramenta neutra*”. Você concorda que a tecnologia é neutra? Como você vê isto?

E: Uma ferramenta neutra, por que neutra? (...)

D: Você pensa que a tecnologia sempre vem para situações positivas?

E: Claro, para mim sim, a não ser que o homem use para o mal, mas eu não vejo, para mim não é, eu não vejo assim

D: Você não veria situações em que a tecnologia causa (entrevistador é interrompido)

E: Maldade

D: Prejuízos à humanidade?

E: Para mim não, para mim, eu não vejo assim.

SITUAÇÃO 9

D: Tá bom, vamos para a última aqui. Temos, também, duas afirmações: “*A tecnologia resulta da aplicação da ciência*” e “*A tecnologia é produzida pela ciência*”. Aqui discute-se a relação entre CT. Como você vê essas duas afirmações, concorda com elas?

E: Na produção da ciência

D: É, aqui diz que a tecnologia é produzida pela ciência

E: Sim, porque no momento que tu entras na parte dos alimentos, já é uma tecnologia

D: Essas duas afirmações indicam mais ou menos o seguinte: primeiro você tem um desenvolvimento científico do qual decorre um desenvolvimento tecnológico (C → T). A pergunta que faço agora é: poderia também ser o contrário? De um desenvolvimento tecnológico decorre um desenvolvimento científico (T → C)?

E: A ciência, tá certo, depois a tecnologia

D: O contrario não?

E: Não, não

D: A tecnologia, depois a ciência, isto não ocorre?

E: Não, não, primeiro vem a ciência

D: Você não veria situações em que primeiro vem a tecnologia e depois a ciência?

E: Não, não, primeiro vem a ciência. Agora que eu me dei conta

D: Para finalizar, haveria mais alguma coisa que você poderia comentar sobre as situações anteriores?

E: Não, não.

QUESTÕES FINAIS SOBRE O ENSINO

D: As nove situações anteriores eram constituídas de vários temas contemporâneos

E: Exatamente

D: Quais seriam as principais dificuldades que você veria em trabalhar estes temas com os seus alunos?

E: Para colocar para eles?

D: É

E: Não acharia nenhuma dificuldade trabalhar com eles, porque aí é a realidade Décio, que nós temos que colocar para os alunos, sobre os alimentos, os transgênicos, sobre a poluição da situação anterior

D: Situação sete?

E: Isto, a poluição da água, do ar, então isso faz com que a gente acabe falando no dia a dia isso aí

D: Você já trabalha então estes temas?

E: Mas toda a vida

D: Que bom

E: Não tem disciplina que diz que tem que ser só de ciências, só de matemática. Não, isso faz parte de qualquer professor que tá dentro da sala de aula

D: Que bom que você já trabalha. Mas não é esse o padrão do que ocorre nas salas de aula?

E: Não, não, mas a gente, vou te dizer bem sinceramente, as escolas estão mudando isso, não tá mais aquela, que cabe só você dizer que isso faz mal, que isso faz bem, isso não deve fazer. Não, qualquer professor tá abraçando, entendeu (...)

D: E o que você pensa que a gente poderia fazer para que outros professores tivessem, trabalhassem na perspectiva como você trabalha, ter essa visão. O que você pensa que poderia ser feito?

E: O certo é se reunir no grande grupo. É o grande grupo, do teu colégio, nem que seja de quinze em quinze dias, se reunir, de ser como tu fazes, mostrar como tu fazes o teu trabalho. Ele muda, tenho certeza que muda

D: Uma outra questão. Na tua formação, temas contemporâneos como estes ou outros foram trabalhados?

E: Não, não

D: E o que fez você ir buscar, se na tua formação isso não foi contemplado? O que fez com que você tivesse essa disposição para avançar?

E: O que, a minha preocupação foi que a natureza, cada vez mais, está sendo agredida. Isso fez com que eu voltasse a estudar, descobrir porque estava acontecendo isso. Já faz uns doze anos que estou dizendo para minha família: vocês cuidem da água, vocês cuidem da luz, que daqui a alguns anos vocês não vão ter. Eles não acreditavam. Agora eles estão vendo a realidade. Deu-me a sensação de que a população estava crescendo e o planeta sendo sufocado. Era essa a sensação que eu sentia e que fez com que eu voltasse o interesse para a natureza

D: Uma motivação interna tua, em função do que você estava percebendo?

E: Minha, exatamente, que fez com que eu, me dediquei mesmo

D: Você já falou da família. Aqui temos vários temas, alguns mais atuais como transgenia, clonagem, outros já mais antigos como a poluição. Esses temas são objeto de discussão em família ou em outros contextos?

E: Mas claro Décio, hoje de manhã, também nós tivemos uma discussão no intervalo de que, quinze minutos, a, a importância da, da, de nós discutir ali, eu disse: gente, não vão muitos anos e o próprio alimento vai ter a cura e ninguém acreditou quando eu falei isso. Porque ele está sendo modificado violentamente, o alimento.

ENTREVISTA 16 – E16**E16 – S1**

D: Como você vê esses dois cenários, um mais otimista e outro mais pessimista?

E: Bom, eu dei uma olhada assim né, (...) A poluição atingirá níveis insuportáveis, poderá atingir, mas assim como a tecnologia está sendo desenvolvida, eu acredito que **através da tecnologia esses níveis não serão insuportáveis, porque descobrirão maneiras de recuperar isso aí (...) para isso existe o desenvolvimento científico, a pesquisa é para isso aí.**