

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**

**NÃO NEUTRALIDADE DA CIÊNCIA-TECNOLOGIA:
PROBLEMATIZANDO SILENCIAMENTOS EM
PRÁTICAS EDUCATIVAS RELACIONADAS A CTS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Suiane Ewerling da Rosa

Santa Maria, RS, Brasil

2014

**NÃO NEUTRALIDADE DA CIÊNCIA-TECNOLOGIA:
PROBLEMATIZANDO SILENCIAMENTOS EM PRÁTICAS
EDUCATIVAS RELACIONADAS A CTS**

Suiane Ewerling da Rosa

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação, Linha de pesquisa Práticas Escolares e Políticas Públicas, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação.**

Orientador: Prof. Dr. Décio Auler

Santa Maria, RS, Brasil

2014

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Rosa, Suiane Ewerling da
Não Neutralidade da Ciência-Tecnologia:
problematizando silenciamentos em práticas educativas
relacionadas a CTS. / Suiane Ewerling da Rosa.-2014.
123 p.; 30cm

Orientador: Décio Auler
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Educação, Programa de Pós-Graduação em
Educação, RS, 2014

1. Ciência-Tecnologia-Sociedade 2. Práticas
Educativas 3. Não Neutralidade da Ciência-Tecnologia I.
Auler, Décio II. Título.

© 2014

Todos os direitos autorais reservados a Suiane Ewerling da Rosa. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Endereço Eletrônico: suieder@gmail.com

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação**

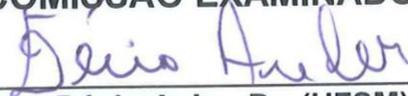
A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**NÃO NEUTRALIDADE DA CIÊNCIA-TECNOLOGIA:
PROBLEMATIZANDO SILENCIAMENTOS EM PRÁTICAS
EDUCATIVAS RELACIONADAS A CTS**

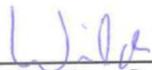
elaborada por
Suiane Ewerling da Rosa

como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Educação

COMISSÃO EXAMINADORA



Décio Auler, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)



Wildson L. P. dos Santos, Dr. (PPGE/UNB)



Cristiane Muenchen, Dr^a. (PPGECQV/UFSM)

Santa Maria, 16 de abril de 2014.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Décio Auler, por orientar a minha caminhada como pesquisadora na articulação entre os referenciais Freire-CTS e PLACTS. Pelos diálogos, paciência, comprometimento, amizade e carinho.

À minha família, mãe e pai, por acreditarem e não medirem esforços na realização desse sonho e, por não deixarem-me desistir e por tornarem possível o desenvolvimento desse trabalho. À minha irmã Cinara, por ser meu horizonte e escutar minhas angústias. Ao meu irmão Samuel, por me proporcionar momentos descontraídos e divertidos.

Ao Muriel, meu companheiro, pela compreensão, incentivo e pela paciência ao longo desse tempo. E também, por tornar possível a realização desse trabalho, através do carinho e conforto nos momentos difíceis; por acreditar nesse sonho e acreditar que posso ir muito além.

Ao GETCTS, pelos anos vividos e momentos alegres compartilhados, por proporcionar momentos de diálogos, leituras sobre CT, Freire, PLACTS, abordagem temática... E claro, uma boa roda de chimarrão. Ao Caetano, pelas reflexões, diálogos, e, incentivo à pesquisa. A Rosemar, por contribuir nos meus primeiros passos na pesquisa sobre a não neutralidade da CTS e pelos diálogos construídos.

Às colegas da Física, da Educação e às amigas Laís e Fernanda, pelos momentos alegres e difíceis que compartilhamos, e que jamais serão esquecidos.

À Miriam e Juca pelo apoio e compreensão.

Aos professores da banca examinadora, Wildson, Cristiane e Elisete pelas reflexões, contribuições e disponibilidade.

Enfim, obrigada a todos que, de alguma maneira, contribuíram para a realização desse sonho e trabalho.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Educação
Linha de Pesquisa: Práticas Escolares e Políticas Públicas
Universidade Federal de Santa Maria

NÃO NEUTRALIDADE DA CIÊNCIA-TECNOLOGIA: PROBLEMATIZANDO SILENCIAMENTOS EM PRÁTICAS EDUCATIVAS RELACIONADAS À CTS

AUTORA: SUIANE EWERLING DA ROSA

ORIENTADOR: PROF. DR. DÉCIO AULER

Local e data da defesa: Santa Maria, 16 de abril de 2014.

O movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) tem como um dos objetivos centrais à democratização de processos decisórios sobre temas sociais envolvendo ciência-tecnologia (CT). Também, este surge em contextos nos quais a suposta neutralidade da CT passou a ser questionada. Neutralidade entendida como legitimadora de modelos decisórios tecnocráticos. A pesquisa está inserida na busca de currículos voltados para a constituição de uma cultura de participação, apoiada nos referenciais Freire-CTS e no Pensamento Latino Americano em Ciência-Tecnologia-Sociedade (PLACTS). Assim, o problema de pesquisa foi: Construções históricas, denominadas de mitos, ou seja, a suposta neutralidade/superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, a perspectiva salvacionista/redentora atribuída à CT e o determinismo científico-tecnológico, sustentadas e realimentando a suposta neutralidade, têm sido trabalhadas em práticas educativas relacionadas à CTS? Quais encaminhamentos têm sido dados? Os objetivos que guiaram a investigação foram: i) identificar, em práticas educativas, apresentadas em literaturas da área, as abordagens dadas a estas três construções históricas; ii) analisar e aprofundar os aspectos caracterizados no que tange as três construções históricas, em uma visão de não neutralidade da CT; e, iii) sinalizar parâmetros para a Educação em Ciências, fundamentando propostas de práticas educativas. Metodologicamente, constituiu-se de uma pesquisa qualitativa, de cunho bibliográfico, sendo o *corpus* de análise constituído de artigos publicados em seis periódicos da área da Educação em Ciências. Utilizou-se a Análise Textual Discursiva, da qual resultaram três categorias de análise: a) Silenciamento sobre a origem, sobre a concepção de CT pode estar sinalizando o endosso a uma compreensão próxima do determinismo científico-tecnológico; b) Silenciamento sobre dimensões de outras naturezas, além da científico-tecnológica, em processos decisórios; e, c) Silenciamento quanto aos valores internalizados no produto científico-tecnológico. Estas categorias, sintetizando os resultados da pesquisa, sinalizam desafios para a educação em ciências, particularmente para a constituição de uma cultura de participação.

Palavras-chave: Ciência-Tecnologia-Sociedade. Práticas Educativas. Não Neutralidade da Ciência-Tecnologia.

ABSTRACT

Dissertation of Master's degree
Program of Post-Graduation in Education
Research Line: School Practice and Public Policies
Federal University of Santa Maria

NON-NEUTRALITY OF SCIENCE TECHNOLOGY: QUESTIONING SILENCING IN EDUCATIONAL PRACTICES RELATED TO STS (SCIENCE-TECHNOLOGY-SOCIETY)

AUTHOR: SUIANE EWERLING DA ROSA

ADVISER: DR. DÉCIO AULER

Date and Local of the defense: Santa Maria, April 16, 2014.

The STS movement has as a main objective the democratization of decision-making on social issues involving science-technology (ST). Also, this arises in contexts in which the supposed neutrality of ST began to be questioned. Neutrality understood as legitimizing technocratic decision models. In the educational field, I seek curriculum geared toward the creation of a culture of participation, based on reference Freire-STs and LATSTS (Latin American Thought in Science Technology Society). As well, my research problem was: Historic Buildings, called myths, in other words, the supposed neutrality / superiority of technocratic decision model, the Salvationist perspective / redeeming attributed to ST and scientific-technological determinism, sustained and feeding back the supposed neutrality have been worked on educational practices related to the Science-Technology-Society? Which referrals have been given? The objectives that guided the research were: i) identify, in educational practices presented in the literature of the area, the approaches given to the three historic buildings; ii) analyze and deepen the featured aspects in regard to the three historic buildings, in a vision of non-neutrality of ST; and iii) signal parameters to Science Education in order to support proposals for educational practices. Methodologically, consisted of a qualitative research, bibliographic nature, being the corpus of analysis consisting of six articles published in journals in the field of Science Education. I used the Textual Discourse Analysis, which resulted in three categories of analysis: a) Silencing on the design of ST may be signaling an endorsement to a close understanding of the scientific-technological determinism; b) Silencing on dimensions other natures, beyond the scientific-technological in decision-making processes; and, c) Silencing about the values internalized in the scientific-technological product.

Keywords: Science-Technology-Society. Non-Neutrality of Science Technology. Educational Practices and Silencing.

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLA

ATD – Análise Textual Discursiva
BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento
CT – Ciência e Tecnologia
CTS – Ciência-Tecnologia-Sociedade
CTSA – Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente
DC – Desenvolvimento Científico
DE – Desenvolvimento Econômico
DS – Desenvolvimento Social
DT – Desenvolvimento Tecnológico
ECTS – Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia
EJA – Educação de jovens e Adultos
FAO – Organização para a Alimentação e Agricultura das Nações
GAPI – Grupo de Análise de Políticas de Inovação da Universidade Estadual de Campinas
GETCTS – Grupo de Estudos Temáticos em Ciência-Tecnologia-Sociedade
OEA – Organização dos Estados Americanos
PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais
PCT – Política Científico-Tecnológica
PLACTS – Pensamento Latino-Americano em Ciência-Tecnologia-Sociedade
UFMS – Universidade Federal de Santa Maria
UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Artigos selecionados e caracterizados	45
---	----

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Modelo Tradicional/Linear de Progresso	34
Figura 02 – Esquema das características das tradições europeia e americana.....	36
Figura 03 – Sistematização do processo da ATD	44
Figura 04 – Isolamento entre o desenvolvimento científico e os diversos valores na visão da suposta neutralidade da CT	50
Figura 05 – Dimensões do desenvolvimento científico-tecnológico proposto por Dagnino	51
Figura 06 – Não neutralidade de CT	56
Figura 07 – Sustentação da suposta neutralidade da CT.....	57
Figura 08 – Linearização do desenvolvimento científico-tecnológico na sociedade. Silenciamentos sobre a presença de valores na concepção e produção de CT.....	76
Figura 09 – Compreensão mais realista sobre interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade. Superação dos silenciamentos referentes à articulação do determinismo científico-tecnológico e participação no pós-produção	78

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	21
1. DA ORIGEM DO MOVIMENTO CTS À CRESCENTE CONSOLIDAÇÃO NO BRASIL	27
1.1 Desafios para o campo educacional: um primeiro olhar para a não neutralidade da ciência tecnologia.....	27
1.2 Ciência-Tecnologia-Sociedade como movimento social mais amplo.....	33
1.3 Repercussões do movimento CTS no contexto educacional.....	37
2. ENCAMINHAMENTO TEÓRICO-METODOLÓGICO.....	41
3. NÃO NEUTRALIDADE DA CIÊNCIA-TECNOLOGIA.....	49
3.1 Construções históricas denominadas de mitos.....	56
3.1.1 Suposta neutralidade/superioridade do modelo de decisões tecnocráticas....	57
3.1.2 Perspectiva salvacionista/redentora atribuída à Ciência-Tecnologia.....	61
3.1.3 Determinismo científico-tecnológico	66
4. RESULTADOS	71
4.1 Silenciamento sobre a origem e sobre a concepção de CT pode estar sinalizando o endosso a uma compreensão próxima do determinismo científico-tecnológico	73
4.2 Silenciamento sobre dimensões de outras naturezas, além da científico-tecnológica, em processos decisórios	83
4.3 Silenciamento quanto aos valores internalizados no produto científico-tecnológico.....	92
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	105
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110

INTRODUÇÃO

A mudança de cidade, morar longe dos pais, e, cursar o ensino superior, no caso o curso de Física Licenciatura, na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), ocorreram no ano de 2008. Essas mudanças foram difíceis, mas além disso, foram um sonho realizado. Apesar das dificuldades encontradas ao longo do curso de Física, a vontade de vencê-las era sempre maior, e, portanto, uma motivação para nunca desistir, apesar de muitas vezes ter pensado nessa hipótese.

A vontade de ser educadora, algo que trago comigo desde a infância, de fazer a diferença, de estar na sala de aula, parecia um tanto distante na fase inicial do curso e isso foi me desmotivando. As decepções, inquietações e os desânimos, vivenciados ao longo do curso foram aos poucos sendo trocados por esperança de ser uma profissional melhor, guiados pela percepção de que a carreira docente tem potencial em proporcionar transformações sociais. Isso ocorreu quando iniciei minha caminhada junto ao Grupo de Estudos Temáticos em Ciência-Tecnologia-Sociedade (GETCTS), vinculado ao Centro de Educação da UFSM, em meados de 2010, coordenado pelo professor Décio.

Os diálogos construídos no âmbito do GETCTS perpassam pelos referenciais do educador Paulo Freire e do Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), começando assim minha trajetória como pesquisadora na aproximação desses referenciais. No GETCTS, problematizamos currículos tradicionais, pautados por uma abordagem conceitual em busca de currículos pautados por uma abordagem de temas científico-tecnológicos e socialmente relevantes, as quais contaram com práticas educativas junto a estudantes da Educação Básica e Educação de Jovens e Adultos (EJA), com resultados altamente significativos. Nesse sentido, destaca-se o enfrentamento da “cultura do silêncio” (FREIRE, 2005); a superação de uma postura de passividade para uma postura participativa; o engajamento no aprender, dimensão freireana associada à “curiosidade epistemológica” (FREIRE, 1992); participações significativas e fundamentadas.

Em 2011, após vários diálogos e problematizações junto ao grupo, realizo meu estágio curricular em uma turma da EJA, na qual tive a oportunidade de realizar o sonho de estar em sala de aula e evidenciar o potencial de se trabalhar na perspectiva da abordagem temática, ou seja, trabalhar com um currículo dinamizado em torno de temas, de problemas contemporâneos relacionados à Ciência-

Tecnologia (CT), relevantes socialmente, visando aproximações entre o referencial freireano e as interações CTS. O GETCTS, na sua caminhada histórica, mostrou serem possíveis as práticas educativas balizadas pelos referenciais já citados, sinalizando resultados positivos e relevantes no campo educacional. Relevantes, por que os currículos são pensados a partir de temas e de problemas presentes na experiência de vida dos estudantes, considerando como objeto de estudo: o mundo vivenciado por eles.

Tanto a perspectiva teórica de Freire, quanto do movimento CTS convergem para uma maior democratização dos processos decisórios. Enquanto Freire destaca a necessidade da superação da “cultura do silêncio” (2005) para a constituição de uma sociedade mais democrática, o movimento CTS postula, dentre outras coisas, a superação do modelo de decisões tecnocráticas relativo a temas sociais que envolvem CT, no qual a compreensão que pauta esta aproximação está balizada por uma concepção de não neutralidade de CT (AULER, 2002).

Esse tempo de caminhada junto ao GETCTS tornaram possível, hoje, cursar Mestrado em Educação na UFSM. As reflexões e discussões que tiveram por base os referenciais freireano e o movimento CTS foram constantes, e posteriormente, passamos a discutir e refletir também sobre as questões envolvendo o papel do tema, dos problemas, no pensar e preparar currículos, nas intencionalidades da atividade científico-tecnológica, na democratização no processo de tomada de decisão , e, nas pesquisas realizadas no campo educacional, particularmente na Educação em Ciências. E, é nesse âmbito que surgiu o meu problema de pesquisa.

Considerando que o pano de fundo do surgimento do movimento CTS está vinculado à problematização, à superação e em alguns âmbitos da concepção da suposta neutralidade da CT, essa perspectiva de problematização está chegando às práticas educativas? A linha de pesquisa CTS têm tido um incremento significativo no contexto brasileiro. Porém, as discussões sobre a não neutralidade da CT, conforme pesquisas anteriores (SANTOS, R. A., 2012; SANTOS, R. A. e ROSA, 2013), na Educação, principalmente na Educação em Ciências, ainda são frágeis. No entanto, por que focalizar a suposta neutralidade na pesquisa em Educação em Ciências?

Entendo, apoiada em Japiassu (1975), que permanecer com o mito da neutralidade científica pode contribuir para alienar os seres humanos, incluindo cientistas, bem como das estruturas socioculturais existentes. Pois a sociedade que

diviniza essa CT, retarda não só a busca de uma percepção crítica, como também, de uma cultura de participação, comprometendo o processo de democratização na tomada de decisões envolvendo a CT.

A Educação, numa perspectiva transformadora, de acordo com Freire (2005), deve estar relacionada com o conhecimento crítico da realidade, possibilitando aos sujeitos a superação da *cultura do silêncio*, característica marcante do contexto brasileiro, buscando uma cultura de participação. Na perspectiva freireana, no momento em que a percepção crítica se instaura, desenvolve-se um clima de esperança e confiança, fazendo com que os seres humanos se empenhem na superação das “situações limites” (p. 126). Para Freire (2005), “esta superação, que não existe fora das relações homens-mundo, somente poderá verificar-se através da ação dos homens sobre a realidade concreta em que se dão as ‘situações-limites’” (p. 126). Quando estas forem superadas, com a transformação da realidade, novos desafios irão surgir.

Relaciono as “situações-limites” às compreensões vinculadas à suposta neutralidade, considerando que estas compreensões podem limitar a participação da sociedade em processos decisórios. Assim, entendo, apoiada em Auler (2002), que para a leitura crítica da realidade, para a superação de “situações limites”, para alcançar o “inédito viável” – participação sociedade -, postulado por Freire, há a necessidade da problematização e superação de construções históricas realizadas sobre a atividade científico-tecnológica, consideradas pouco consistentes. Construções vinculadas e que realimentam a suposta neutralidade da CT. Essas construções são denominadas por Auler como: *neutralidade/superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, perspectiva salvacionista/redentora atribuída à CT e o determinismo científico-tecnológico*.

A suposta neutralidade/superioridade do modelo de decisões tecnocráticas está fundamentada na crença de eliminar/neutralizar a sociedade, de maneira geral, na tomada de decisão sobre temas científico-tecnológicos. Decisão restrita ao especialista/técnico como único ator social capaz de solucionar os problemas, inclusive os sociais, de um modo eficiente e ideologicamente neutro.

A perspectiva salvacionista/redentora atribuída à CT, está alicerçada na crença de que o desenvolvimento cada vez maior de CT é capaz de resolver todos os problemas existentes e os que vierem a surgir, levando a sociedade automaticamente ao bem estar social e a um progresso contínuo. No entanto, a ideia

de que o presente é melhor do que o passado e que conduzirá a um futuro ainda melhor, devido única e exclusivamente à CT (AULER, 2002), ignora as relações sociais em que estas são concebidas e utilizadas.

O determinismo tecnológico fundamenta-se na concepção de que a mudança tecnológica é a causa da mudança social, no qual a tecnologia é autônoma e independente das influências sociais (GÓMEZ, 1997). Nesta perspectiva, o desenvolvimento científico-tecnológico é tido como irreversível, inexorável, e concebe a marcha do progresso, excluindo assim, a possibilidade de mudar o ritmo do desenvolvimento (AULER, 2002). A crença no determinismo pode fragilizar a participação social dos sujeitos em decisões que envolvem o seu futuro.

Para Auler, essas construções, os mitos, transformadas em senso comum, podem exercer, dentre outras coisas, efeito paralisante na sociedade. Ou seja, essas perspectivas/visões que endossam às construções históricas, construídas ao longo de experiências, ouvidas e vividas no conjunto da sociedade, limitam e dificultam a constituição de uma cultura de participação. Problematizar, na Educação em Ciências, tais construções, pode ser fundamental para a construção desta cultura.

Dessa maneira, investiguei o seguinte problema de pesquisa: Estas construções históricas, denominadas de mitos, ou seja, a suposta neutralidade/superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, a perspectiva salvacionista/redentora atribuída à CT e o determinismo científico-tecnológico, sustentadas e realimentando a suposta neutralidade, têm sido trabalhadas em práticas educativas relacionadas à Ciência-Tecnologia-Sociedade? Quais encaminhamentos têm sido dados?

Para tal, tive como objetivos: i) Identificar, em práticas educativas relacionadas à CTS, apresentadas em literatura da área, as abordagens dadas às três construções históricas: neutralidade/superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, perspectiva salvacionista/redentora da CT e o determinismo científico-tecnológico; ii) Analisar e aprofundar os aspectos caracterizados, no que tange às três construções históricas, acima citadas, em uma visão de não neutralidade da CT; e, iii) Sinalizar parâmetros à Educação em Ciências de modo a fundamentar propostas de práticas educativas que contribuam para a superação destas construções históricas no contexto CTS.

Enquanto caracterização da pesquisa, no capítulo 01, realizo uma primeira discussão do referencial teórico adotado, destacando desafios para o campo educacional quando concebido como busca de uma cultura de participação, analisando como a problematização da suposta neutralidade da CT pode contribuir para tal. Assumo como horizonte a concepção de participação articulada em Freire-CTS e no Pensamento Latino-Americano em Ciência-Tecnologia-Sociedade (PLACTS). Ainda, nesse capítulo, apresento uma revisão bibliográfica sobre o movimento CTS, abordando o contexto histórico, bem como suas repercussões no contexto educacional, em específico no Brasil. Destaco ainda uma discussão sobre a origem do Pensamento Latino-Americano em Ciência-Tecnologia-Sociedade (PLACTS), considerando as postulações/orientações relacionadas ao desenvolvimento científico-tecnológico.

No capítulo 02, proponho o caminho teórico-metodológico da pesquisa, sendo esta uma pesquisa qualitativa, de cunho bibliográfico. Utilizo a Análise Textual Discursiva (ATD), proposta por Moraes (2003), a qual é dinamizada em três etapas: unitarização, categorização e comunicação. Enquanto *corpus* de análise, focalizei artigos publicados em seis periódicos nacionais da área de Educação em Ciências.

A perspectiva do capítulo 03 está centrada na discussão da suposta neutralidade da CT, considerando diferentes abordagens sobre essa temática. Proponho um diálogo com visões de autores que abordam esse tema, destacando principalmente as bibliografias de Dagnino (2008), Lacey (2008; 2010), Auler (2002), Oliveira (2008) e Japiassu (1975). Ainda neste capítulo, apresento uma discussão sobre manifestações da suposta neutralidade da CT, manifestações que realimentam e são sustentadas pela mesma. Tais manifestações, consideradas como construções históricas sobre CT, foram inicialmente discutidas em Auler (2002) e com redimensionamento em Auler (2007). Essas construções, também denominadas de mitos, são sintetizadas como: i) *neutralidade/superioridade do modelo de decisões tecnocráticas*; ii) *perspectiva salvacionista/redentora da CT* e, iii) *determinismo científico-tecnológico*.

No capítulo 04, apresento e discuto os resultados da pesquisa, sintetizados em três categorias, resultantes da interação entre os elementos teóricos e empíricos da pesquisa. As categorias de análise foram denominadas como: i) Silenciamento sobre a origem e sobre a concepção de CT pode estar sinalizando o endosso a uma compreensão próxima do determinismo científico-tecnológico; ii) Silenciamento

sobre dimensões de outras naturezas, além da científico-tecnológica, em processos decisórios; e, iii) Silenciamento quanto aos valores internalizados no produto científico-tecnológico.

E, por fim, no capítulo 05, realizo as considerações sobre o trabalho realizado, sinalizando, principalmente encaminhamentos para a Educação em Ciências, apontando potencialidades e desafios a serem alcançados. Destaco a necessidade de verbalizar, dar voz ao que normalmente é silenciado sobre manifestações da suposta neutralidade da CT e que, no meu entender, pode comprometer a constituição de uma cultura de participação.

1. DA ORIGEM DO MOVIMENTO CTS À CRESCENTE CONSOLIDAÇÃO NO BRASIL

1.1. Desafios para o campo educacional: um primeiro olhar para a não neutralidade da ciência-tecnologia

No âmbito do Grupo de Estudos Temáticos em Ciência-Tecnologia-Sociedade (GETCTS), vinculado ao Centro de Educação, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), da qual sou integrante desde 2010, estamos preocupados com o distanciamento vivenciado pela sociedade, de maneira geral, com a tomada de decisão de temas/problemas envolvendo CT. Neste sentido, trabalhamos na perspectiva de práticas curriculares que contribuam para a constituição de uma cultura de participação, destacando a importância da inclusão de novos atores sociais na tomada de decisão sobre questões envolvendo o desenvolvimento científico-tecnológico.

Na busca da constituição desta cultura de participação, as ações de ensino-pesquisa-extensão, desenvolvidas pelo GETCTS, são pautadas por currículos estruturados em pressupostos do educador brasileiro Paulo Freire, do denominado movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) (GARCIA, CEREZO e LÓPEZ, 1996) e do Pensamento Latino-Americano em Ciência-Tecnologia-Sociedade (PLACTS) (VARSAVSKY, 1969; HERRERA, 1971; DAGNINO, THOMAS E DAVYT, 1996).

A articulação entre o referencial freiriano e o movimento CTS, iniciada em Auler (2002 e 2005) e Auler e Delizoicov (2004 e 2005), é resultante da compreensão de que a busca de participação, em decisões de temas sociais que envolvam CT, sendo este, o objetivo central do movimento CTS, contém elementos convergentes à matriz teórico-filosófica freireana. Nesta, o ser humano, como sujeito histórico-cultural, parte do pressuposto da vocação ontológica de *ser mais*, ser sujeito da sua própria transformação, e não apenas objeto. No entanto, segundo Freire (2005), para tal, há a necessidade de superar a *cultura do silêncio*.

Paulo Freire parte da ideia de que para que haja a libertação dos seres humanos, não se pode começar por aliená-los ou simplesmente mantê-los alienados. Para o autor, libertar-se não é algo que se deposita nos seres humanos, nem “[...] uma palavra a mais, oca, mitificante. É a práxis que implica a ação e

reflexão dos homens sobre o mundo para transformá-lo” (FREIRE, 2005, p. 93). Segundo o autor, para que a sociedade participe da construção da sua própria história, é essencial a superação da *cultura do silêncio*, da alienação, da passividade, em busca de uma educação problematizadora, “[...] onde os homens se educam em comunhão, mediatizados pelo mundo” (p. 96).

Assim, na perspectiva educacional apontada por Freire (1986), alfabetizar é muito mais do que apenas ler palavras, e sim, deve propiciar a leitura do mundo. Pois, é através da alfabetização e da educação que os sujeitos, através da leitura do mundo e da palavra, terão condições de transformar a sua consciência ingênua em crítica. Vinculado a isso, Auler (2002), em seus estudos, entende que para uma leitura crítica da realidade contemporânea, dos problemas sociocientíficos vivenciados pela humanidade, torna-se fundamental a compreensão das interações da tríade ciência-tecnologia-sociedade. Pois, cada vez mais, a sociedade está condicionada pelo avanço do campo científico-tecnológico. Insere-se, ainda, nesta aproximação Freire-CTS, os trabalhos de Santos, W. L. P. (2008), Strieder (2012), Nascimento e Von Linsingen (2006), dentre outros.

Retomando o denominado movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade, o qual emerge em um contexto de insatisfação por segmentos da sociedade, diante da concepção tradicional/linear de CT, seu caráter considerado unicamente benéfico em termos de implicações econômicas, socioambientais. Tal contexto faz surgir movimentos tanto acadêmicos como sociais, reivindicando uma postura crítica diante de questões sociais, éticas, ambientais, econômicas, etc., relacionadas ao desenvolvimento científico-tecnológico (GARCIA, CERESO e LÓPEZ, 1996). Dessa maneira, o pano de fundo do surgimento do movimento CTS, em alguns âmbitos, está vinculado à problematização da suposta neutralidade da CT.

O movimento CTS tem seus estudos, segundo Garcia, Cerezo e López (1996), voltados atualmente a uma diversidade de programas filosóficos, sociológicos e históricos, enfatizando a dimensão social da CT. Tais abordagens, segundo os mesmos autores, compartilham alguns aspectos, tais como o rechaço da imagem da ciência como atividade neutra, a crítica quanto à concepção da tecnologia como ciência aplicada e neutra, bem como, quanto à defesa da participação pública nas tomadas de decisão envolvendo CT.

Voltado ao contexto escolar, na década de 1970 e início da década de 1980, segundo Aikenhead (2005), CTS repercutiu no momento em que se desenvolvia um

amplo consenso entre educadores de Ciências, com relação à necessidade de mudanças na área, motivado por uma emergente necessidade de educação política. Ou seja, a busca de democratização de processos decisórios, contemplando abordagens multidisciplinares, com currículos organizados em torno de temas, de problemas reais.

Em termos de práxis educacional, na perspectiva da aproximação entre o referencial freiriano e o movimento CTS, Auler (2007) sinaliza encaminhamentos para a Educação em Ciências, pautados em três dimensões: i) currículo estruturado em torno de temas/problemas reais; ii) abordagem interdisciplinar para o enfrentamento desses temas; e iii) democratização dos processos de tomada de decisão em temas sociais que envolvam CT. Para Santos, W. L. P. (2008), uma educação com base em problemas, temas envolvendo o movimento CTS, na perspectiva freireana, está em buscar incorporar ao currículo discussões de valores e reflexões críticas, que possibilitem desvelar a condição humana. Não se trata de uma educação contra o uso da tecnologia e nem uma educação para o uso, mas uma educação em que os estudantes possam refletir sobre a sua condição no mundo frente aos desafios postos pela CT.

De maneira geral, os encaminhamentos pautados pelo movimento CTS estão preocupados com a avaliação dos impactos gerados pelo desenvolvimento científico-tecnológico. Em publicações da área, são frequentes as afirmações que evidenciam a importância da participação e os questionamentos da sociedade perante as consequências do produto científico-tecnológico. Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007), evidenciam essa importância, os quais entendem que,

É necessário que a sociedade, em geral, comece a questionar sobre os impactos da evolução e aplicação da ciência e tecnologias sobre seu entorno e consiga perceber que, muitas vezes, certas atitudes não atendem à maioria, mas, sim, aos interesses dominantes (p. 72).

O GETCTS, fundamentado nas ideias do PLACTS, entende que há a necessidade de ir além da avaliação pós-produção de CT, suscitando uma reflexão sobre o direcionamento dado à atividade científico-tecnológica, ou seja, sobre a agenda de pesquisa. Em outros termos, superar a linearidade que vai da CT para a sociedade, na qual é comum a expressão avaliar impactos de CT na sociedade (S). Há a necessidade de, também, avaliar impactos da sociedade, ou setores desta, no direcionamento dado ao desenvolvimento científico-tecnológico. O PLACTS tem

como orientação o enfrentamento de problemas locais/regionais, problematizando a política científico-tecnológica (PCT) dos países da América Latina estruturada a partir das necessidades de países do denominado Primeiro Mundo. Segundo o PLACTS, há a necessidade de um redimensionamento da PCT da região, que preze e seja coerente com as demandas sociais vivenciadas pelos países latino-americanos (DAGNINO, 2003).

Contudo, a discussão de questões axiológicas frente ao desenvolvimento da CT, reprojeto e redimensionamento da PCT, participação na agenda de pesquisa, constituem dimensões pouco presentes na Educação. Esse alargamento do processo educativo remete para a necessidade de uma compreensão ampliada sobre a não neutralidade da CT. Ou seja, a não neutralidade de CT começa na definição da agenda de pesquisa, sendo, neste processo, o papel dos valores algo central. Nesta perspectiva, alguns trabalhos recentes, tais como, Auler (2002), Auler (2011a), Auler (2011b), Delizoicov e Auler (2011), Santos, R. A. (2012), Strieder (2012) tem buscado, de alguma maneira, transpor estas dimensões para o contexto educacional.

No âmbito do GETCTS, tem-se buscado contemplar, de forma ainda incipiente, tal ampliação mediante o desenvolvimento de currículos fundamentados pelos referenciais Freire-CTS, bem como do PLACTS. As práticas educativas, (MUENCHEN e AULER, 2007; DALMOLIN, ROSO e AULER, 2008; SANTOS, R. A. et al., 2010; DALMOLIN et al., 2011; SANTOS, R. A. et al., 2011; ROSA, ROSO e SANTOS, R. A., 2012), desenvolvidas pelo grupo, têm ocorrido na educação regular, na educação de jovens e adultos (EJA), e, na formação de professores. Estas práticas foram desenvolvidas e orientadas a partir de temas/problemas considerados de relevância social e de repercussão na mídia, sendo que os problemas são obtidos a partir das experiências de vida dos estudantes.

Nesta perspectiva de encaminhamento, são criadas condições para que os estudantes, sujeitos do processo educacional, passem a construir uma percepção crítico/reflexiva de problemas sócio-científicos vivenciados por eles. Essa construção, por exemplo, busca potencializar o engajamento dos estudantes diante de decisões envolvendo o direcionamento dado ao desenvolvimento científico-tecnológico, bem como da avaliação dos impactos pós-produção.

Segundo Auler (2011a), o movimento CTS repercute, de forma geral, em contextos no qual as condições materiais da sociedade podem ser consideradas

como razoavelmente satisfeitas. No entanto, a concepção freireana de participação está enraizada em países latino-americanos e do continente africano, cuja população é afetada por falta de condições materiais, aproximando-se da orientação do PLACTS. Complementando esse diálogo, tem-se a discussão proposta por Strieder (2012), apoiada em Herrera (2003), no qual, os países considerados subdesenvolvidos não deveriam trilhar o mesmo caminho seguido pelos países desenvolvidos, isso por que “levaria à mesma situação de desigualdade social, ao desperdício no uso de recursos, à deterioração do meio ambiente e à alienação da população” (p. 119).

Ainda, para Herrera, esses países deveriam ter como foco um desenvolvimento que trilhasse as necessidades básicas dos mesmos, através de mecanismos de participação que assegurem-se que as decisões sociais representassem os desejos e aspirações da sociedade em geral. No entanto, esses países, por terem um histórico colonial, possuem marcas que se manifestam, naquilo que Freire (2005) denominou de *cultura do silêncio*, ou seja, “inexperiência de participação, do conjunto da sociedade, em processos decisórios” (AULER, 2011a, p. 80). Neste sentido, entendo que a constituição de uma cultura de participação, ou seja, a superação da cultura do silêncio, faz-se necessária para a perspectiva de orientação do PLACTS.

Assim, conforme já destacado: Nesta pesquisa, assumo como horizonte uma cultura de participação articulada em Freire-CTS e PLACTS, referenciais adotados pelo GETCTS. O cientificismo, que permeia as já citadas construções históricas¹, denominadas de mitos: *neutralidade/superioridade do modelo de decisões tecnocráticas*, *perspectiva salvacionista/redentora da CT* e o *determinismo científico-tecnológico*, atribuindo status de superioridade, em qualquer âmbito, ao conhecimento científico, acaba, ideologicamente, justificando a não participação social em processos decisórios, representando um alicerce para a tecnocracia. O cientificismo está acoplado com a ideia de neutralizar e eliminar a participação social em processos decisórios envolvendo CT. Nesta perspectiva de participação, somente o especialista, o técnico e o cientista podem participar e resolver todos os problemas existentes e os que vierem a surgir de um modo ideologicamente neutro.

¹ As construções históricas, denominadas de mitos serão fundamentadas no capítulo 3.

O cientificismo é tanto um alicerce da tecnocracia quanto uma ideologia, muitas vezes, assumida por cientistas, sustentando e realimentando a suposta neutralidade da CT. De acordo com Japiassu (1983), o cientificismo está fundamentado em “três artigos de fé”: i) a ciência como único saber racional e objetivo, portanto, “o melhor dos saberes”; ii) a ciência é a única que tem condições de resolver todos os problemas teóricos e práticos; e iii) cabe ao cientista o papel legítimo e desejável de confiança quanto aos cuidados e direção de todos os problema humanos (p. 83). Para o cientificismo, a ciência não fornece apenas a verdade objetiva e racional, mas também o verdadeiro conhecimento da realidade, da natureza.

Essa concepção de ciência absoluta e, supostamente neutra, é ainda fortemente marcada nas instituições acadêmicas. Essa imagem, legitimada por muitos especialistas, só faz permanecer viva a ideia de que eles são os únicos que sabem o que é melhor para a sociedade, potencializando a tomada de decisão tecnocrática. Assim, permanecer com a ideia de CT como supostamente neutra, favorece a intervenção somente dos especialistas, decidindo o que seria correto e necessário para a sociedade, inviabilizando a participação democrática nas discussões envolvendo a CT (GARCIA, CEREZO e LÓPEZ, 1996).

A crítica ao fato das decisões serem tomadas unicamente por técnicos, de forma alguma está secundarizando o conhecimento científico-tecnológico, nem o papel do especialista. A problematização de limites da tecnocracia consiste no fato de que, em problemas reais, decisões técnicas geralmente vêm acompanhadas de decisões políticas, e, neste modelo decisório, o técnico toma as decisões nos dois campos. Neste sentido, inserem-se, por exemplo, os organismos geneticamente modificados (transgênicos). Auler (2011a), fazendo uma análise sobre esse tema, afirma que, em uma análise mais profunda, que vai além da dimensão técnica, há decisões anteriores ao processo técnico de sua produção, de natureza política e econômica. Para tal argumento, ele utiliza a fala de Seiler (1998) sobre a opção política de produzir, tecnicamente, plantas geneticamente modificadas resistentes ao glifosato,

O mais gritante exemplo desta principal tendência de pesquisa, ignorando aliás amplamente as necessidades básicas dos países do Terceiro Mundo, é o esforço obstinado de todas as companhias químicas envolvidas em biotecnologia agrária, em não melhorar a resistências de plantas cultivadas contra pestes e doenças, mas sim em aperfeiçoar a tolerância destas

sementes contra pesticidas produzidos pela mesma companhia (SEILER, 1998, p. 53)

Ficam perceptíveis, nas afirmações acima, dimensões de outras naturezas, além da dimensão técnica. Fundamentar a argumentação em critérios apenas científico-tecnológico, reforça o modelo tecnocrático, silenciando interesses, por exemplo, do mercado capitalista. Da mesma forma, outros temas, tais como a degradação ambiental, segurança pública, mobilidade urbana, entre outros, ficando apenas sobre a óptica técnico-científica, podem resultar em consequências possivelmente irreversíveis, como por exemplo, os problemas socioambientais.

Conforme já destaquei, para a constituição de uma cultura de participação, entendo ser fundamental a problematização das referidas construções históricas, considerando que estas, associadas à suposta neutralidade, respaldam modelos decisórios tecnocráticos. Tal problematização remete a desafios para o campo educacional, estes são um tanto inéditos para este campo, mas, se não assumidos, ao invés de participação, os processos educacionais podem estar reforçando a passividade.

1.2 Ciência-Tecnologia-Sociedade como movimento social mais amplo

Conforme já citado, o pano de fundo do movimento CTS está associado também à superação da suposta neutralidade da CT. Isto porque, em meados do século XX, em setores de países capitalistas centrais, houve uma crescente percepção de que o desenvolvimento científico-tecnológico não estava conduzindo linear e automaticamente ao bem-estar da sociedade. Dentre as implicações mais graves, a degradação ambiental vinculada à energia nuclear (bombas atômicas) fez com que a CT fosse vista como uma ameaça à própria espécie humana, tornando-se alvo de um olhar mais crítico, representando o primeiro ponto de inflexão quanto ao caráter benéfico, otimista da CT (GARCIA, CEREZO e LÓPEZ, 1996).

De acordo com Garcia, Cerezo e López (1996), a publicação do livro *A Estrutura das Revoluções Científicas*, do historiador da ciência e físico, Thomas Kuhn (1962), teve um papel semelhante ao livro publicado pela bióloga naturalista Rachel Carson, *Silent Spring* (1962), título relacionado ao desaparecimento de pássaros (PRAIA; GIL-PÉREZ e VILCHES, 2007), que questiona os riscos associados à inseticidas. Ambas as publicações potencializaram as discussões

sobre as interações entre ciência, tecnologia e sociedade, passando a ser problematizada, em alguns contextos, a suposta neutralidade da CT.

Segundo Garcia, Cerezo e López (1996), até este momento histórico, a tecnologia era vista de maneira apenas benéfica, mas após as aplicações do Projeto Manhattan em Hiroshima, o seu caráter positivo ou negativo estava associado a utilização de determinada tecnologia, considerando, por exemplo, que “hay átomos para la guerra y átomos para la paz; es, por tanto una decisión humana qué hacer com la tecnologia nuclear” (p. 53).

Neste contexto, as inovações tecnológicas das décadas de 1960 e 1970, foram associadas à degradação socioambiental, fazendo com que a CT fosse deslocada do espaço da suposta neutralidade para o debate político (AULER, 2011a). Neste cenário, segundo Auler (2002), a origem do movimento CTS está associada ao questionamento do modelo de gestão tecnocrática. Compartilhar essa ideia tende a contribuir na democratização frente a decisões envolvendo CT em determinadas sociedades, ou seja, decisões mais democráticas e menos tecnocráticas.

Complementando essa ideia, o autor ainda destaca que um dos objetivos desse movimento é reivindicar um redirecionamento tecnológico, problematizando o modelo linear de progresso (FIG. 01), no qual o desenvolvimento científico (DC) gera desenvolvimento tecnológico (DT), este por sua vez gera o desenvolvimento econômico (DE), que por fim irá gerar um desenvolvimento social (DS), sendo que, nessa perspectiva de desenvolvimento, somente decisões tecnocráticas são aceitáveis (GARCIA, CERESO e LÓPEZ (1996) apud AULER, (2002)).

DC → DT → DE → DS

Figura 01 - Modelo Tradicional/Linear de Progresso (AULER, 2002, p. 25).

A imagem tradicional, linear de CT deriva de uma série de fatores heterogêneos durante o século XIX. Esta imagem está associada ao empirismo lógico, no qual a ciência era vista apenas como a busca de verdades, concebida como motor do desenvolvimento tecnológico, um desenvolvimento que era tido como a base da Revolução Industrial. Imagem questionada, hoje, de uma CT livre de valores e compromissos práticos. (GARCIA, CERESO e LÓPEZ, 1996).

De acordo com os mesmos autores, os estudos referentes ao movimento CTS constituem uma resposta acadêmica à crescente insatisfação com a imagem tradicional da CT, aos problemas políticos e econômicos associados ao desenvolvimento científico-tecnológico e aos movimentos sociais de protestos iniciados na década de 1960 e início da década de 1970.

Neste contexto, diante dos descontentamentos em relação a diferentes problemas relacionados ao desenvolvimento da CT, Garcia, Cerezo e López (1996) destacam duas principais vertentes que deram origem ao movimento CTS: a europeia e a norte-americana. Tais vertentes objetivavam analisar criticamente a relação entre a tríade CTS e opor-se principalmente a visão de ciência autônoma e tecnologia como ciência aplicada, contribuindo desta maneira para a desmistificação da imagem tradicional da CT.

Assim, na década de 60 e 70, surge na Europa uma resposta mais acadêmica, frente à agitação social dos problemas envolvendo a CT vivenciados na época, dando origem aos Estudos da Ciência e da Tecnologia (CEREZO, 1998). Essa tradição enfatizava mais a dimensão social antecedente ao desenvolvimento científico-tecnológico, centrando-se em descrever como participam a gênese e aceitação das teorias científicas na diversidade de fatores econômicos, políticos, culturais, entre outros. Neste sentido, essa vertente preocupa-se mais em um princípio de explicação da origem das teorias científicas, tendo a ciência como processo (GARCIA, CEREZO e LÓPEZ, 1996).

Já, nos Estados Unidos, a corrente CTS é fortemente marcada por uma tradição mais ativista, preocupada com as consequências socioambientais dos produtos tecnológicos, implicada nos movimentos de protestos sociais (CEREZO, 1998). Ao contrário da tradição europeia, a americana tem um caráter mais prático e um alcance valorativo, implicando em uma reflexão ética e educativa, e, no interesse da democratização dos processos de tomada de decisão nas políticas tecnológicas e ambientais (GARCIA, CEREZO e LÓPEZ, 1996).

Apesar das divergências quanto às iniciativas que deram origem ao movimento CTS, ambas as vertentes objetivavam o mesmo enfoque, questionar/problematizar/analisar a visão tradicional da CT (DIAS, 2008). Assim, para sintetizar as características intrínsecas de cada tradição, Garcia, Cerezo e López (1996) destacam através de um esquema a perspectiva social da CT para cada uma das vertentes, como segue abaixo.

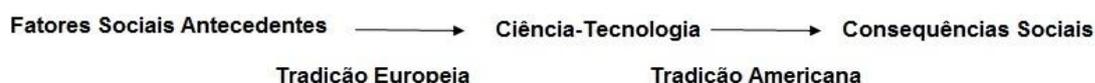


Figura 02 – Esquema das características das tradições europeia e americana, adaptado de Garcia, Cerezo e López, (1996, p. 67).

Há, ainda, uma terceira tradição que é um tanto ignorada pela literatura internacional, a qual denomina-se de Pensamento Latino-Americano sobre Ciência-Tecnologia-Sociedade (PLACTS), vertente que, segundo Dias (2008), emerge também em meados da década de 1960 a partir de dois fenômenos paralelos. O autor, citando Cutcliffe (2003), destaca que o primeiro está relacionado aos movimentos sociais diante de manifestações por direitos civis e pelo meio ambiente, crítica ao consumismo exacerbado, preocupações relacionadas à pesquisa genética, utilização da energia nuclear, entre outros. Movimentos que demonstraram preocupação e descontentamento em relação à CT.

O segundo fenômeno, segundo Dias (2008), está associado ao descontentamento de parte da comunidade científica de países latino-americanos, “frente às recomendações de política pregadas pelos organismos internacionais” (p. 02), como, por exemplo, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e pela Organização dos Estados Americanos (OEA), que apresentavam recomendações relacionadas à visão linear/tradicional entre CT e desenvolvimento.

Na Argentina, em linhas gerais, vinculado ao reconhecimento internacional da sua ciência, que, na segunda metade da década de 60, iniciou os Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia (ECTS), embrião do PLACTS. A partir deste momento, há o surgimento de insatisfação da própria comunidade de pesquisa argentina em relação ao pouco investimento/apoio oferecido pelo governo em relação às suas atividades. Neste contexto, se inicia um debate envolvendo questões econômicas, defendendo a industrialização ao invés de importações no meio acadêmico (DAGNINO, 2010a).

A CT desejada pelos seguidores do PLACTS estava na busca por uma agenda de pesquisa que contemplasse as demandas locais/regionais, fazendo da CT “um objeto de estudo público, um tópico ligado à estratégias de desenvolvimento social e econômico” (VON LINSINGEN, 2007, p. 7). Segundo essas análises, tais

demandas não são contempladas pela chamada “transferência tecnológica”, ou seja, tecnologias vindas de outros contextos, sendo inseridas numa dada sociedade. Tecnologias, por exemplo, do Hemisfério Norte, não necessariamente se adaptam às necessidades, estrutura física e social da sociedade dos países latino-americanos (VARSAVSKY, 1969).

Assim, segundo Dagnino (2010a), o PLACTS constituiu-se numa orientação de um novo tipo de relação entre a tríade CTS. Von Linsingen (2007) afirma que um dos problemas centrais discutidos pelo PLACTS baseia-se em que tipo de CT se fala quando nos referimos aos países da América Latina, para que assim se torne possível buscar meios e instrumentos “para o desenvolvimento local do conhecimento científico e tecnológico, de modo a satisfazer as necessidades da região” (p. 7).

Dessa maneira, essa vertente, que se insere no movimento CTS, embora negligenciada na literatura internacional, discute a necessidade de um redimensionamento da PCT no contexto dos países da América Latina.

1.3 Repercussões do movimento CTS no contexto educacional

No contexto brasileiro, CTS começou a repercutir, de maneira pontual, no currículo de Ciências do final dos anos 1980, quando se iniciou uma reivindicação do ensino para compreender o uso da tecnologia e consolidar a democracia. Isso devido às discussões que repercutiram no Brasil devido ao contexto político-econômico vivenciado no mundo. Porém, somente em 1998 houve a inserção de CTS nos currículos por meio de documentos legais, nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), constando diretrizes para o ensino de Ciências e suas Tecnologias, tendo como um dos seus objetivos o desenvolvimento de competências e habilidade para o exercício de intervenção e análise crítica envolvendo CT, no contexto social (STRIEDER, 2008). No entanto, foi a partir de 1990 que pesquisas acadêmicas sobre CTS passaram a ocupar espaços nas academias, nos Programas de Pós-Graduação (SANTOS, W. L. P., 2008). O autor destaca algumas pesquisas pioneiras, tais como Santos, W. L. P. (1992), Trivelato (1993), Amorim (1995), Cruz (2001), Auler (2002), Koepsel (2003).

Santos, W. L. P. (2011) destaca que os estudos de CTS, no ensino de ciências, surgiram com o objetivo de discutir o papel da ciência e suas implicações sociais. Esses estudos, que foram ampliados rapidamente, passaram a ser incorporados ao movimento de educação científica para a formação da cidadania. Como decorrência disso, segundo o autor, apoiado em Aikenhead (1994), Fensham (1998) e Rosenthal (1989), muitos trabalhos passaram “a adotar a denominação CTS e diferentes concepções foram desenvolvidas, de forma que se pode atribuir diferentes significados para o que tem sido denominado como CTS” (p. 29).

Dessa maneira, mesmo com a marca polissêmica envolvendo a abordagem CTS, o destaque está em propostas de configurações curriculares em torno de temas que necessitam um enfoque multidisciplinar, com um trabalho solidário/coletivo das diferentes áreas do saber (AULER, 2011b). Auler, apoiado em diferentes autores, traz como objetivo central desse movimento a busca de uma maior participação da sociedade, como um todo, em processos decisórios sobre os temas e problemas reais e contemporâneos, condicionados pelo desenvolvimento da CT (GARCÍA, CERESO e LÓPEZ 1996; PRAIA, GIL-PEREZ E VILCHES, 2007). Conforme já dito, no âmbito do GETCTS, a matriz teórica que serve de balizamento educacional é a perspectiva de Paulo Freire, aproximação/articulação iniciada em Auler (2002).

Strieder (2012), em um levantamento de pesquisas pautadas sobre CTS, no contexto brasileiro, na busca de uma melhor compreensão de características e evolução das diferentes abordagens dadas a ele, destacou uma série de diversidades do movimento CTS. A autora destaca que,

[...] não há um consenso do que diz respeito a instrumentos concretos para inserir discussões sobre CTS nos espaços escolares, ou seja, sobre como alcançar os objetivos propostos, quais elementos e estratégias precisam ser utilizados e/ou priorizados (p. 49).

Strieder ainda destaca que, na análise realizada, a natureza *interdisciplinar*, e a *abordagem contextualizada* dos conceitos científicos são ressaltadas. No entanto, em sua análise, destaca que, muitas vezes, essa postulação não passa de uma retórica, não efetivada nas intervenções curriculares. Destaca também uma ausência quanto à análise crítica/reflexiva das interações CTS. Segundo a autora, há trabalhos em que está ausente a perspectiva da *participação social* em temas envolvendo CT, sendo este o objetivo central do movimento CTS. CTS concebido

apenas como uma nova maneira, uma nova metodologia de abordar conceitos científicos nos currículos de Ciências. Ou seja, apesar de defenderem um discurso teórico, que se aproxima, por exemplo, da formação de cidadãos críticos, inserção do estudante na sociedade, contextualização do conhecimento científico, entre outros, o que ocorre é que há uma divergência da teoria proposta com a prática executada (STRIEDER, 2012).

Apesar da constatação de uma fragilidade no incentivo/engajamento à *participação social* em questões voltadas ao desenvolvimento científico-tecnológico, evidenciado por Strieder (2012) em pesquisas, no contexto brasileiro, há outras com evidências distintas. Ou seja, encaminhamentos que contemplam tal pretensão, os quais buscam potencializar a tomada de decisão, uma preparação de cidadãos que exerçam o controle social sobre a CT, implicando uma educação com valores éticos para o compromisso com a sociedade (SANTOS, W. L. P. e MORTIMER, 2001).

Em relação ao exposto, Auler (2011a) entende que a tomada de decisão tem sido praticada como potencializadora de participação. O autor, problematizando uma expressão consagrada, a *participação fundamentada em processos decisórios*, questiona o que é participação fundamentada? Fundamentada em quê? Para o autor, há indicativos de que tal fundamentação está, muitas vezes, restrita ao campo científico-tecnológico, desconsiderando outros campos de conhecimento. Sendo assim, o pano de fundo da tomada de decisão continua sendo tecnocrático.

No Brasil, a linha de pesquisa CTS, no campo educacional, vem demonstrando sinais de crescimento desde 1990, ganhando, a partir de então, fôlego (AULER, 2011b). Nesse sentido, Delizoicov destaca, “podemos reconhecer que, após 1995, as pesquisas cujos temas são relacionados à CTS vêm crescendo e tem presença cada vez maior nos congressos” (2007, p. 429).

Desde então, passados alguns anos, deu-se um salto emergente de pesquisa em CTS. Um conjunto de pesquisas (ABREU, FERNANDES e MARTINS, 2009; HUNSCHE et al., 2009; STRIEDER e KAWAMURA, 2009; TOTI, PIERSON e SILVA, 2009, STRIEDER, 2012) tem buscado caracterizar CTS, identificando, por exemplo, tendências, fundamentos teórico-metodológicos e sinalizações para o contexto brasileiro (AULER, 2011b). No entanto, poucos estudos/reflexões têm ocorrido sobre a questão da não neutralidade da CT, sendo esta a dimensão central do movimento CTS, e, portanto, é atualmente uma questão abordada em discussões e reflexões no GETCTS, e particularmente, nesta pesquisa. Essas discussões estão articuladas ao

desenvolvimento de projeto aprovado e financiado pelo CNPq (AULER, 2011b), denominado “Ciência-Tecnologia-Sociedade: dimensões da não-neutralidade”.

Em relação aos referenciais que discutem CTS, diferentemente do que ocorreu na Europa e nos Estados Unidos, o PLACTS não repercutiu no campo educacional. Consistiu de uma reflexão realizada em setores da própria comunidade científica, a qual buscava um redirecionamento, outros rumos para o desenvolvimento científico-tecnológico. Essa aproximação, com o âmbito educacional, vem sendo construída por grupos de pesquisas ligados à Educação, principalmente no Brasil, como o GETCTS, já citado, o Grupo de Análise de Políticas de Inovação (GAPI) da Universidade Estadual de Campinas, o Grupo de Pesquisa Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente, da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, bem como, na pesquisa realizada no doutorado de Strieder (2012), dentre outros.

No próximo capítulo, proponho o caminho metodológico da pesquisa, sendo esta uma pesquisa qualitativa, de cunho bibliográfico, o qual foi utilizada a Análise Textual Discursiva (ATD), proposta por Moraes (2003), dinamizada em três etapas: unitarização, categorização e comunicação.

2. ENCAMINHAMENTO TEÓRICO-METODOLÓGICO

Conforme já destacado, a origem do movimento CTS, com repercussões no campo educacional, está associada a contextos em que houve o questionamento da suposta neutralidade da CT. Subjacente a isso, postulou-se a superação de modelos decisórios tecnocráticos, com a defesa de uma maior democratização das decisões em temas e problemas envolvendo CT. No Brasil, abordagens CTS têm tido um incremento significativo, no entanto, poucas pesquisas relacionam suas discussões à questão da suposta neutralidade. É neste contexto que surge e amadurece o problema de pesquisa, no qual busco investigar se as referidas construções históricas, denominadas de mitos, ou seja, a suposta neutralidade/superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, a perspectiva salvacionista/redentora atribuída à CT e o determinismo científico-tecnológico, sustentadas e realimentando a suposta neutralidade, têm sido trabalhadas em práticas educativas relacionadas à Ciência-Tecnologia-Sociedade? Quais encaminhamentos têm sido dados?

Para tal, como objetivos proponho:

- i) Identificar, em práticas educativas relacionadas à CTS, apresentadas em literatura da área, as abordagens dadas às três construções históricas: neutralidade/superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, perspectiva salvacionista/redentora da CT e o determinismo científico-tecnológico, vinculados à concepção de suposta neutralidade da CT;
- ii) Analisar e aprofundar os aspectos caracterizados, no que tange às três construções históricas acima citadas, em uma visão de não neutralidade da CT;
- iii) Sinalizar parâmetros à Educação em Ciências de modo a fundamentar propostas de práticas educativas, que contribuam para a superação destas construções históricas, na compreensão da não neutralidade da CT no contexto CTS.

Esse trabalho consiste em uma pesquisa qualitativa de cunho bibliográfico. Constitui-se de uma análise documental, que segundo Lüdke e André (1999) representa uma técnica de “[...] abordagem de dados qualitativos, seja complementando as informações obtidas por outras técnicas, seja desvelando aspectos novos de um tema ou problema” (p. 38). De acordo com Laville e Dionne (1999) e Phillips apud Lüdke e André (1986), documentos são toda fonte de informações já existentes, como documentos impressos, por exemplo, revistas,

jornais, atas de congressos, diários pessoais, livros didáticos, etc. e ainda, recursos audiovisuais como pinturas, filmes, vídeos, fotos, entre outros. Nesta pesquisa, os documentos estão constituídos de publicações de pesquisas realizadas, em Educação em Ciências, presentes em revistas da área.

Enquanto recurso teórico-metodológico para a análise das informações obtidas, foi utilizada a Análise Textual Discursiva (ATD), caracterizada por Moraes (2003). De acordo com o autor, a ATD:

[...] pode ser compreendida como um processo auto-organizado de construção de compreensão em que novos entendimentos emergem de uma sequência recursiva de três componentes: desconstrução dos textos do *corpus*, a *unitarização*; estabelecimento de relações entre os elementos unitários, a categorização; o captar do novo emergente em que a nova compreensão é comunicada e validada (p. 192) [grifo do autor].

A análise qualitativa ocorre com a construção de significados a partir de um conjunto de textos. Neste caso, de publicações, posteriormente explicitadas. Segundo Moraes (2003), “os materiais textuais constituem significantes a que o analista precisa atribuir sentidos e significados” (p. 192). Um texto possibilita diversas significações, ou seja, diferentes leituras e sentidos que podem ser realizados sobre um mesmo texto. Essa multiplicidade de significados pode ser justificada pelos diferentes pressupostos teóricos assumidos. Para Moraes (2003), “diferentes teorias possibilitam os diferentes sentidos de um texto. Como as próprias teorias podem sempre modificar-se, um mesmo texto sempre pode dar origem a novos sentidos” (p. 193).

De acordo com o mesmo autor, a análise textual tem início com um conjunto de pressupostos teóricos em relação aos materiais textuais que serão analisados, materiais que constituem um conjunto de significantes. O objetivo do pesquisador é atribuir a esse conjunto significados diante de seus conhecimentos e teorias, no qual a “comunicação desses novos sentidos e significados é o objetivo da análise” (p. 193).

O processo de análise tem início com a delimitação do *corpus*², o qual será apresentado em seguida. Para alcançar resultados válidos e confiáveis, o *corpus* requer uma seleção criteriosa e rigorosa. Há a necessidade do pesquisador se assumir autor das interpretações que constrói do texto analisado, com base em suas perspectivas teóricas e nos objetivos definidos para a pesquisa.

² Denominação utilizada por Bardin, L., 1977.

Após esse processo, a ATD tem continuidade com a desconstrução e unitarização do *corpus*, etapa que consiste na desmontagem dos textos, destacando os seus elementos constituintes. “Implica colocar o foco nos detalhes e nas partes componentes, um processo de divisão que toda análise implica” (MORAES, 2003, p. 195). É a partir da desconstrução dos textos que surgem as unidades de análise, ou também denominada por Moraes de unidades de significado ou de sentidos. Para o autor, essa etapa pode ser concretizada em três momentos distintos: fragmentação dos textos e a codificação das unidades; reescrita de cada unidade, afim de um significado mais completo; e, atribuição de um título/nome para cada uma das unidades estabelecidas. Segundo Moraes (2003), esse processo de análise constitui em uma etapa de desordem e desconstrução, anterior a novas compreensões. Há a necessidade de desestabilizar a ordem estabelecida, desorganizar o conhecimento existente. E ainda,

A unitarização é um processo que produz desordem a partir de um conjunto de textos ordenados. Torna caótico o que era ordenado. Nesse espaço uma nova ordem pode constituir-se às custas da desordem. O estabelecimento de novas relações entre os elementos unitários de base possibilita a construção de uma nova ordem, representando uma nova compreensão em relação aos fenômenos investigados (p. 196).

Após a unitarização, é realizada o processo de categorização, no qual as unidades estabelecidas inicialmente passam a ser agrupados entre elementos com significados semelhantes. Esses conjuntos de elementos constituem as categorias. Esse processo tem como finalidade reunir elementos semelhantes, mas também nomear e definir as categorias que vão sendo construídas. Nesta etapa, as categorias necessitam ser válidas ou pertinentes com relação aos objetos de análise e aos objetivos da pesquisa. As categorias passam a ser válidas, quando as informações categorizadas atendem aos objetivos da análise. Para Moraes (2003),

No seu conjunto, as categorias constituem os elementos de organização do metatexto que a análise pretende escrever. É a partir delas que se produzirão as descrições e interpretações que comporão o exercício de expressar as novas compreensões possibilitadas pela análise. A caracterização da análise textual pode ser feita a partir das propriedades que se exigem para as categorias (p. 197).

Para a construção do metatexto, terceira etapa do processo, o analista passa a costurar os argumentos contidos nas categorias, a fim da compreensão do todo, ou seja, é um conjunto de argumentos capaz de expressar a compreensão do pesquisador em relação aos fenômenos investigados, relação entre a teoria e a

prática. De acordo com Moraes (2003), tal processo constitui-se como inacabado o exige uma crítica permanente dos produtos parciais, “no sentido de uma explicitação cada vez mais completa e rigorosa de significados construídos e da compreensão atingida” (p. 201). A esquematização da ATD, proposto por Torres et al. (2008), pode ser ilustrada conforme a imagem abaixo.

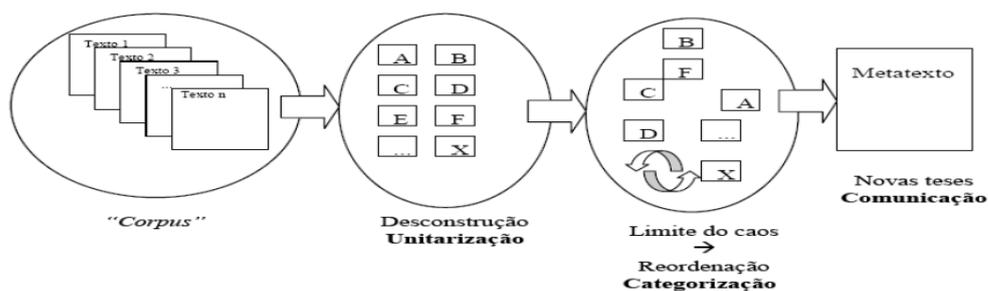


Figura 03: Sistematização do processo da ATD, esquema obtido de Torres et al. (2008, p. 4).

Para introduzir a dinâmica estabelecida pela ATD, inicialmente, foi definido o *corpus* de análise, no qual foram selecionados artigos autoidentificados no título, resumo, palavras-chave, e/ou, quando necessário, na introdução, as palavras Ciência-Tecnologia-Sociedade, Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente, ou as siglas CTS, CTSA, C-T-S, C-T-S-A, C/T/S, C/T/S/A, C.T.S., C.T.S.A. Para a efetiva seleção do artigo, havia uma outra condição, a qual era, tratar-se de artigo vinculado a uma prática educativa efetivamente realizada. Essa busca ocorreu nos seguintes periódicos da área de Educação em Ciências: Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia³ (2008-2013); Ciência & Educação⁴ (1998-2013), Ciência & Ensino⁵ (1996-2008); Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências⁶ (1999-2013), Investigações em Ensino de Ciências⁷ (1996-2013); Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências⁸ (2001-2013).

A seleção destes periódicos considerou que estes contemplam significativa parcela da pesquisa nacional sobre a Educação em Ciências, fácil acesso, e, número relevante de práticas educativas pautadas pelo referencial do movimento CTS. Em geral, tais publicações resultam de pesquisas realizadas no âmbito do mestrado ou doutorado e de trabalhos apresentados em eventos da área. Para a

³ Disponível em: <http://www.ppgect.ufsc.br/alexandriarevista/>

⁴ Disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/cienciaeeducacao/>

⁵ Disponível em: <http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino>

⁶ Disponível em: <http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/>

⁷ Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/>

⁸ Disponível em: <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/revista/index.html>

delimitação do *corpus* de análise, o período considerado de cada periódico, foi a partir de sua primeira publicação até junho de 2013, exceto a Revista Ciência & Ensino que teve publicação até o ano de 2008, e, entrou como critério de seleção devido à edição de um número especial sobre “Educação em Ciência-Tecnologia-Sociedade e Ambiente” publicado no ano de 2007.

Assim, na delimitação do *corpus*, foram selecionados vinte e seis (26) artigos, sendo estes caracterizados como: três (03) artigos com prática educativa na formação inicial de professores, quatro (04) na formação continuada de professores, dezoito (18) na educação básica e profissionalizante, e um (01) no ensino superior, no curso de engenharia de produção. Os 26 artigos selecionados e caracterizados, de acordo com o tipo de prática educativa desenvolvida, podem ser visualizados no quadro abaixo.

Quadro 01 – Artigos selecionados e caracterizados

Nº do Artigo	Autor/Ano	Caracterização da Prática Educativa	Periódicos de Educação em Ciências
01	ARAÚJO e FORMENTON (2012)	Educação básica e profissionalizante	Alexandria
02	AMORIN (2001)	Educação básica e profissionalizante	Ciência & Educação
03	GOUVÊA e LEAL (2001)	Educação básica e profissionalizante	Ciência & Educação
04	ANGOTTI; BASTOS e MION (2001)	Educação básica e profissionalizante	Ciência & Educação
05	ANDRADE e CARVALHO (2002)	Educação básica e profissionalizante	Ciência & Educação
06	SAMAGAIA e PEDUZZI (2004)	Educação básica e profissionalizante	Ciência & Educação
07	MUENCHEN e AULER (2007)	Formação continuada de professores	Ciência & Educação
08	ASSIS e TEIXEIRA (2009)	Educação básica e profissionalizante	Ciência & Educação
09	MACHADO e PINHEIRO (2010)	Ensino superior (engenharia de produção)	Ciência & Educação

10	FIRME e AMARAL (2011)	Educação básica e profissionalizante	Ciência & Educação
11	SILVA e CARVALHO (2012)	Formação inicial de professores	Ciência & Educação
12	MUNDIN e SANTOS, W. L. P. (2012)	Educação básica e profissionalizante	Ciência & Educação
13	FLOR (2007)	Educação básica e profissionalizante	Ciência & Ensino
14	ZUIN e FREITAS (2007)	Formação inicial de professores	Ciência & Ensino
15	BERNARDO; VIANNA e FONTOURA (2007)	Formação continuada de professores	Ciência & Ensino
16	LEAL e GOUVÊA (2002)	Educação básica e profissionalizante	ENSAIO
17	MARANDINO e LANELLI (2012)	Educação básica e profissionalizante	ENSAIO
18	BARBOSA; LIMA e MACHADO (2012)	Educação básica e profissionalizante	ENSAIO
19	SANTOS, M. S.; AMARAL e MACIEL (2012)	Educação básica e profissionalizante	ENSAIO
20	SASSERON e CARVALHO (2008)	Educação básica e profissionalizante	Investigações em Ensino de Ciências
21	SILVA e CARVALHO (2009)	Formação inicial de professores	Investigações em Ensino de Ciências
22	SANTOS, W. L. P. e MORTIMER (2009)	Educação básica e profissionalizante	Investigações em Ensino de Ciências
23	CARLETTO e PINHEIRO (2010)	Educação básica e profissionalizante	Investigações em Ensino de Ciências
24	FABRI e SILVEIRA (2013)	Educação básica e profissionalizante	Investigações em Ensino de Ciências
25	GURGEL (2001)	Formação continuada de professores	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
26	MUENCHEN e AULER (2007)	Formação continuada de professores	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências

Na perspectiva de problematizar a suposta neutralidade da CT, tema central da minha pesquisa, proponho um aprofundamento teórico no capítulo seguinte, apontando diferentes dimensões sobre a não neutralidade da CT. Destaco autores que visam essa discussão, articulando aproximações entre suas perspectivas teóricas. Entendo, apoiada em Auler (2002), que a suposta neutralidade da CT sustenta, é sustentada e realimenta as já referidas construções históricas realizadas sobre a atividade científico-tecnológica. Assim, no próximo capítulo, aprofundo essas manifestações da suposta neutralidade da CT, problematizando-as na perspectiva de fundamentar a análise dos artigos que constituem meu *corpus* de pesquisa, aspecto motivado pela busca de parâmetros para construção de práticas educativas pautadas por processos participativos, não tecnocráticos.

3. NÃO NEUTRALIDADE DA CIÊNCIA-TECNOLOGIA

A ideia de neutralidade científica não é um “privilegio” dos tempos modernos. Os questionamentos quanto ao pensamento religioso, este sim, considerado não neutro, já que objetivava intervir na realidade social, por intermédio dos fiéis, potencializou a ideia de neutralidade. Isso ocorreu a partir do século XV, durante o iluminismo, tornando-se o primeiro movimento que se contrapõe a verdade revelada na palavra de Deus. A ciência, na concepção de neutralidade, mesmo objetivando o mesmo ideal, ‘a verdade’, admite somente os argumentos racionais, com procedimentos empíricos através de um suposto método privilegiado, conferindo então a justificação daquela verdade (DAGNINO, 2008).

Dagnino (2008), citando Lakatos (1981), destaca que o pensamento religioso estaria associado às práticas sociais, dos contextos socioculturais; já a ciência teria uma lógica autônoma, própria, em relação aos processos sociais. Nesse sentido, no final do século XVIII, a ideia de neutralidade foi reforçada. Assim, neste movimento, “a subjetividade devia ser contida dentro do limite da objetividade” (DAGNINO, 2008, p. 38), reproduzindo a realidade, intensificando a ideia de que a ciência equivale à verdade absoluta e inquestionável. Essa visão, entendida como cientificista, é criticada por Japiassu (1975), o qual destaca que, nesta, as verdades humanas, para terem algum significado, devem estar de acordo com os critérios de uma verificação experimental, portanto, “[...] a arte, a religião, a vida afetiva e a vida cotidiana, que não se deixam reduzir à obediência às normas físico-matemáticas, são desacreditadas como desprovidas de sentido” (p. 73).

Segundo Lacey e Mariconda (2001), o conflito entre Galileu e a igreja nutriu a ideia de que a ciência é ou deveria ser isenta de valores, fazendo com que essa ideia ganhasse lugar na ciência moderna, sendo frequentemente afirmada, reinterpretada. No entanto, Galileu não considerou a autonomia da ciência em toda a sua generalidade, ele objetivava que a investigação científica estivesse livre das interferências específicas da igreja católica, na qual esta usava da sua autoridade como forma de condenações, punições, coerção violenta, etc. Galileu visava o direito de ensinar e defender suas produções científicas sem a interferência e restrições que seriam interpretadas por outras doutrinas, que acabavam caindo na autoridade reivindicada pela igreja.

Contemporaneamente, cada vez mais, ficam evidentes influências sobre a ciência. Influências de cunho religioso, social, ambiental e econômico estão presentes, e acabam, mesmo que de maneira indireta, guiando os rumos do desenvolvimento científico-tecnológico. Neste sentido, Lacey e Mariconda (2001) destacam que,

Ninguém tem condições de saber o que Galileu teria achado dos fatos contemporâneos: de que certos cientistas qualificados participam de pesquisas controladas por autoridades militares (“classified research” – “pesquisa qualificada”); de que certos cientistas qualificados se subordinam a interesses empresariais; e de que, em geral, as instituições da ciência ajustam-se a esses fatos (p. 59)[grifo do autor].

Complementando o exposto acima, Oliveira (2008) destaca que, “a autonomia constitui a reivindicação de que a prática científica não sofra interferências externas, de natureza religiosa, política ou ideológica” (p. 109). A ciência, vista dessa maneira, está isenta de contaminações valorativas (social, ética, ambiental, política, cultural, étnica, etc.), como se as influências externas a prática científico-tecnológica não conseguissem ultrapassar as barreiras (supostamente invisíveis) postas no desenvolvimento da CT (FIG. 04). Assim, esse desenvolvimento ocorreria em um local isolado, num ambiente fechado.

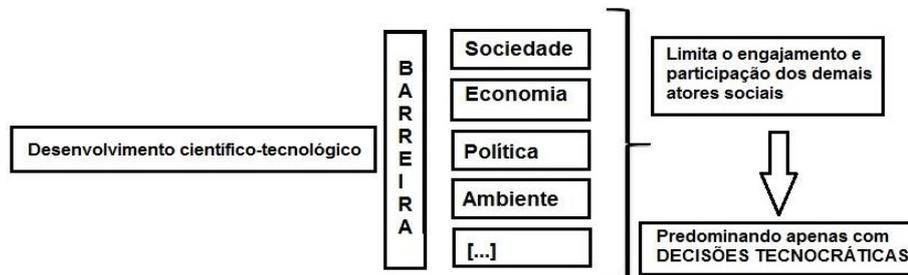


Figura 04: Isolamento entre o desenvolvimento científico e os diversos valores na visão da suposta neutralidade da CT. Autoria própria.

Dagnino (2008), apoiado nos Estudos Sociais da Ciência e Tecnologia (ESCTS), faz uma análise quanto ao desenvolvimento da CT, considerando dois focos. Um, nas duas primeiras componentes da tríade CTS, ou seja, “CT”, e outro no “S” (sociedade), considerando a sociedade como participante na construção da CT (FIG. 05). Com o olhar apenas na CT, segundo o autor, esta pode ser entendida como um desenvolvimento linear, universal. A CT, neste contexto, pode ser considerada como um assunto apenas técnico e não político.

De acordo com o autor, essa visão possui duas variantes: a neutralidade da CT e o determinismo tecnológico. A neutralidade carrega consigo a ideia de que a CT “não se relaciona com o contexto no qual é gerada” (p. 39). E, ainda,

“permanecer dele sempre isolada é um objetivo e regra de ‘boa ciência’” (p. 39). Já o determinismo tecnológico é entendido como se o desenvolvimento socioeconômico fosse determinado linearmente pelo avanço da CT, sendo a tecnologia condutora e determinante da estrutura da sociedade.

Diferentemente dessa abordagem, Dagnino (2008), através do ESCTS, aponta o olhar com foco na sociedade. Neste ponto de vista, a CT é influenciada pela sociedade. O autor faz a divisão dessa visão em duas teses: a tese fraca e a tese forte da não neutralidade. A primeira postula a ideia de que o conhecimento científico-tecnológico internaliza as principais características do contexto vivenciado, constituindo-se como “funcional para o seu desenvolvimento e a sua permanência” (p. 83).

A segunda tese incorpora a primeira, porém, vai além. A CT é construída de maneira que é funcional para determinada sociedade, estando comprometida de tal maneira com esta que torna-se disfuncional para outra organização social. Assim, o autor destaca que, segundo esta tese, a apropriação de uma determinada CT por outra sociedade, que possui objetivos socialmente diferentes, não é adequada.

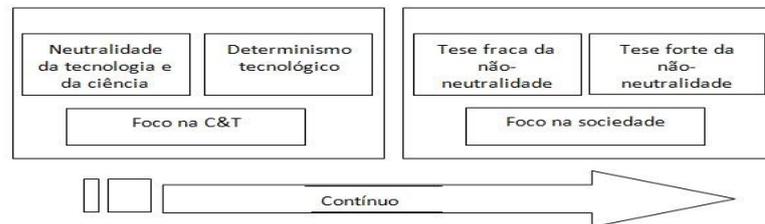


Figura 05: Dimensões do desenvolvimento científico-tecnológico proposto por Dagnino, esquema adaptado de Dagnino (2008, p. 29).

Lacey (2008, 2010), de outra maneira, discute o papel dos valores na atividade científica. Segundo o autor, a afirmação de que *a ciência é livre de valores* constitui construção histórica alicerçada na tese constituída de três ideias: a *imparcialidade*, a *neutralidade* e a *autonomia*.

No contexto da atividade científica, mais especificamente, na escolha entre teorias rivais, de acordo com a *imparcialidade*, não há papel para valores morais e sociais, mas apenas para valores cognitivos. Estes podem ser considerados como critérios a serem satisfeitos por uma boa teoria, como, por exemplo, adequação empírica, poder explicativo, fecundidade, entre outros. O autor destaca que a ideia da *imparcialidade* exclui o papel dos valores sociais apenas na escolha entre teorias,

e não no que diz respeito à significância delas. Assim, os valores sociais, morais, pessoais não implicam “nos juízos envolvidos na escolha de teorias” (2010, p. 41), portanto, somente os valores cognitivos servem como “critério de uma ‘boa’ teoria científica, uma teoria digna de crença racional” (2008, p. 250).

Segundo Lacey (2008), os valores cognitivos são distinguidos dos valores morais, políticos “a fim de sustentar a alegação de que a racionalidade científica é universal e não ligada especificamente aos projetos e interesses de uma cultura particular” (LACEY, 2008, p. 123). No entanto, apesar da imparcialidade ser apresentada por Lacey como um valor que, segundo ele, no campo normativo, pode ser preservado, “numerosas teorias foram e são aceitas sem que a imparcialidade seja respeita” (2008, p. 41).

Para Lacey, mesmo que uma teoria atenda ao critério da imparcialidade, não atenderá, necessariamente, a *neutralidade*. A imparcialidade não é sinônimo de significância. Não garante que a teoria, mesmo tendo passado pelo crivo da imparcialidade, sirva a qualquer sistema de valores, a qualquer forma de organização social. Esta compreensão aproxima-se da tese forte sobre não neutralidade de Dagnino, anteriormente apresentada.

Já a *autonomia*, que constitui, segundo Lacey, uma das ideias que faz parte da construção de ciência livre de valores, defende que as práticas científicas devam ser realizadas em comunidades autônomas, financiadas por instituições autônomas, no qual não haja interesses e influências externas. Também esta, para este autor, não se sustenta.

Lacey discute que a maior parte da ciência moderna tende a adotar, quase que exclusivamente, o que ele denominou de *estratégias materialistas*⁹, oriundo do conceito de paradigma proposto por Kuhn. O papel das estratégias, para o autor, consiste em “*restringir* os tipos de teorias que podem ser consideradas e *selecionar* os tipos de dados empíricos aos quais se devem adequar as teorias aceitáveis” (p. 45)[grifo do autor]. Para Lacey (2010), o reducionismo metodológico, ou seja, reduzir a prática científica e as estratégias materialistas decorre da valorização de determinado valor, o que ele denominou de *valorização moderna do controle*, valor associado ao controle dos objetos naturais e ao avanço tecnológico. Ou seja,

⁹ Estratégias, segundo Lacey (2010), onde as teorias são geradas a partir de estruturas, fenômenos, interações, leis subjacentes, não possuindo relação com valores sociais, morais, ambientais, etc. E ainda, os dados empíricos são selecionados por satisfazerem categorias quantitativas aplicáveis em operações de medidas instrumentais e experimentais.

defendido por instituições econômicas e políticas dominantes, falseando, portanto, a tese associada à autonomia.

Lacey (2010) defende que, desde a ciência moderna, o valor controle (controle baconiano) define a metodologia (estratégias materialistas) usada, aspecto que restringe os problemas de pesquisa aceitos. Ou seja, somente aqueles que podem ser investigados segundo estratégias materialistas. Entende-se, portanto, que esta caracterização estaria ocorrendo, ainda hoje, por exemplo, com a prioridade dada ao campo da biotecnologia, vinculada ao agronegócio, em detrimento da agroecologia.

Também tendo como foco a neutralidade, Auler (2002) problematiza quatro dimensões interdependentes da suposta neutralidade, sendo elas: i) O direcionamento dado à atividade científico-tecnológica (processo) resulta de decisões políticas; ii) A apropriação do conhecimento científico-tecnológico (produto) resulta de decisões políticas; iii) O conhecimento científico produzido (produto) não é resultado apenas dos tradicionais fatores epistêmicos: lógica + experiência; e, iv) O aparato ou produto tecnológico incorpora, materializa interesses, desejos de sociedade ou de grupos sociais hegemônicos.

As decisões relacionadas à atividade científico-tecnológica geralmente recebem tanto influências externas à prática científica, quanto de valores internos, como desejos e interesses da própria comunidade de pesquisa, transferindo intencionalidades para o produto científico-tecnológico. Estes aspectos estão associados à primeira e à quarta dimensão da suposta neutralidade discutida por Auler (2002). A articulação dessas duas dimensões da não neutralidade foi destacada por Santos, R. A. (2012), quando discute que os valores presentes na seleção dos problemas a serem investigados, na definição da agenda de pesquisa, são incorporados, transferindo intencionalidades para o produto científico-tecnológico. Vinculado a isso, segundo Auler (2011a), a atual agenda de pesquisa incorpora valores, interesses das transnacionais, valores ligados à lógica capitalista, com um consumismo desenfreado, de obsolescência planejada, conduzindo a uma lógica insustentável socioambientalmente. Assim, compreender e problematizar que a CT é condicionada por valores e interesses é um passo importante em um repensar e re-projetar da PCT nacional. Esse reprojeto, conforme é apontado pelos seguidores do PLACTS, deve ser balizado pelas demandas e pelas necessidades locais, regionais e nacionais do conjunto da sociedade.

Por outro lado, as discussões que envolvem a apropriação do produto científico-tecnológico estão relacionadas com a segunda dimensão da suposta neutralidade apontada por Auler (2002). Santos, R. A. (2012), em um desdobramento desta categoria, em pesquisa realizada, identificou uma compreensão parcial sobre a suposta neutralidade. Ou seja, a apropriação desigual dos produtos científico-tecnológicos efetivamente constitui um indicativo de não neutralidade. Por exemplo, a apropriação desigual dos alimentos produzidos no planeta. Contudo, esta compreensão apenas abarca parte do problema. Estaremos satisfeitos com uma apropriação mais igualitária dos alimentos produzidos, acabando, por exemplo, com a fome, se o problema da carência alimentar for resolvido com a socialização de algo de qualidade discutível, de algo, muitas vezes, contaminado com grande quantidade de agrotóxicos?¹⁰ Uma compreensão mais ampla sobre a não neutralidade, o que inclui a agenda de pesquisa, remete à postulação, por exemplo, da produção e socialização de alimentos orgânicos, o que, para Lacey, anteriormente discutido, requer novas estratégias. Requer a superação das estratégias materialistas.

Esta compreensão parcial sobre a não neutralidade ilustra algo muito presente no campo CTS. Ou seja, a postulação de uma participação, em processos decisórios, que se reduz ao pós-produção. Neste caso, uma vez produzidos os alimentos sob determinada lógica (uso intensivo de agrotóxicos, processo ligado à monocultura e ao latifúndio), entra o papel da sociedade para reivindicar um bom uso, qual seja, sua socialização. A lógica de sua produção, que envolve valores capitalistas, não é objeto de problematização ou de participação.

Esta avaliação de impactos pós-produção da CT, na sociedade, presente em muitos encaminhamentos CTS, está centrada, geralmente, na discussão do uso que se faz de um determinado produto, do “bom e mau uso”, e não das relações intrínsecas contidas nele, desconsiderando, por exemplo, que “[...] o produto carrega intencionalidades que foram internalizadas” (SANTOS, R. A., 2012, p. 69). O *bom e mau* uso da CT endossa a visão de suposta neutralidade, e, de acordo com Dagnino (2010b), concebe a visão instrumental, no qual a CT são instrumentos neutros que servem a qualquer projeto político. A discussão de focar a participação no pós-

¹⁰ Em relação a isso, Rigotto (2012) destaca que “[...] todos nós, diariamente, a cada refeição, ingerimos princípios ativos de agrotóxicos em nossos alimentos” (apud KUGLER, 2012, v. 50, p. 21).

produção, articulada com a visão instrumental, é aprofundada, enriquecida na discussão dos resultados desta pesquisa no capítulo 04.

A terceira dimensão sobre a não neutralidade, discutida por Auler, parece entrar em conflito com a ideia de imparcialidade de Lacey. Contudo, quando Auler destaca que a produção do conhecimento científico não resulta apenas dos tradicionais fatores epistêmicos, lógica e experiência, há uma aproximação com análise de Lacey, quando este, apesar de, no plano normativo defender a tese da imparcialidade (apenas fatores cognitivos na seleção de teorias rivais), admite que, historicamente, outros valores têm estado presentes na seleção entre teorias rivais.

Oliveira (2008), convergindo com a terceira dimensão de Auler (2002), destaca que os valores sociais, morais, pessoais, etc., não apenas epistêmicos, podem estar presentes no desenvolvimento científico-tecnológico. Para exemplificar essa situação, ele propõe pelo menos três domínios distintos: i) momento da escolha dos fenômenos que serão investigados; ii) definição das teorias propostas que servirão para explicar os fenômenos ou para resolver os problemas; e, iii) domínio do conteúdo das proposições científicas.

O autor ainda afirma que cada um desses domínios corresponde a uma “sub-tese” da tese da suposta neutralidade,

1 *Tese da neutralidade temática*: a ciência é neutra porque o direcionamento da pesquisa científica, isto é, a escolha dos temas e problemas a serem investigados, responde apenas ao interesse em desenvolver o conhecimento como um fim em si mesmo.

2 *Tese da neutralidade metodológica*: a ciência é neutra porque procede de acordo com o método científico, segundo o qual a escolha racional entre as teorias não deve envolver, e de maneira geral não tem envolvido, valores sociais.

3 *Tese da neutralidade factual*: a ciência é neutra porque não envolve juízos de valor; ela apenas descreve a realidade, sem fazer prescrições; suas proposições são puramente factuais (p. 98)[grifo do autor].

Também refletindo sobre a não neutralidade da CT, Delizoicov e Auler (2011) consideram duas dimensões: gênese da demanda e a gênese de repostas para os problemas científico-tecnológicos a partir dessas demandas (FIG. 06). A demanda pela CT ocorreria a partir de uma seleção que visa direcionar a localização dos problemas escolhidos para serem investigados, no qual os critérios desta seleção visariam atender a diferentes e conflituosos interesses priorizados em um determinado tempo e espaço, bem como os valores “que direcionam a seleção de problemas científicos a serem enfrentados” (p. 267). A adequação científica dos problemas seria fornecida pelos paradigmas da ciência, no qual o objetivo estaria

em sinalizar parâmetros para a formulação e possíveis soluções para os problemas oriundos da demanda.



Figura 06: Não neutralidade de CT, esquema obtido de Delizoicov e Auler (2011, p. 267).

3.1 Construções históricas denominadas de mitos

A suposta neutralidade científico-tecnológica encontra ressonância em vários âmbitos da sociedade, inclusive na Educação. Conforme discutido ao longo do texto, esta sustenta e é realimentada por construções históricas sobre CT, denominadas de mitos, tais como, *neutralidade/superioridade do modelo de decisões tecnocráticas*, *perspectiva salvacionista/redentora atribuída à CT* e *determinismo tecnológico*, discutidos em AULER (2002) e com redimensionamentos em AULER (2007).

Para Japiassu (2005), a sociedade tem necessidade de lutar contra angústias e medos. Dessa forma, cerca-se de crenças e dogmas que lhe dão segurança. A crença em mitos, em específico, aos associados à atividade científico-tecnológica, torna-se uma crença e esperança para uma vida melhor e de um progresso contínuo. No entanto, atrás das grandes promessas da CT para uma vida melhor, há interesses de quem potencializa estas construções históricas.

Segundo Auler (2002), o questionamento dessas construções históricas, seja consciente ou inconscientemente, representa uma rejeição ao atual contexto social. O autor destaca que analisar criticamente estas construções históricas sobre CT, significa “expor à crítica essa dinâmica social. Implica no questionamento de concepções tecnocráticas, modelos de decisões intensamente valorizada na atual sociedade capitalista” (p. 99).

Japiassu (2005), analisando o papel de mitos na sociedade, apresenta afirmação de J. Darmon,

Nossa sociedade adotou certos mitos fundadores em torno dos quais se organiza a vida comum e que comanda as reações individuais e coletivas.

Estes mitos são mágicos: não buscam explicar ou compreender a realidade do mundo. Têm por finalidade anestesiarem as inquietações e as ansiedades. Seu sucesso marca o retorno de um pensamento arcaico. Trata-se de mitos servindo também para fortalecer a autoridade dos grandes feiticeiros que os proclamam. Todo aquele que aceita crer, submete-se sem discussão. Aspirando a uma liberdade maior, o cidadão cai numa dependência. Mas é uma dependência doce, familiar, repousante: é uma droga (J. DARMON, 2002, apud JAPIASSU, 2005, p. 18-19).

Dessa maneira, problematizar, expor à reflexão e análise crítica as construções históricas, vinculados à suposta neutralidade científico-tecnológica, parece central para as discussões da não neutralidade da CT. A discussão/problematização de manifestações que, de alguma maneira, endossam e reafirmam a suposta neutralidade, pode contribuir na busca por uma sociedade mais democrática e participante em decisões que envolvem a CT, objetivo central do movimento CTS. Segundo Auler (2002), essa reflexão/problematização não significa uma posição anti-ciência, nem anti-tecnologia. E sim, uma possibilidade de construir uma imagem mais consistente da atividade científico-tecnológica.

O esquema abaixo (FIG. 07), desenvolvido por Auler (2007), propõe ilustrar as construções históricas sendo sustentadas pela suposta neutralidade científico-tecnológica.

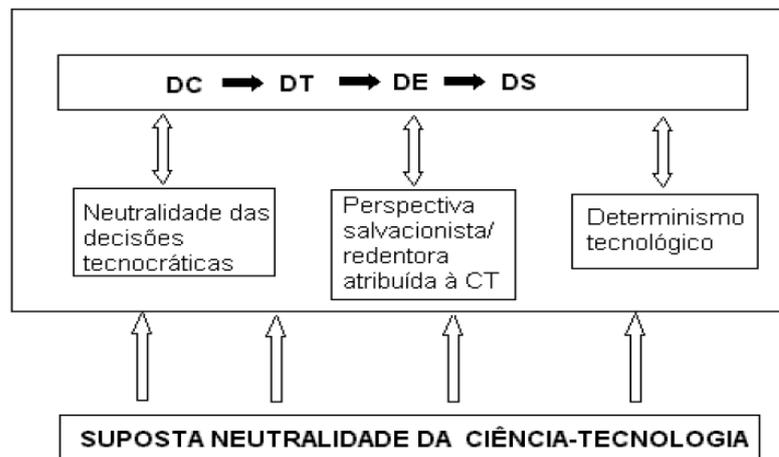


Figura 07: Sustentação da suposta neutralidade da CT, esquema obtido de Auler (2007, p. 10).

3.1.1 Suposta neutralidade/superioridade do modelo de decisões tecnocráticas

O cientificismo, conforme já apresentado, permeia as referidas construções históricas, atribuindo status de superioridade, em qualquer âmbito, ao conhecimento científico. Tal percepção acaba, ideologicamente, justificando a não participação

social em processos decisórios sobre temas sócio-científicos, representando um alicerce da tecnocracia. Suas decisões estão entrelaçadas na afirmação de uma *participação ideologicamente neutra*. No entanto, “quer o cientistas queiram, quer não, suas iniciativas emanam de sua subjetividade. Além do mais, quase sempre refletem suas ideologias particulares” (JAPIASSU, 1983, p. 85), afirmação que evidencia que a tomada de decisão do cientista não pode ser dita como neutra, pois há interferências, seja de um modo, seja de outro, ele não está isento de influências valorativas.

A participação do cientista, como “possuidor da verdade”, conduz a um dogmatismo, que “somente os cientistas poderiam dizer o que é *bom* para cada um de nós, porque somente eles conhecem o que é *verdadeiro*. É por isso que todo cientista é um tecnocrata em potencial [...]” (JAPIASSU, 1983, p. 23) [grifo do autor]. Neste sentido, Japiassu (1983) problematizando o cientificismo, entende que, no espírito de muitos cientistas, tecnólogos e experts, mesmo que implicitamente, são endossados dogmas do cientificismo. Assim, segundo o autor, alguns desses dogmas podem ser expressos possuindo “certas tendências mais ou menos acentuadas na maioria dos cientistas” (p. 27).

O primeiro dogma, discutido por Japiassu (1983), está centrado na ideia de ciência como único conhecimento real, verdadeiro, objetivo e racional. Os valores associados ao amor, emoção, beleza, dor, prazer, etc., são excluídas do domínio de conhecimento verdadeiro. O segundo está na crença de que somente aquilo que pode ser expresso quantitativamente ou ser repetido em condições de laboratório, pode ser constituído como conhecimento válido. Já o terceiro está associado à ideia de que toda a realidade humana, os acontecimentos, as forças sociopolíticas, devem ser expressos na “linguagem matemática, em termos de sistemas de partículas elementares” (p. 28).

Para Japiassu, o último dogma está na compreensão de que o conhecimento, no seu desenvolvimento e transmissão, necessita ser fragmentado em diferentes áreas do saber, e, posteriormente subdividido em especialidades cada vez mais específicas, em que só é pertinente a opinião do expert. O autor entende que esse dogma traz como consequência a ideia de que apenas a CT é suficiente para “resolver os problemas humanos, sejam eles sociais, políticos, morais ou psicológicos. Porque somente os expert estariam qualificados para tomar decisões

[...]” (JAPIASSU, 1983, p. 28), pois, na visão cientificista, eles são os únicos que possuem o saber verdadeiro.

Segundo Garcia, Cerezo e López (1996), na imagem idealizada da atividade científica, uma atividade considerada elitista, as descobertas científicas possuem pouca margem de dúvidas e erros. Com o mito da neutralidade presente, o cientista considera-se isento de manifestações de ordem valorativa, e também de qualquer responsabilidade política e de tipo ético, isso, devido a sua racionalidade científica. Para Japiassu, “somos levados a crer que o cientista é um indivíduo cujo saber é inteiramente racional e objetivo, isento não somente das perturbações da subjetividade pessoal, mas também das influências sociais” (JAPIASSU, 1983, p. 31).

Manter a ideia de ciência pura, com seus critérios de racionalidade e objetividade, excluindo quaisquer influências de ordem valorativa, preconceitos culturais, ou interesses políticos (GARCIA, CEREZO e LÓPEZ, 1996), ocultando, por exemplo, implicações negativas geradas de determinadas decisões, transferindo à sociedade a responsabilidade por efeitos considerado negativos, resultantes de um *mau uso* por parte desta, está associada à visão instrumental apontada por Dagnino, conforme já discutido.

Vindo ao encontro dessas ideias, Thuillier (1989), citado por Auler (2002) questiona a tecnocracia fazendo uma relação da imagem da ciência com a de Deus, afirmando que, hoje, a ciência é valorizada na sociedade como instância absoluta, assim como Deus era na igreja. E ainda, os padres que diziam “não sou eu, é Deus quem o quer” quando queimavam hereges na inquisição, é o mesmo que fazem os tecnocratas, ao tomarem decisões, e dizem que não são eles os responsáveis, e sim a ciência (p. 103). Bernal (1969), também citado por Auler (2002), entende que a ciência se tornou importante demais para ficar apenas nas mãos dos cientistas e políticos, devendo ser uma preocupação de toda a sociedade. Pois, se essa decisão restringir somente aos especialistas, vai levá-la a ser tomada sob suas ópticas, de maneira reducionista e particular.

A área da agricultura, particularmente a biotecnologia, é uma das áreas na qual a pesquisa científica é fortemente presente tanto no meio acadêmico quanto em empresas, principalmente multinacionais. A decisão de apoiar este modelo de agricultura, através de financiamentos e incentivo governamental é política e não técnica. Neste sentido, há uma posição nada animadora para o Brasil que, desde

2008, é o maior consumidor global de insumos químicos na agricultura (KUGLER, 2012, v. 50). Não seria razoável que a discussão desse modelo passasse pelo conjunto da sociedade?

Porém, o que normalmente acontece é que discussões voltadas à utilização de insumos químicos só é colocada em pauta quando há uma suposta “má” utilização desse produto, com consequências graves a sociedade. Um exemplo dessa situação ocorreu em 03 de maio de 2013, na cidade de Rio Verde, localizada no interior de Goiás, no qual dezenas de estudantes e professores foram alvo de intoxicação química, após um avião agrícola realizar o trabalho de pulverização em uma lavoura próxima a Escola¹¹. Esse episódio não pode ser considerado como um acidente, pois não se trata de um fato isolado.

Dentre as repercussões sobre o caso, muito se falou e se problematizou sobre a má utilização desse produto pelo piloto e por quem o contratou. No entanto, passou despercebido, por exemplo, a produção, a liberação de inseticidas, quem financia, porque o desenvolvimento desse modelo agrícola e não de outro, decisões que são tomadas por alguns membros da sociedade, decisões tecnocratas, geralmente condicionadas por interesses econômicos. As implicações negativas geradas pela utilização desse produto foram transferidas a “parcela da sociedade”, nesse caso, o piloto e quem o contratou. Silenciou-se os interesses associados, por exemplo, às decisões de produção e consolidação desse produto.

Se há, relativamente, um número maior de pesquisas, geralmente direcionadas pelo agronegócio e seus interesses econômicos que buscam demonstrar a importância dos transgênicos e uso dos agrotóxicos, ao invés de outros modelos agrícolas, é porque esse discurso encobre intencionalidades.

Wanderlei Pignati, ao realizar pesquisas em Lucas do Rio verde, município de Mato Grosso, também vítima de um acidente por contaminação tóxica por pulverização aérea, há cinco anos, destaca que,

O pessoal se esconde por trás da palavra “deriva” para dizer que aquilo foi um acidente, mas é um acontecimento previsível. Passar um agrotóxico extremamente tóxico a partir de um avião é mais previsível ainda. Mesmo quando o agrotóxico já está no solo, ele depois se evapora. **Jogar veneno é um ataque quase de guerra** (AZENHA, 2011b)[grifo meu].

¹¹ VENENO jogado em escola não pode ser usado em aviões, diz delegado. Goiás: G1 – O portal de notícias da Globo, 2013. Disponível em <www.g1.globo.com/goias/noticia/2013/05/veneno-jogado-em-escola-nao-pode-ser-usado-em-avioes-diz-delegado.html> Acesso em 06 de jul. 2013.

Segundo o discurso cientificista, acoplado à tecnocracia, as respostas aos problemas acima discutidos, são objetivas e claras: os especialistas sabem o que é melhor para a sociedade, pois são eles que possuem o conhecimento necessário para tal. No entanto, mesmo sendo eles agentes centrais na atividade científico-tecnológica, as decisões do que pesquisar, para qual estrutura de sociedade, objetivos e necessidades, deveria pertencer ao conjunto da sociedade, pois os problemas são vivenciados por ela, da qual o técnico também faz parte. Em geral, quando as decisões são tomadas por tecnocratas, geralmente por intervenções externas ao conhecimento científico-tecnológico, essas buscam responder os problemas segundo a maneira particular de um grupo hegemônico economicamente. Assim, será que a sociedade não tem o direito de escolher se quer ou não esse modelo agrícola? De se alimentar diariamente com produtos com altos níveis de agrotóxicos? De aceitar consequências socioambientais que poderão ser irreversíveis?

Thuillier (1989) fazendo uma crítica à tecnocracia, entende que,

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 (apud AULER, 2002, p. 103) [grifo do autor].

O desenvolvimento científico-tecnológico considerado como uma atividade neutra, restrita apenas ao grupo de especialistas, que se dizem autônomos, isentos de interesses e influências externas, em busca apenas de respostas inquestionáveis aos problemas científicos, condiciona a sociedade a um estado paralisante. Entendo que há a necessidade de um controle social, uma perspectiva efetivamente democrática, com o engajamento de novos atores sociais nas decisões envolvendo CT, a fim de atender aos reais interesses, desejos e anseios de grande parcela da sociedade (SANTOS, W. L. P. e MORTIMER, 2001).

3.1.2 Perspectiva salvacionista/redentora atribuída à Ciência-Tecnologia

A ciência moderna, desde seu começo, é vista como uma promessa de felicidade e, assegura que passam por ela todos os problemas e soluções (JAPIASSU, 2005). O desenvolvimento científico-tecnológico, igualado a ideia de

progresso econômico e bem-estar social, pode ser interpretado como um conhecimento universal, que serve para qualquer contexto, época, atores sociais, diferentes civilizações e que coloca fim aos problemas existentes. Isso remete a CT como motor do progresso, um fator determinante para mudanças benéficas. Problematisando esta construção, Auler (2007) destaca que o desenvolvimento da CT não deve ser considerado como processo neutro, no qual as estruturas sociais acabam ficando intactas. “Nem a Ciência e nem a Tecnologia são alavancas para a mudança que afetam sempre, no melhor sentido, aquilo que transformam” (p. 11). O progresso da CT não necessariamente implica em um progresso social, econômico, moral, etc.

Garcia, Cerezo e López (1996), fazendo uma crítica quanto à visão de tecnologia como unicamente benéfica, destacam que, nesta compreensão, mesmo havendo alguma implicação ou efeito considerado negativo/prejudicial, a responsabilidade de tais efeitos não recai sobre a tecnologia em si, mas de um equívoco político ou social, e ainda, de uma falta de sofisticação que pode ser muito bem corrigido construindo melhores artefatos. Destacam ainda que a tecnologia, neste ponto de vista, é independente de qualquer sistema político ou social, e desta maneira pode ser transferida de um país para outro sem dificuldade alguma. Essa visão, considerada pelos autores como reducionista, impede uma análise crítica dos valores associados à tecnologia, ignorando as intenções e interesses sociais, econômicos e políticos dos que a desenvolvem, controlam e financiam.

O discurso da degradação ambiental está tão presente na sociedade, que já está incluído nos slogans das transnacionais que se autodenominam sustentáveis. Este parece constituir-se de mais um discurso a ser problematizado. Até que ponto é conciliável a inovação tecnológica, para o consumismo, e a ideia de “empresa sustentável” sócioambientalmente? Esta tentativa de conciliação, no campo da propaganda, tem ganhado destaque no que tem sido denominado de “Capitalismo Verde”, uma das grandes correntes que se dizem “contra” a insustentabilidade ambiental, correntes que querem “mudar tudo sem mudar nada” (NOVAES e FRAGA, 2010, p. 171). Discursos geralmente impulsionados por grandes empresas transnacionais que vendem o slogan de “empresa sustentável”. Contrariamente a esse “slogan”, muitas vezes, estas empresas são extremamente poluidoras, permitem e intensificam a exploração do trabalho, incentivam o consumismo exacerbado.

Neste sentido, aparelhos tecnológicos, como, smartphones, tablets, notebooks ou TVs de tela plana são, cada vez mais, equipados por dispositivos pequenos. Esse “avanço tecnológico” faz crescer também o custo da sua manutenção, fazendo com que empresas optem pela troca do aparelho ao invés do conserto. De acordo com o jornal eletrônico da Zero Hora (2013), “[...] consertar equipamentos passou a envolver a troca de peças inteiras, o custo muitas vezes se aproxima ao de uma nova máquina”. E ainda, “[...] aparelhos com telas quebradas ou com falhas no funcionamento são trocados por novos, mesmo fora da garantia”. A estratégia utilizada por empresas, em específico a citada na reportagem, é que, ao ser realizada a troca, o consumidor deve pagar aproximadamente a metade do valor do aparelho novo, e a outra metade é subsidiada pela fábrica, garantindo que o problema não aconteça novamente, ou seja, a empresa “não faz mais conserto dos aparelhos. O reparo é a substituição” (FARINA, 2013). Este constitui um bom exemplo da não problematização da lógica consumista. Por exemplo, o que é feito com o lixo eletrônico, a obsolescência planejada pelas empresas, a consequente falta de sustentabilidade socioambiental.

Outro exemplo, ilustrador de falta de sustentabilidade socioambiental, pode ser encontrado nos aparelhos denominados iPad. De acordo com a revista eletrônica da Super Interessante (2013),

[...] o iPad 1, lançado em 2010, não tem giroscópio, que, junto com o acelerômetro, permite aquela precisão de movimentos necessária para várias funções, especialmente em jogos. Já o iPhone 4, também de 2010, tem giroscópio. Ou seja, a Apple tinha a tecnologia, mas não quis saber de iPad com giroscópio (ele surgiria no iPad 2). É uma prática comum no mercado (SOEIRO, R., 2013).

Neste sentido, a visão apontada por Japiassu (2005) merece destaque, pois, segundo ele, há uma “expansão de um verdadeiro mercado globalizado da credulidade onde se encontra ameaçada a mais fundamental de nossas liberdades: a de pensar e agir por nós mesmos” (p. 29). A humanidade está se deixando levar pela corrida frenética da competição, passando a “dar mais importância ao urgente que ao importante, à ação imediata que à reflexão, ao acessório que ao essencial” (JAPIASSU, 2005, p. 21), parecendo estar paralisada diante da situação real vivenciada por ela, uma lógica insustentável e muitas vezes irreversível.

Oliveira (2004) entende que a ciência passa a ser mais valorizada, e, em certas situações, tem como objetivo principal a potencialização de gerar aplicações,

bem como, promover sua tecnologização, tornando-se produto para o mercado. Neste sentido, as sub-teses da neutralidade (OLIVEIRA, 2008), já destacadas no decorrer do texto, podem ser falseadas, pois a ciência, cada vez mais, imbricada com a tecnologia, está carregada de valores externos que ditam o rumo do seu desenvolvimento, e ainda, “nos dias de hoje, é impossível pensar a ciência abstraída do vasto sistema tecnológico em que ela está inserida” (OLIVEIRA, 2004, p. 4-5). Vindo ao encontro disso, Dagnino (2008) destaca a visão de Nuñez (2000) o qual afirma o quão difícil é saber no que se dedicam os pesquisadores que trabalham em laboratórios de uma empresa ou de uma universidade, se fazem ciência, ou tecnologia. Talvez façam simplesmente tecnociência¹².

Transformou-se em senso comum a concepção de que os conhecimentos vindos desse imbricamento levarão necessariamente ao bem estar da sociedade, resolvendo todos os problemas da humanidade, defendendo que “o presente é melhor que o passado e que conduzirá a um futuro ainda melhor, em busca de uma finalidade imamente a ser alcançada” (DAGNINO, 2008, p. 40). Essa ideia, além de convergir para a visão supostamente neutra da CT, carrega consigo manifestações do mito salvacionista da CT, que segundo Auler (2007), pode ser sintetizada na ideia de que os problemas existentes, hoje, bem como os problemas futuros, serão resolvidos com o desenvolvimento cada vez maior de CT.

Contemporaneamente, vinculado ao mito salvacionista, está a promessa de acabar com a carência alimentar, difundida pelas vozes do agronegócio e grande parte da mídia, mediante o desenvolvimento e consolidação dos transgênicos e agrotóxicos. Nestes espaços, não há menção aos interesses subjacentes. Cabe destacar análise de Lacey (2010) quando apresenta elementos que questionam o mito salvacionista, nada neutro, de que não é possível alimentar o mundo sem o uso intensivo de agrotóxicos e transgênicos. Ou seja, somente se acaba com a fome com este modelo agrícola. Argumenta Lacey que esta afirmação é ideológica, não estando amparada em evidências científicas, considerando que o potencial de outros modelos, como a agroecologia, não foi investigado. Se recebesse o mesmo apoio, acima de tudo financeiro, que a biotecnologia, poderia, talvez, até demonstrar potencial superior. Este autor também destaca que não se trata, apenas, de

¹² O conceito de tecnociência é inicialmente utilizado por autores como Latour e Callon, onde entendem que a ciência não consiste de pura teoria, nem a tecnologia de pura aplicação (DAGNINO, 2008).

tecnologias distintas. Elas carregam, estão marcadas por estruturas de sociedades diferentes, somente funcionam em modelos distintos de sociedade (LACEY, 2010).

A compreensão de que os agrotóxicos são inevitáveis para enfrentar o problema da carência alimentar é manifesta pela senadora Kátia Abreu, porta voz do agronegócio brasileiro, em entrevista à revista Ciência Hoje (2012). Segundo ela, “quem critica os agrotóxicos não lembra que a população precisa comprar alimento a custos acessíveis”, e ainda, tal modelo agrícola constitui como a “[...] única forma de produzir alimento barato, infelizmente” (KUGLER, 2012, v. 50, p. 24). Assume-se, segundo a visão da senadora, que o atual modelo agrícola torna-se a única opção/solução para o problema social vivenciado. É como se a atual configuração fosse a única possível.

Questionando este mito salvacionista, Raquel Rigotto, em entrevista à revista eletrônica VioMundo entende que,

Quem produz alimentos, quem produz comida realmente no Brasil, é a agricultura familiar. No ano de 2008, mais de 50% dos agrotóxicos consumidos no Brasil foi nas plantações de soja. Essa soja é em grande parte exportada para ser transformada em ração animal e subsidiar o consumo europeu e norte-americano de carne. Então **isso não significa alimentação para o nosso povo, significa concentração de terra, redução de biodiversidade, contaminação de água, solo e ar e contaminação dos trabalhadores e das famílias que vivem no entorno desses empreendimentos.** Além das enormes perdas para os ecossistemas, o cerrado, a caatinga e até mesmo o amazônico, que está sendo invadido pela expansão da fronteira agrícola (RIGOTTO, 2011 apud AZENHA, 2011a) [grifo meu].

Quando se analisam argumentos favoráveis e contrários, por exemplo, em relação aos transgênicos ou a produção orgânica de alimentos, cabe considerar que não se trata, apenas, de tecnologias distintas, mas que estas estão associadas a distintos modelos de sociedade. As distintas posições estão apoiadas em valores distintos. Valores particulares, ligados a interesses particulares e valores de coletividade/solidariedade.

Auler (2002), citando Ayarzagüena et. al (1998), destaca que, muitas vezes, passamos a acreditar que a única solução para os problemas, inclusive os sociais, como o da fome, está na ciência. Fazem-nos esquecer que nem todos os problemas são do tipo científico-tecnológico, e não necessariamente mais ciência e mais técnica, significa vida melhor para todos. Problematizar, analisar tais concepções (os mitos), não significa ter um posicionamento anticiência ou antitecnologia. Pelo contrário, a problematização dessas visões serve como potencializador para uma

cultura de participação e de uma CT redimensionada para as necessidades locais/regionais de uma determinada localidade, assim como proposto pelo PLACTS.

3.1.3 Determinismo científico-tecnológico

O determinismo tecnológico é entendido por Dagnino (2008) como se o desenvolvimento econômico fosse determinado pelo avanço da CT, sendo a tecnologia a condutora e determinante da estrutura da sociedade. O determinismo está apoiado na imagem de uma tecnologia autônoma e que possui uma explicação que não faz referência à sociedade. Dagnino (2008) afirma que, neste enfoque, “o destino da sociedade dependeria de um fator não-social, que a influenciaria sem sofrer uma influência recíproca” (p. 81), ou seja, o progresso seria apenas uma força exógena que incide na sociedade, e não uma expressão de mudanças culturais e de valores.

Neste sentido, há uma reportagem do jornal Zero Hora (1999) que destaca essa visão limitada e reducionista “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**” (apud AULER, 2002, p. 122) [grifo meu]. Essa afirmação não problematiza que há pessoas, grupos e interesses que fazem com que a internet seja desta maneira e não de outra. Neste discurso, a ação humana simplesmente desaparece, omite-se o fato de que o desenvolvimento científico-tecnológico, como a internet, não tem vida própria. Segundo Auler (2002), “A lógica, presente nessa concepção elimina qualquer possibilidade de escolha, de direcionamento da sociedade sobre o ritmo do progresso, sobre os rumos da civilização” (p. 122).

Pacey (1990), citado por Auler (2002), destaca que uma dada interpretação da revolução industrial potencializou a ideia de determinismo tecnológico. Nessa, a revolução industrial é tida como uma revolução basicamente técnica, passando uma imagem de que o desenvolvimento da máquina a vapor, nas fábricas, originou o sistema capitalista. Porém, Pacey afirma que essa ideia não se sustenta, pois, as primeiras fábricas não dependiam totalmente da máquina a vapor, e a fábrica estava associada com a organização do trabalho, anterior a maioria das máquinas. Ele

destaca ainda que a essência das primeiras fábricas está associada com a disciplina e as oportunidades para os empresários, diante da direção e a coordenação do trabalho. Auler (2002) referindo-se ainda sobre a visão de Pacey destaca que, na 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 que lhes era imposto” (p. 115). Para Pacey, a concepção de determinismo tecnológico vincula a ideia de que os avanços tecnológicos é o que desenvolve e arrasta a sociedade humana, ou seja, a evolução social se dá através do progresso técnico.

Aceitar o determinismo tecnológico é silenciar os interesses de grupos hegemônicos economicamente, exercendo o efeito do mito paralisante da ação humana, conforme apontada por Auler (2007). O autor ainda destaca que,

A defesa do determinismo tecnológico consiste numa forma sutil de negar as potencialidades e a relevância da ação humana, exercendo o **efeito de um mito paralisante**. Com a aceitação passiva dos “milagres” da tecnologia, com a adesão ao sonho consumista, a humanidade, como um todo, está perdendo a chance de moldar o futuro. Em outros termos, as visões utópicas, desencadeadas pelas novas tecnologias, impedem a compreensão da tecnologia como processo social, no qual estão embutidos interesses, na maioria das vezes, de grupos econômicos hegemônicos (p. 11)[grifo meu].

A visão apontada pelo autor, de mito paralisante da ação humana, se intensifica com o atual modelo de sociedade. As grandes promessas da CT, muitas vezes intensificadas pela mídia, só faz aumentar a passividade e aceitação da sociedade frente aos rumos da CT. Neste sentido, Winner (1987) refere-se à aceitação passiva da sociedade, diante da ausência de uma análise crítica frente à marcha do progresso, como um “sonambulismo tecnológico”. Winner (1987) ainda destaca que “no século XX se acredita, em geral, que os únicos meios confiáveis para o melhoramento da condição humana provém das novas máquinas, substâncias químicas e as mais diversas técnicas” (apud AULER, 2002, p. 116).

Neste sentido, no artigo da revista Ciência Hoje (2012), há o entendimento na visão de produtores e especialistas, de forma geral, que estão alinhados ao modelo convencional de produção agrícola que “[...] sem agrotóxicos seria impossível alimentar uma população mundial em constante expansão. **Esses venenos seriam, portanto, um mal necessário**” (KUGLER, 2012, v. 50, p. 24) [grifo meu]. Mas o que nem todos sabem é que, “[...] o Brasil é destino certo para insumos agroquímicos

que, por elevado grau de toxicidade, já foram banidos em diversos países” (p. 22). Ou seja, mesmo sabendo que tal produto traz implicações negativas, por se tratar de um “veneno”, o desenvolvimento e a apropriação deste modelo agrícola é apresentado como único, como se só houvesse uma única solução para o problema social da fome. Solução supostamente presente apenas no campo técnico.

Segundo Raquel Torres (2012), o problema da fome não decorre da falta de alimentos, nem da insuficiência de CT. Destaca que, segundo dados da Organização para a Alimentação e Agricultura das Nações (FAO), a produção atual conseguiria dar conta aproximadamente de mais de 10 bilhões de pessoas, caso houvesse uma distribuição correta dos alimentos, e ainda, “[...] se seremos 9 bilhões a partir de 2050, não há muito motivo para temores, já que ainda estaremos dentro do limite - e isso sem aumentar a produção”. Ou seja, o problema relacionado a fome mundial não está no aumento da produção de alimentos, mas sim na sua distribuição, portanto um problema político e não técnico¹³. Vindo ao encontro dessa problemática, Antonio Inácio Andrioli (2003) destaca,

Se o problema da fome não pode ser resolvido com avanços tecnológicos, os transgênicos também não representam uma alternativa para sua solução. Assim como já ocorreu com a “modernização” da agricultura a partir dos anos 1950, que também veio com a promessa de combate à fome, a população mais pobre não será beneficiada com a transgenia na agricultura, mas grandes multinacionais, como a Monsanto, que lucrarão com o controle e a venda de sementes e agrotóxicos (p. 02, setembro de 2013)[grifo meu].

O posicionamento favorável à ideia de que *os transgênicos saciarão a fome do mundo*, silencia interesses de grandes proprietários rurais, de multinacionais e de outros atores sociais, predominando uma imagem de que o desenvolvimento de mais CT é condição necessária e suficiente para a solução dos problemas sociais, linearizando o progresso científico-tecnológico com progresso social, permanecendo viva a ideia de “sonambulismo tecnológico”, proposto por Winner. Esse *sonambulismo* faz com que a sociedade, como um todo, perca a chance de poder conduzir o direcionamento do desenvolvimento científico-tecnológico.

Segundo Oliveira (2008), para minimizar problemas ambientais, é necessário manter o controle das atividades econômicas, em suas palavras, “os problemas ecológicos estariam resolvidos se os consumidores decidissem manter seu nível de

¹³ Contudo, possivelmente haja problemas técnicos, ou seja, carência de CT para produzir alimentos orgânicos em quantidade suficiente, aspecto decorrente da falta de investimentos neste modelo agrícola.

consumo em um âmbito compatível com as limitações do planeta” (p. 103). No entanto, esse encaminhamento, remetendo a solução apenas para o plano das ações individuais, não é condição suficiente em um repensar das práticas científicas existentes. Segundo o PLACTS, assumido nesta pesquisa, faz-se necessário ir além, ir à gênese dos problemas socioambientais. Reprojetar a tecnologia existente, e redimensioná-la, incluindo a participação da sociedade na PCT, considerando as suas demandas locais/regionais.

Por fim, a afirmação de que a sociedade é cada vez melhor devido ao acúmulo de inovações tecnológicas, e que o desenvolvimento da CT leva automaticamente ao bem estar social, são ideias que realimentam a suposta neutralidade. Tais afirmações estão associadas à construção histórica do determinismo tecnológico. Mito que desconsidera, por exemplo, a problematização da existência de interesses presentes no direcionamento dado ao desenvolvimento científico-tecnológico. Como se a tecnologia fosse autônoma, desenvolvida através da sua própria lógica, e não fosse condicionada pela ação humana (GARCIA; CERESO e LÓPEZ, 1996). Para Japiassu (2005), a solução para os problemas do mundo não depende unicamente da CT, e sim encontra-se em nossas mãos, trata-se de uma questão política, direcionada pela sociedade em geral. Não devemos negar que a CT proporcionou e nos proporciona soluções para diferentes problemas socialmente vivenciados. No entanto, crer que ela é a única solução, que determinará as estruturas sociais, conduzindo sempre linearmente ao progresso e bem estar social é possuir uma visão reducionista, permanecendo com o mito do determinismo tecnológico, dificultando assim a ampliação da participação social na tomada de decisão sobre temas envolvendo CT.

Diante da fundamentação teórica realizada ao longo da pesquisa, no capítulo que segue, faço a discussão entre a interação dos elementos teóricos e empíricos, que resultaram em três categorias de análise: i) Silenciamento sobre a origem, sobre a concepção de CT pode estar sinalizando o endosso a uma compreensão próxima do determinismo científico-tecnológico; ii) Silenciamento sobre dimensões de outras naturezas, além da científico-tecnológica, em processos decisórios; e, iii) Silenciamento quanto aos valores internalizados no produto científico-tecnológico.

4. RESULTADOS

Na sequência do trabalho, com o *corpus* de análise constituído de vinte e seis (26) artigos, os quais contemplam referência a algum tipo de prática educativa, descrevo a pesquisa qualitativa, pautada pela ATD (MORAES, 2003), já descrita no texto. Dessa maneira, o foco principal da minha dissertação foi analisar e identificar como as construções históricas realizadas sobre as atividades científico-tecnológicas, suposta neutralidade/superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, perspectiva salvacionista/redentora da Ciência-Tecnologia e o determinismo científico-tecnológico, têm sido trabalhadas em práticas educativas relacionadas à CTS no contexto brasileiro.

O conjunto das práticas educativas pode ser caracterizado por quatro grupos distintos de práticas, de acordo com a explicitação dessas nos artigos. Assim, as práticas educativas foram caracterizadas como:

i) Prática educativa na Educação Básica, Profissionalizante ou na Educação de Jovens e Adultos (EJA): dos vinte e seis (26) artigos analisados, dezoito (18) estão nesse conjunto. Sendo eles: Araújo e Formenton (2012) [ARTIGO 01], Amorin (2001) [ARTIGO 02], Gouvêa e Leal (2001) [ARTIGO 03], Angotti; Bastos e Mion (2001) [ARTIGO 04], Andrade e Carvalho (2002) [ARTIGO 05], Samagaia e Peduzzi (2004) [ARTIGO 06], Assis e Teixeira (2009) [ARTIGO 08], Firme e Amaral (2011) [ARTIGO 10], Mundin e Santos, W. L. P. (2012) [ARTIGO 12], Flor (2007) [ARTIGO 13], Leal e Gouvêa (2002) [ARTIGO 16], Marandino e Lanelli (2012) [ARTIGO 17], Barbosa; Lima e Machado (2012) [ARTIGO18], Santos, M. S.; Amaral e Maciel (2012) [ARTIGO 19], Sasseron e Carvalho (2008) [ARTIGO 20], Santos, W. L. P. e Mortimer (2009) [ARTIGO 22], Carletto e Pinheiro (2010) [ARTIGO 23], Fabri e Silveira (2013) [ARTIGO 24].

ii) Formação Inicial de Professores: Apenas três (3) práticas educativas se referem a essa classificação. Essas práticas correspondem aos seguintes artigos: Silva e Carvalho (2012) [ARTIGO 11], Zuin e Freitas (2007) [ARTIGO 14], Silva e Carvalho (2009) [ARTIGO 21].

iii) Formação Continuada de Professores: dos vinte e seis (26) artigos analisados, quatro (4) estão nesse conjunto, sendo eles: Muenchen e Auler (2007)

[ARTIGO 07], Bernardo; Vianna e Fontoura (2007) [ARTIGO 15], Gurgel (2001) [ARTIGO 25], Muenchen e Auler (2007) [ARTIGO 26].

iv) Prática educativa no ensino superior: apenas um artigo se refere a esse tipo de prática, no curso de Engenharia de Produção: Machado e Pinheiro (2010) [ARTIGO 09].

Há um conjunto de sete artigos nos quais, no âmbito da descrição da prática educativa efetivada, segundo análise que realizei, não aparecem menções explícitas ou implícitas sobre as referidas construções históricas. Isto não significa a ausência destas construções na fundamentação teórica dos artigos. Dessa maneira, tais artigos não comparecem na análise. Neste sentido, realizei, nesta pesquisa, uma primeira imersão no corpus de análise, cabendo aprofundamentos em pesquisas futuras, o que é coerente com a ATD. Estes artigos são: Angotti; Bastos e Mion (2001) [ARTIGO 04], Muenchen e Auler (2007) [ARTIGO 07], Assis e Teixeira (2009) [ARTIGO 08], Mundin e Santos, W. L. P. (2012) [ARTIGO 12], Marandino e Lanelli (2012) [ARTIGO 17], Silva e Carvalho (2009) [ARTIGO 21] e Muenchen e Auler (2007) [ARTIGO 26].

Diante da análise realizada sobre o referido *corpus*, da interação entre os elementos empíricos e teóricos (meus referenciais) resultaram as categorias que, conforme caracterização de Moraes (2003), podem ser denominadas de mistas considerando que meu ponto de partida foram dimensões assumidas *a priori*, ou seja, as construções históricas sobre a CT (AULER, 2002; AULER, 2007). Assim, resultaram três categorias de análise, as quais decorrem de uma primeira imersão no corpus de análise: i) Silenciamento sobre a origem, sobre a concepção de CT pode estar sinalizando o endosso a uma compreensão próxima do determinismo científico-tecnológico; ii) Silenciamento sobre dimensões de outras naturezas, além da científico-tecnológica, em processos decisórios; e, iii) Silenciamento quanto aos valores internalizados no produto científico-tecnológico.

Apresento e discuto as três categorias separadamente. Contudo, estas se articulam e se complementam, aspecto compreensível considerando que a não neutralidade da CT constitui eixo articulador.

4.1 Silenciamento sobre a origem, sobre a concepção de CT pode estar sinalizando o endosso a uma compreensão próxima do determinismo científico-tecnológico

Retomando a construção histórica do determinismo científico-tecnológico, segundo Garcia, Cerezo e López (1996), esta concepção possui a visão de tecnologia como autônoma, que se desenvolve através de sua própria lógica e que não é condicionada pelo controle humano, está associada a uma concepção determinista das relações entre tecnologia e sociedade. Nesta visão, a tecnologia é entendida pelos autores como um fator independente, e que a mudança tecnológica é a principal causa da mudança social. O progresso é considerado como caminho fixo e inexorável. Em síntese, uma CT autônoma, não sendo afetada por valores presentes no contexto em que é gerada.

Segundo Gómez (1997) o determinismo tecnológico caracteriza-se a partir de duas teses. A primeira está centrada na ideia de mudança tecnológica como principal causa da mudança social. Dessa maneira, a tecnologia é um limitante das ações que a sociedade pode fazer. Já a segunda coloca a tecnologia como autônoma, não sendo influenciada pela sociedade. Essa construção histórica reforça a ideia de que a sociedade não tem potencial de alterar a dinâmica do desenvolvimento científico-tecnológico, tornando-se, cada vez mais, passiva diante desse desenvolvimento. Nesta concepção, os interesses, os valores presentes na concepção e execução, ou seja, no direcionamento científico-tecnológico, são ignorados, omitidos. Há um silenciamento sobre a presença de valores em todo o processo, que inicia na definição das políticas públicas para CT, na definição da agenda de pesquisa.

Neste sentido, Auler (2011a) destaca constatação de Seiler (1998) com relação a interesses que passam, muitas vezes, despercebidos pela sociedade em geral e obscurecidos através de grandes promessas de avanços da CT. Segundo Seiler,

os protagonistas centrais das inovações biotecnológicas são as grandes transnacionais químicas, farmacêuticas e alimentícias. Elas já dominam a agenda de pesquisa internacional. [...] Os críticos sublinham o fato de que a atual direção agrária do desenvolvimento da biotecnologia agrária é dominada pela agenda de pesquisa dos países industrializados. Assim, a maior preocupação não é a concretização do potencial que as novas técnicas oferecem para combater a fome e a desnutrição de um modo altamente específico e com alvos determinados, mas sim, quase que

exclusivamente, os interesses do lucro das empresas do Norte (apud AULER, 2011a, p. 93).

Na análise dos artigos que realizei, em linhas gerais, é possível afirmar que há mais silenciamentos sobre o determinismo científico-tecnológico do que um assumir explícito do mesmo. O que comparece, de forma bastante sistemática, é a defesa de uma participação no processo científico-tecnológico, a qual entendo como limitada. Uma participação limitada ao que denomino de pós-produção. Mais especificamente, a avaliação dos impactos da CT na sociedade, ou seja, participação pós-produção, pós-execução de projetos científico-tecnológicos. Há um silenciamento, uma omissão sobre a presença de valores na concepção e produção da CT. Esta constatação sustenta a presente categoria. Ou seja, este silenciamento pode estar indicando endosso a uma compreensão próxima do determinismo científico-tecnológico. Uma compreensão que pode ser sintetizada como: não cabe à sociedade participar neste âmbito. Um âmbito supostamente com vida própria, livre de valores.

Neste sentido, situo artigos que apresentam essa visão limitada. Silva e Carvalho (2009) [ARTIGO 21], por exemplo, entendem que “[...] a proposta CTS chama a atenção para a necessidade de uma avaliação dos riscos e benefícios associados à aplicação da Ciência e da Tecnologia” (p. 136), e ainda, Machado e Pinheiro (2010) [ARTIGO 09], colocam que,

[...] o enfoque CTS vislumbrou promover atividades de ensino que levassem os alunos a aplicarem os conhecimentos adquiridos em um processo de avaliação dos efeitos sociais e ambientais decorrentes do uso ou produção de artefatos tecnológicos (p. 527).

A sociedade, nesta perspectiva de participação, entra como usuária de uma CT “pronta”, imutável, atribuindo-lhe um melhor destino de apropriação, um bom uso. Dagnino (2007), por exemplo, entende que nesta perspectiva de participação, a sociedade apenas aceitaria os impactos oriundos do desenvolvimento científico-tecnológico, tirando o melhor proveito dele. Problematizar a participação limitada a pós-produção não significa que ela não deva ocorrer. Pelo contrário, precisamos ter acesso e dar atenção aos impactos oriundos da CT. No entanto, não ficar restritos apenas a esse tipo de participação, pois assim, estamos endossando a ideia de que o único objetivo da sociedade é receber o produto científico-tecnológico “pronto” e tirar o melhor proveito, a fim de reduzir impactos socioambientais considerados negativos. E é neste sentido que entendo ser pertinente analisar a limitação destas

visões. Também Sasseron e Carvalho (2008) [ARTIGO 20] apresentam indicativos de que reduzem a participação à avaliação de impactos pós-produção. Para as autoras,

É preciso também proporcionar oportunidade para que os alunos [...] sejam capazes de receber informações sobre temas relacionados à ciência, à tecnologia [...] sejam capazes de discutir tais informações, refletirem sobre os impactos que tais fatos podem representar à sociedade e ao meio ambiente e, como resultado de tudo isso, posicionarem-se criticamente frente ao tema (p. 336).

Nesta categoria, estou analisando uma possível relação entre uma compreensão de participação que se limita ao pós-produção e a concepção do determinismo científico-tecnológico. Na prática educativa descrita por Andrade e Carvalho (2002) [ARTIGO 05], há uma contraposição, considerando que os autores questionam o referido silenciamento,

[...] podemos notar que a escola continua constantemente apresentando a **Ciência como um conhecimento finito, fruto de um processo que ocorre à parte da Sociedade**. Essa postura possibilita freqüentemente que o aluno conceba a Ciência e a Tecnologia como conhecimentos fixos e imutáveis, além de mitificar os objetivos de seus respectivos processos de desenvolvimento, **atribuindo-lhes um caráter inerente de benefício para toda a humanidade** (p. 169)[grifo meu].

Na concepção do determinismo científico-tecnológico, cabe à sociedade dar um bom uso para a CT, avaliando aspectos considerados positivos e negativos, sem a perspectiva de interferir nos rumos do desenvolvimento científico-tecnológico. A participação no pós-produção, identificada em boa parte dos artigos analisados, parece representar algo muito próximo ou talvez decorrência dessa concepção. O que é possível afirmar, com bastante segurança é que, em ambas, silencia-se sobre o essencial: de onde vem essa CT? Quais os valores, quais os interesses que fazem com que tenhamos este desenvolvimento científico-tecnológico e não outro?

De maneira ilustrativa, o referido silenciamento pode ser representado através do esquema abaixo (figura 08), no qual há apenas uma direção para o desenvolvimento científico-tecnológico ocorrer, e é ele que incide na sociedade, ou seja, silencia-se sobre o essencial: a presença de valores na concepção e produção de CT.



Figura 08: Linearização entre desenvolvimento científico-tecnológico e sociedade. Silenciamento sobre a presença de valores na concepção e produção de CT.

E é neste sentido que problematizo a limitação da afirmação de Fabri e Silveira (2013) [ARTIGO 24], as quais entendem que há a necessidade de uma educação científica que proporcione aos estudantes “[...] conviver com o avanço científico e tecnológico refletindo sobre os impactos, em condições de se posicionar de maneira consciente e responsável diante das situações que emergirem ao seu redor [...]” (p. 79). Tal compreensão é ilustrativa do que denomino de “gerar passividade”. Está implícito, nesta fala, uma postura de “conviver” com o avanço científico-tecnológico, refletindo sobre os impactos destes. Está ausente uma possível participação no direcionamento deste desenvolvimento científico-tecnológico. A alternativa, diria conformista, está em conviver com ele. Esta compreensão possivelmente se aproxima do que Winner (1987), anteriormente citado, denomina de sonambulismo tecnológico.

Também, na prática educativa desenvolvida por Andrade e Carvalho (2002) [ARTIGO 05], os autores identificam, nas falas de estudantes, o referido silenciamento. Para os autores, os estudantes estabeleceram relações lineares entre o desenvolvimento científico-tecnológico e suas consequências para o desenvolvimento econômico do país, aproximando-se, também, do modelo tradicional de progresso (figura 01). Assim, segundo um estudante, a CT é “Um avanço das coisas e **ela serve para ter um melhor uso**, um **desenvolvimento melhor** para o país” (ANDRADE E CARVALHO, 2002, p.181) [grifo meu]. Nesta fala, fica perceptível a linearização decorrente do desenvolvimento científico-tecnológico com o desenvolvimento socioeconômico, como se houvesse apenas uma direção, conforme representado na figura 08, e também na figura 01, evidenciando indício de endosso às dimensões problematizadas nessa categoria. No entanto, essa afirmação, de acordo com os elementos presentes no artigo, não foi problematizada pelo professor na prática educativa desenvolvida.

Santos, M. S., Amaral e Maciel (2012) [ARTIGO 19] destacam que, nas práticas educativas analisadas por elas, em específico nas aulas experimentais, foi possível promover discussões “[...] sobre a influência que a ciência e a tecnologia exercem sobre a sociedade, e ainda, a incorporação das questões de saúde, éticas,

políticas financeiras e ambientais [...]” (p. 230). Apesar de aparentemente as autoras identificarem, nas discussões estabelecidas com os estudantes, a relação da CT com questões valorativas, evidenciando concepções associadas a não neutralidade da CT, seus posicionamentos ficam limitados no sentido em que só é estabelecida a influência da CT sobre a sociedade (figura 08), como se o inverso não ocorresse, ou seja, a sociedade, ou melhor, segmentos desta, não influenciassessem a CT. O papel da sociedade está em aceitar a CT, como se ela tivesse “vida própria” e, apropriar-se dela fazendo um bom uso.

Por outro lado, evidenciando avanços em relação ao silenciamento, Firme e Amaral (2011) [ARTIGO 10] destacam o fato de que a professora, da prática por elas analisada, apesar de mencionar a participação social na solução de problemas socioambientais associados à CT, “[...] ressaltou com **mais ênfase** a influência da ciência e da tecnologia na sociedade do que o inverso” (FIRME E AMARAL, 2011, p. 393)[grifo meu]. Essa afirmação revela algo fundamental e promissor. As autoras rompem o silêncio, dão voz àquilo que, na maioria dos casos, foi silenciado.

Retomando núcleos de sentido que expressam o referido silenciamento, comparece prática educativa analisada por Carletto e Pinheiro (2010) [ARTIGO 23], na qual a questão que dinamizou a pesquisa foi identificar quais metodologias proporcionariam um ensino aos estudantes de ensino médio “a ponto de promover o desenvolvimento de uma visão crítica **dos impactos da ciência e da tecnologia na realidade sócio-cultural?**” (p. 508)[grifo meu]. Novamente, marcante a compreensão do “impacto na sociedade”. Apesar das autoras considerarem a dimensão da participação social algo central nesse trabalho, tal participação ficou restrita apenas a avaliação dos impactos oriundos do desenvolvimento científico-tecnológico, como, por exemplo, “[...] as implicações da utilização do plástico para o meio ambiente e para a sociedade” (p. 513).

Evidencia-se, neste artigo, a postulação de um tipo de participação associada à direção que vai do desenvolvimento científico-tecnológico para a sociedade (figura 08), ou seja, algo que chega pronto e a sociedade apenas realiza uma avaliação crítica dos impactos causados pelo uso da CT. Não se problematizou, por exemplo, que a sociedade, numa concepção ampliada de participação, poderia participar não apenas nas decisões de apropriação e avaliação de impactos, mas, também nas decisões associadas à continuidade da produção de sacolas plásticas, produção de sacolas com material reciclável, ou alternativas a essa produção.

Santos, W. L. P. (2008), em uma reflexão sobre a origem do movimento CTS, destaca que este emerge em um contexto de países denominados de Primeiro Mundo, sendo assim, a perspectiva do movimento CTS carrega as marcas daquele contexto. As discussões envolvidas, nas propostas curriculares, pautadas por essa temática, centravam-se mais nos assuntos que envolviam impactos tecnológicos na sociedade, e conseqüentemente no ambiente.

Conforme já destacado, referenciais que pautam minha análise contribuem para dar “visibilidade” aos silenciamentos. A articulação entre Freire-CTS encontra-se preconizado na “leitura crítica da realidade”. Porém, reduzir a análise, a participação ao pós-produção, parece comprometer essa leitura crítica. Assim, de certa maneira, a articulação de compreensões defendidas pelo PLACTS a essas questões, se mostra relevante, pois, sinaliza e desperta possibilidades para a participação além do pós-produção. A articulação entre esses referenciais, em curso/desenvolvimento no Brasil, vem sendo desenvolvida por grupos de pesquisa e autores que abordam essa temática, como o próprio GETCTS, Auler (2011b), Santos, R. A. (2012), Roso, Rosa e Auler (2013), Dagnino (2008; 2010a), Strieder (2012) e outros.

Coerente com estas iniciativas, o que venho defendendo, a partir dos referenciais que utilizo, entendendo ser fundamental para uma leitura crítica da realidade, é a compreensão sintetizada no esquema abaixo. Isto coloca novos desafios para o campo educacional, particularmente para o campo CTS.

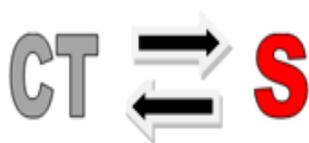


Figura 09: Compreensão não linear sobre interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade. Superação do silenciamento referente à influência da sociedade sobre o desenvolvimento científico-tecnológico.

Neste sentido, destaco a coerência com essas concepções, fundamentadas por alguns autores de artigos da análise realizada. Esta coerência é indicadora de potencial para problematizar o silenciamento anteriormente referido. Gouvêa e Leal (2001) [ARTIGO 03] destacam que tal compreensão tem sido desenvolvida em outros campos, não na Educação. Afirmam que,

Vale lembrar que a relação CTS e a discussão de sua pretensa neutralidade têm sido melhor desenvolvidas no campo das Ciências Sociais.

Especificamente na Sociologia, **a discussão sobre a capacidade da ciência e da tecnologia moldarem a sociedade ou serem moldadas por ela** não é recente (p. 68)[grifo meu].

Ao serem consideradas influências mútuas do desenvolvimento científico-tecnológico e a sociedade (indício de superação do determinismo) (figura 09), abre-se a possibilidade de potencializar mecanismos ampliados de participação em processos decisórios. Tal possibilidade está presente no artigo de Firme e Amaral (2011) [ARTIGO 10], as quais destacam interações da tríade CTS, evidenciando indícios de que a superação da construção histórica do determinismo científico-tecnológico pode ser um meio de ampliar os mecanismos de participação. Segundo as autoras a,

Ciência e Tecnologia – compreendidas como domínios distintos que **se influenciam mutuamente** na construção de conhecimentos, e que tanto promovem modificações nas formas de vida da sociedade, como podem ser influenciadas por esta sociedade através de políticas públicas. (p. 385)[grifo meu].

No entanto, chamo a atenção ao que a análise revelou, ou seja, não basta apenas ter uma visão ou uma fundamentação crítica das inter-relações da tríade CTS, uma compreensão que sinaliza uma perspectiva de participação ampliada (alguns autores/pesquisadores, conforme discutido nesta categoria, possuem esta compreensão). O grande desafio, possivelmente novo e inédito no campo educacional, esteja em traduzir esta participação ampliada, não limitada ao pós-produção, em práticas educativas.

Conforme referi, no parágrafo anterior, há, entre os artigos analisados, compreensões, embora de forma minoritária, para além do silenciamento. Há falas que verbalizam, que expressam clareza sobre o fato de que a CT não “cai do céu”. Possuem a compreensão de que, se temos esta ou aquela tecnologia, não é por acaso, mas decorre da presença de interesses, de valores de segmentos sociais sobre o desenvolvimento científico-tecnológico. A percepção de CT como processos sociais, que estão articuladas a questões valorativas é ressaltada por uma professora, a qual destaca que a “Ciência é uma **atividade humana sujeita a influência e impactos sociais**; o aspecto tecnológico é parceiro da ciência no processo de conhecimento” (LEAL E GOUVÊA, 2002, p. 12)[grifo meu] [ARTIGO 16].

Complementando essas discussões, a prática educativa proposta por Araújo e Formenton (2012) [ARTIGO 01] vai ao encontro, também, da superação do determinismo, bem como, amplia a percepção da participação apenas no pós-

produção, convergindo com a perspectiva representada na figura 09. Na reflexão dos autores, a proposta da abordagem temática pautada por CTS teve resultados positivos, pois,

[...] as atividades realizadas ampliaram a percepção dos alunos sobre o fato de que **a sociedade deve influenciar nos rumos da pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico**, podendo orientar e sinalizar caminhos mais adequados para os mesmos, considerando não apenas suas necessidades imediatas, mas também implicações e impactos sócio-ambientais relacionados (ARAÚJO E FORMENTON, 2012, p. 46).

Tal afirmação sinaliza o fato de que os estudantes ampliaram a percepção de que eles mesmos possuem potencial para participar no direcionamento da atividade científico-tecnológica. E ainda, revela, acima de tudo, o potencial que a Educação possui através de práticas educativas, para ampliar a compreensão sobre interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade. São indícios promissores de que é possível, na Educação, trabalhar a perspectiva de uma participação ampliada em processos decisórios. Algo não usual em processos educativos. Dimensão que entra em cena motivada pela presença de novos referenciais. Ou seja, Freire e o PLACTS.

Sendo a tônica desta categoria, retomo núcleos de sentido que constituem desafios para a Educação em Ciências. Ou seja, falas a serem problematizadas. Neste sentido, na prática educativa desenvolvida por Silva e Carvalho (2012) [ARTIGO 11], há a compreensão de licenciandos de Física que “[...] atribuem, às aplicações da Ciência e da Tecnologia, as causas para os problemas ambientais” (p. 377). Os problemas ambientais decorrem do mau uso da CT. Os autores, refletindo sobre essa concepção, apontam que esta está associada à visão determinista da CT. Segundo Silva e Carvalho (2012),

Essa visão que coloca a Ciência e a Tecnologia como os únicos responsáveis pelos problemas ambientais pode ser comparada, conforme identificamos no trabalho de Auler e Delizoicov (2006), a uma espécie de **determinismo tecnológico**, ou seja, ignoram-se as relações sociais em que a Ciência e a Tecnologia são produzidas e utilizadas (p. 377)[grifo meu].

No entanto, a partir de elementos identificados na análise, parece que a concepção destes licenciandos, evidenciada pelos autores como determinista, ficou restrita à análise dos mesmos, ou seja, tal compreensão crítica estabeleceu-se apenas na fundamentação teórica dos autores. Não há evidências de que essa problematização tenha chegado à prática educativa.

De outra maneira, mas sinalizando para a percepção de influências de segmentos sociais no desenvolvimento científico-tecnológico, é destacado por Andrade e Carvalho (2002) [ARTIGO 05],

[...] os alunos conseguiram identificar relações envolvendo aspectos econômicos como influência decisiva nas opções tecnológicas. As percepções dos alunos foram ainda além, pois identificaram que **essas opções são definidas por grupos sociais específicos**. Essas constatações podem ser verificadas quando, logo no início das atividades, mais da metade dos alunos elegeram como a principal característica produtiva do Pro-álcool o preço do etanol, bem menor que o da gasolina (p. 184) [grifo meu].

E ainda, na mesma prática educativa, pode-se perceber que na visão dos estudantes há uma relação direta entre a escolha de projetos científico-tecnológicos e o lucro. Ou seja, as escolhas de objetos de estudos não se restringem apenas aos interesses e valores internos da comunidade científica, que serão financiadas por instituições autônomas, problematizando, de certa maneira, a tese da *autonomia* proposta por Lacey (2008; 2010). Assim, na reflexão de Andrade e Carvalho (2002), de acordo com as visões dos estudantes,

[...] a escolha do objeto de estudo das pesquisas não se relaciona somente com interesses específicos dos pesquisadores pela simples produção de conhecimento, mas também (ou seria principalmente?) pelos aspectos econômicos ligados à rentabilidade, concebendo, assim, uma atividade científica intensa e intimamente atrelada às dimensões sociais, políticas e econômicas. (ANDRADE E CARVALHO, 2002, p. 182).

A análise de Andrade e Carvalho está fortemente relacionada com a afirmação de Seiler (1998), destacada no decorrer do texto, o qual evidencia as intencionalidades presentes nas escolhas de determinada CT, ao invés de outra, problematizando, mesmo que implicitamente, que a CT não tem “vida própria” (figura 08), e que são segmentos da sociedade que determinam e direcionam qual CT será objeto de estudo e consolidação (figura 09). Andrade e Carvalho (2002) ainda concluem que ao problematizar tal perspectiva, estão criando a possibilidade de os estudantes detectarem uma característica marcante no atual sistema econômico, na qual há uma estreita relação entre “[...] desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia aos ditames e aos interesses do mercado financeiro” (ANDRADE E CARVALHO, p. 182).

Ficou perceptível na análise realizada, que ainda é um número muito restrito de práticas educativas pautadas pela perspectiva CTS, e que contemplam, de

alguma maneira, discussões e problematizações sobre a dimensão da não neutralidade da CT relativa à presença de valores na definição da agenda de pesquisa e do direcionamento dado ao desenvolvimento científico-tecnológico. Em linhas gerais, predomina um silenciamento sobre a origem da CT, o que, na minha análise, aproxima-se à concepção do determinismo científico-tecnológico. Concluo com a análise realizada, que as dimensões da construção histórica do determinismo científico-tecnológico e da participação apenas na avaliação dos impactos gerados pelo uso da CT parecem estar entrelaçadas. Isso porque em ambas as concepções, a CT entra como um desenvolvimento que ocorre a parte da sociedade, restringindo-se a uma aceitação passiva, de uma CT pronta, no qual a sociedade vai dar um melhor destino de apropriação.

Parece que a CT “cai de paraquedas” na sociedade. Assim, a participação social e a análise da sociedade têm início quando a CT entra, “cai” no contexto social, estando imune, até esse momento, de fatores valorativos. Cabe avaliar impactos da entrada da CT, considerada instrumento neutro, que serve a qualquer projeto social na sociedade. Em outros termos, dar um bom uso a CT. Essa percepção, que considera que a CT pode ser utilizada tanto para o bem quanto para o mal, está alicerçada na suposta neutralidade da CT, ou seja, capaz de ser utilizada em qualquer contexto ou época e sociedade, justificando, por exemplo, a transferência tecnológica de um contexto social para outro, sem problema algum (AULER, 2002).

Portanto, o *bom* e o *mau* uso da CT decorrem da suposta neutralidade. CT considerados instrumentos neutros. Para Dagnino (2010b), nesta compreensão, cabe à sociedade usar a ética para dar este bom uso. Assim, “a comunidade de pesquisa produz a CT, cabendo a ‘sociedade’ fazer o que quiser” (p. 309), e ainda “a ética entra como uma solução de um problema que não diz respeito aos cientistas” (p. 309).

Dagnino (2010b) propõe o exemplo da energia nuclear para esclarecer a visão instrumental. A energia nuclear pode ser utilizada tanto para a criação de bombas atômicas, quanto para o desenvolvimento da medicina nuclear. Será a ética utilizada pela sociedade “que decidirá se esse conhecimento – que em si mesmo é bom e eficiente – será utilizado para matar ou para a vida” (p. 309). O senso comum considera este argumento razoável. Porém, silencia-se sobre aspectos importantes. Por exemplo, o lixo radioativo que resulta deste processo, independente do bom ou

mau uso. Auler (2002) discutindo a mesma problemática, apoiado em Souza Cruz (2001) entende que não é trivial julgar se algo é benéfico ou maléfico, pois essas perspectivas possuem valores de caráter pessoal e social. Outro exemplo, já problematizado por Auler (2002) e Bazzo, Pereira e von Linsingen (2000), é com relação ao uso do automóvel. Independente do suposto bom ou mau uso do mesmo, este modelo de transporte, pautado numa concepção de transporte privado, carrega a poluição ambiental, bem como os congestionamentos, como algo intrínseco. Restringir a análise e participação ao bom e mau uso do automóvel, fica-se restrito ao periférico, a busca por ações paliativas.

Sanmartín, citado por Auler (2002), entende que, para mudar uma sociedade, a troca de certas tecnologias por outras não é o suficiente. Há a necessidade, segundo ele, de mudar a política tecnológica. Ainda, segundo Fourez, também destacado por Auler (2002), o endosso ao determinismo tecnológico, “coloca a impossibilidade ideológica para agir” (p. 118), dificultando assim, a constituição de uma cultura de participação nas decisões envolvendo CT.

4.2 Silenciamento sobre dimensões de outras naturezas, além da científico-tecnológica, em processos decisórios

Um dos objetivos centrais do movimento CTS, conforme já exposto, está na democratização de processos decisórios em temas que envolvem CT, na ampliação de mecanismos de participação. Neste sentido, seria razoável que práticas educativas que trabalham nesta perspectiva problematizassem modelos decisórios tecnocráticos, vinculados, conforme discussão realizada ao longo do texto, a concepções de neutralidade da CT.

O argumento utilizado, nos modelos tecnocráticos de participação, está alicerçado na compreensão que considera apenas o viés científico, como se este fosse **condição necessária e suficiente** para a compreensão e enfrentamento de problemas, inclusive os sociais, vivenciados pela humanidade. Como se para cada problema existente tivesse uma única resposta, uma única solução, encontrada de um modo ideologicamente neutro. Tal perspectiva de participação, muitas vezes, está associada a progresso social, como se o avanço científico, desencadeado unicamente pelo tecnocrata, necessariamente fosse levar a sociedade a uma condição de bem estar.

No entanto, o que, muitas vezes, deixa-se de problematizar, é que na resolução de problemas, na discussão de temas sociais em que CT estão presentes, em geral, a dimensão técnica está acompanhada de dimensões de outras naturezas, como a política, a econômica, entre outras. Ao problematizar a tecnocracia, não está sendo desconsiderado e nem colocado num segundo plano o conhecimento científico-tecnológico. O problema está em que, na tecnocracia, esta, a dimensão técnica, é concebida como **condição necessária e suficiente**. Ou seja, neste modelo decisório, decisões políticas, que acompanham processos técnicos, são tomadas por técnicos, supostamente neutros. Feenberg (2010), em um diálogo sobre a análise crítica da tecnologia, perpassando pelas visões de Marcuse e Habermas, destaca que mesmo que “[...] dispusermos de soluções puramente técnicas para um problema, então a escolha entre elas torna-se tanto técnica quanto política. As implicações políticas da escolha serão incorporados à tecnologia” (p. 266).

Esta categoria surge de dois conjuntos de núcleos de sentido obtidos na unitarização, primeira etapa da ATD, em interação, principalmente, com a construção histórica, já analisada, da suposta superioridade do modelo de decisões tecnocráticas. Por isso, denominada de categoria mista. Em um primeiro conjunto, aqueles artigos que mencionam apenas a dimensão técnico-científica, silenciando sobre outras em processos decisórios. De outro, núcleos de sentido que expressam a insuficiência de CT. O primeiro conjunto, é, aqui, analisado como aproximando-se de postulações tecnocráticas. O segundo expressando a insuficiência deste campo de conhecimento, estando, no meu entender, sinalizando para a ampliação dos atores envolvidos em processos decisórios.

O artigo de Angotti, Bastos e Mion (2001) [ARTIGO 04] contribui, na fundamentação da prática educativa, para problematizar modelos tecnocráticos, ao destacarem, por exemplo, a presença de outras dimensões, além da técnica, na execução de projetos, citando a construção da Linha Vermelha ou Ferrovia Norte-Sul no Rio de Janeiro. Segundo os autores, o Rio de Janeiro, conhecido como "cidade maravilhosa", não pode encarar problemas sociais, como, por exemplo, a pobreza. "Os turistas que viajam para lá não gostariam de se sentir em meio a miséria, da fome, do desemprego e provavelmente da promiscuidade; poderiam ficar constrangidos" (p. 187). A solução "foi providenciar um caminho que passasse por cima, em vez de solucionar os problemas sociais existentes" (ANGOTTI, BASTOS E

MION, 2001, p. 187). Situações como essa, normalmente apresentadas como técnicas, acabam obscurecendo problemas que abarcam outros tipos de valores. Parece muito mais fácil buscar resolver um problema de maneira, supostamente técnica, do que resolver, por exemplo, o problema da miséria, vinculada à dinâmica social mais ampla.

Convergente a esta ideia, tem-se a reflexão apontada por Auler (2011a), que destaca um dos graves problemas vivenciados no contexto brasileiro, a insegurança. Segundo o autor, "Supostamente a solução contra violência é técnica: muros cada vez mais altos, cercas eletrificadas, alarmes, circuitos internos de TV" (p. 77). Para resolver o problema da insegurança, a condição técnica é colocada como condição suficiente para o enfrentamento desse problema, no entanto, é insuficiente para resolvê-lo. A dinâmica social, geradora do problema, é omitida.

A análise dos núcleos de sentido, extraídos dos artigos, revelou que problematizar e contemplar dimensões de outras naturezas, não somente a científico-tecnológica, nas práticas educativas, em geral não ocorre. Esta constatação decorre não da presença de núcleos de sentido obtidos na unitarização, mas de "vazios", de silenciamentos em relação a outras dimensões que não a científico-tecnológica. Esses "vazios" se fizeram presentes em mais da metade dos artigos analisados.

A presença, apenas, do argumento científico comparece na prática educativa descrita por Flor (2007) [ARTIGO 13], na qual estudantes revelam indícios de endosso às decisões tecnocráticas. Buscar argumentos no discurso científico é razoável. O problema está naquilo que foi omitido, silenciado, tanto pelos estudantes quanto pela pesquisadora, ou seja, a ausência de dimensões de outras naturezas que não a CT. Neste sentido, Flor (2007) destaca,

[...] os educandos se aproximaram bastante dos objetivos da aplicação de um caso simulado CTS e de enfoques que visam à educação para a cidadania, **buscando no discurso científico argumentos para seus posicionamentos diante de problemas enfrentados por sua comunidade**. Não se trata de falar da posição de cientista, porém, de assumir argumentos científicos para falar da posição de cidadão (p. 7).

Nesta fala, outros campos de conhecimento são desconsiderados, há a compreensão de que os argumentos científicos são suficientes para a resolução do problema vivenciado por aquela comunidade. O argumento científico, da condição de necessário, passa também para a condição de suficiente. Neste sentido, o

silenciar, o omitir dimensões de diversas naturezas na resolução de problemas sociais, pode ter um efeito pedagógico que reforça posições tecnocráticas. Essa perspectiva parece estar associada à análise de Auler (2011a), quando se discute temas/problemas sociais apenas do ponto de vista das chamadas ciências naturais, um reforço à tecnocracia, no qual o viés científico é considerado como a única resposta confiável e sólida na resolução dos problemas, inclusive os sociais. Esta fundamenta-se, também, na ideia de uma "[...] visão fanática de que apenas na ciência ou no método científico é que se encontra uma resposta confiável e sólida a qualquer questão" (COLLINS, H. E EVANS, R., 2010, p. 16).

Ausência semelhante, ou o referido silenciamento, ocorre na análise e reflexão de Fabri e Silveira (2013) [ARTIGO 24]. A presença de visões de estudantes relacionadas ao cientificismo foi identificada pelas autoras. A fala, reproduzida a seguir, possui algo fundamental, pois, de um lado, tem-se o endosso dos estudantes às decisões tecnocráticas, e de outro, a problematização das autoras com relação a essa construção histórica. Fabri e Silveira (2013) questionam o poder absoluto dado ao cientista, suposto representante do saber científico,

As concepções prévias dos alunos evidenciaram uma **visão linear/tradicional** que é veiculada, passada para a população em geral que acredita que a Ciência é sempre benéfica. **O cientista é visto como uma autoridade que sempre tem razão**, o que refletem as ideias que eles possuem e que são construídas a partir de suas vivências e experiências com outras pessoas e que refletem no interior da sala de aula (p. 101)[grifo meu].

Na reflexão realizada pelas autoras, estas evidenciam que os estudantes possuem posicionamentos diferentes com relação à tecnocracia, com relação a considerar CT como condição necessária e suficiente. Pois, parte dos estudantes endossam essa perspectiva, colocando o tecnocrata como possuidor do “conhecimento verdadeiro”, enquanto outros discordam dessa reflexão, sinalizando para a superação da concepção de condição necessária e suficiente da participação atribuída ao campo técnico-científico. Neste sentido, segundo Fabri e Silveira (2013),

[...] a grande maioria dos alunos (14) veem o cientista como uma pessoa importante para a sociedade, como de uma autoridade, sendo que para a metade dos alunos o que os **cientistas falam são verdades incontestáveis**. Evidenciando mais uma vez a visão ingênua que possuem em relação à Ciência, bem como o trabalho de um cientista. Porém, a outra metade da turma parece **não estar convencida das verdades absolutas dos cientistas**, embora não tenham sabido explicar porque achavam isso (p. 87)[grifo meu].

A prática educativa desenvolvida pela pesquisadora Fabri (FABRI E SILVEIRA, 2013), de certa maneira, visou discutir e problematizar ideias associadas à suposta neutralidade da CT, como a tomada de decisão tecnocrática, revelando a superação dessa construção histórica. Práticas educativas, como no artigo em análise, que trabalham a dimensão de que os cientistas/técnicos não possuem verdades absolutas, que outros campos de conhecimentos são necessários, sinalizam horizontes promissores para a Educação CTS. Neste sentido, Fabri e Silveira (2013) destacam que, no momento em que o professor desenvolve um trabalho na perspectiva CTS, “[...] desenvolverá nos alunos reflexões que partem de conceitos e experiências mostrando que a Ciência não é neutra, pois reflete interesses que, na grande maioria das vezes, são econômicos” (p. 83). Neste sentido, Japiassu (1975), já na década de 70, do século passado, destacava que a atividade científico-tecnológica, por vezes, se submete aos mais variados contratos, para angariar fundos, ou seja, “cada vez mais há uma simbiose entre ciência, indústria e estratégia, invadindo todos os espaços: econômico, cultural, psicológico, etc.” (p. 113), não havendo espaço para a ideia de CT neutra.

Na análise de Fabri e Silveira (2013), descrita acima, parte dos estudantes, previamente, parecem endossar a construção histórica do modelo de decisão tecnocrática, pois, consideram a dimensão científico-tecnológica portadora de certezas, silenciando dimensões de outras naturezas, ou seja, descarta-se essas dimensões e apenas CT é suficiente. Tal compreensão constitui grande desafio para a Educação em Ciências, particularmente para o campo CTS.

O modelo de decisões tecnocráticas, endossado por estudantes, é marcante também na reflexão sobre a prática educativa de Barbosa, Lima e Machado (2002) [ARTIGO 18]. Isso porque houve certa tendência entre os estudantes, de linearizar conhecimento científico-tecnológico com a ideia de verdade, novamente silenciando conhecimentos que abarcam outros valores. No entanto, os autores discutem essa construção histórica, pois problematizam “perspectivas discursivas” diferentes do que apenas o conhecimento científico, sinalizando para a superação da dimensão que considera o conhecimento científico-tecnológico como incontestável. Na análise de Barbosa, Lima e Machado (2002),

“A gente precisa chegar num acordo o que que (sic) é verdade, o que que (sic) é mentira! [...]”. O sentido que se depreende do conjunto da enunciação do estudante nos leva a crer que a existência de perspectivas discursivas diferentes lhe causa mais espanto do que receptividade: o

diferente não é apropriado, a diversidade de opiniões não é bem-vinda, ou até mesmo intolerável. O estudante organiza sua intervenção em torno da categoria verdade. Afinal, o que é científico comporta uma única posição: a que é a verdadeira (turno 4): “*A gente precisa chegar num acordo o que que (sic) é verdade, o que que é mentira!*” (p. 123)[grifo do autor].

Essa citação merece destaque, pois fica evidente que, para o estudante, só existe a dimensão de verdadeiro ou falso. Para ele, não há controvérsias, posições contraditórias, e sim, uma verdade “comprovada cientificamente”. Como o estudante silencia outros campos de conhecimento, para ele vai existir a dimensão do verdadeiro e falso. Caso o campo político e outros fossem considerados, ainda mais, as dimensões de verdadeiro e falso perderiam sentido. Controvérsias, dúvidas, situam-se no campo político, ideológico. Assim, se o estudante quer verdades, significa que ele exclui outros campos, além de CT, endossando posições tecnocráticas.

Ainda, a busca por verdades, por respostas únicas, foi identificada por Barbosa, Lima e Machado (2012),

“E não dá muito certo” e “A gente precisa chegar num acordo!?”? Acreditamos que suas palavras revelam incômodo por ele estar ocupando um não-lugar no processo de compreensão. Flagra-se a prevalência da cultura de uma verdade única, em que sua determinação existe clara e indubitavelmente. Na concepção [...], parece não ser possível haver verdades de outros diferentes do que seja verdadeiro para ele, pois seu processo de dialogicidade (sic) e compreensão do problema parecem estar em um estágio que ainda não o interpela a se posicionar. [...] Poderia haver mais de uma versão, sendo todas elas científicas? Pode-se constatar o esforço dos estudantes para encontrarem a verdade, única e unívoca. (BARBOSA, LIMA E MACHADO, 2002, p. 123)[grifo do autor].

O que parece ter sido pouco problematizado, nas práticas educativas, e que sinaliza desafios para a Educação em Ciências, é que os problemas complexos, como mudanças climáticas, mobilidade urbana, segurança pública, assim como a maioria dos temas sociais trabalhados em abordagens CTS, não comportam certezas. Trata-se de problemas abertos, não redutíveis ao certo ou errado, ao verdadeiro ou falso. Além disto, quanto mais complexos, é de se supor que maior será a quantidade de campos envolvidos, além de CT. Fabri e Silveira (2013) [ARTIGO 24] sinalizam a problematização dessa perspectiva, destacando a visão de Chassot (2004), o qual afirma que, a “marca da ciência de nossos dias é a incerteza” (p. 256). E ainda, refletem que “Os alunos, membros dessa sociedade, precisam ter clareza de que o discurso de um cientista, hoje, pode ser contestado posteriormente” (FABRI E SILVEIRA, 2013, p. 87).

Outra manifestação, e que se refere ao indício de endosso a tecnocracia, é apontada na prática educativa de Silva e Carvalho (2012) [ARTIGO 11], no qual destacam a visão de licenciandos em Física com relação à problemática ambiental. Segundo os autores,

[...] do ponto de vista da articulação entre a temática ambiental e o processo educativo, destacamos que a problemática ambiental é vista, pelos licenciandos em Física, como um tema voltado exclusivamente aos especialistas de algumas áreas específicas do conhecimento, como, por exemplo, a Biologia. Os estagiários reconhecem que os profissionais dessa área do conhecimento são as **autoridades técnicas** que devem tratar assuntos dessa natureza. Uma analogia cabível, nesse caso, poderia ser um biólogo dizendo que cabe, única e exclusivamente, aos físicos opinarem sobre a viabilidade da construção de usinas nucleares (p. 381)[grifo meu].

Esta fala, analisada criticamente pelos autores, evidenciou uma visão reducionista e indício de endosso à tecnocracia pelos licenciandos. Os mesmos ressaltaram a fragmentação com relação à resolução de problemas, como se apenas o técnico, de uma determinada área, fosse o único sujeito apto na tomada de decisão. Para os autores, o que sinaliza verbalização e não silenciamento, a temática ambiental não envolve apenas conhecimento físico, químico, biológico, social, histórico e econômico, mas o envolvimento de um “diálogo entre os saberes sistematizados e entre estes e os conhecimentos populares ou do senso comum” (p. 381-382). E ainda, para Silva e Carvalho (2012), o tema ambiental exige, dos licenciandos em Física, “[...] mais que um contexto de aplicação das teorias físicas: ela traz à tona as incertezas e as complexidades inerentes a toda e qualquer atividade humana” (p. 382). No entanto, essa problematização, de acordo com os elementos presentes no artigo analisado, esteve presente apenas nas reflexões dos autores, não tendo repercutido na prática efetivada. Ou seja, parece que a concepção dos licenciandos não foi problematizada.

Ressaltando a complexidade dos problemas, Dagnino (2010b), mesmo referindo-se ao âmbito acadêmico, destaca,

[...] nenhum problema social vem com uma etiqueta que diga “eu sou da sociologia”, “eu sou da economia”, “eu sou da antropologia”. Se fosse assim seria fácil: bastaria conduzir os problemas aos departamentos correspondentes na universidade e os cientistas os decifriariam. Os problemas são multidisciplinares (p. 297).

Já tendo aparecido nas análises anteriores, há sinalizações que, mesmo considerando a dimensão científico-tecnológica, consideram-na insuficiente. Ou seja, não silenciam sobre dimensões que vão além da científica. Esses indícios

estão associados, por exemplo, ao incentivo à participação social na tomada de decisão envolvendo CT.

Essa sinalização de superação é evidente na reflexão de Zuin e Freitas (2007) [ARTIGO 14]. Para as autoras, tendo desenvolvida prática envolvendo o problema da transposição do rio São Francisco,

Os estudantes procuraram apresentar, sem hierarquizar, os conhecimentos científico, tecnológico, econômico, cultural, moral, dentre outros, muito distantes da concepção de que a ciência – como geradora de verdades únicas e absolutas – pudesse responder a todas as dúvidas e incertezas que rondam a controversa transposição do rio São Francisco (p. 6).

Ainda, relativamente à transposição do São Francisco, Zuin e Freitas (2007) destacam um trecho extraído do relatório final dos licenciandos, os quais manifestam que,

A maior parte dos problemas ambientais tem suas raízes na miséria que, por sua vez, é gerada por políticas e modelos econômicos concentradores de riquezas e geradores de desemprego e degradação ambiental. Esse é o caso da transposição do rio São Francisco; logo, a preocupação não é apenas com o aspecto ecológico dessa questão, pois assim estariam sendo desconsiderados os demais aspectos políticos, sociais, culturais (...) (extraído do relatório final do grupo) (ZUIN E FREITAS, 2007, p. 5).

Convergente a esse posicionamento, tem-se a reflexão de Barbosa, Lima e Machado (2002) [ARTIGO 18], que entendem que, "O posicionamento pessoal e a responsabilidade de cada ato transcendem o teórico, e qualquer enunciação não pode ser adjetivada apenas como 'cientificamente embasada'" (p. 129), pois há outras dimensões que também são importantes tanto quanto as relacionadas à CT.

No artigo de Fabri e Silveira (2013) [ARTIGO 24], há outro indicativo de que dimensões outras, além da CT, estão comparecendo em discussões sobre temas envolvendo CT,

Esclareceu-se que assim como eles (os alunos) fizeram propostas que os beneficiaria, se preocupando apenas com eles próprios, **os cientistas também podem estar criando coisas que beneficiem somente a si mesmos, ou a interesses de outros, e que nem sempre é para o bem da humanidade, pois as decisões variam de acordo com a perspectiva de cada um, dos interesses envolvidos**, sejam eles pessoais, sociais, econômicos e/ou políticos (p. 88) [grifo meu].

Também Araújo e Formenton (2012) [ARTIGO 01] sinalizam para a superação do mencionado silenciamento,

[...] entre as discussões geradas pelas possíveis mudanças tecnológicas de uma fonte de energia automotiva para outra, **esbarramos em obstáculos não apenas técnicos** quando, por exemplo, não conseguimos captar energia solar em quantidade suficiente para suprir as necessidades das pessoas, **mas também de interesses de grupos específicos** e estatais que dominam o fornecimento e distribuição de petróleo e seus derivados no Brasil e no mundo (p. 44) [grifo meu].

Nesta fala, comparecem elementos que apontam para a presença de outras dimensões, além da técnica, nos rumos dados ao desenvolvimento científico-tecnológico, aspecto analisado na categoria anterior. Fica evidenciado que, nas “mudanças tecnológicas”, aspectos técnicos e valores de outras naturezas estão imbricados.

Conforme já destaquei, problematizar os silenciamentos presentes tanto na categoria anterior quanto nesta, constitui algo novo e talvez considerado, por parcela da comunidade que trabalha com ensino-pesquisa, não pertinente para o campo educacional. Contudo, tais dimensões, mesmo de forma inicial, já comparecem em práticas, como nesta analisada por Andrade e Carvalho (2002) [ARTIGO 05]. Segundo os autores,

Embora tenhamos pouca tradição em termos de participação direta da sociedade nas questões de planejamento e execução de projetos que incluam, ou não, o processo de desenvolvimento tecnológico, pareceu-nos muito positivo que oito comentários tenham **apontado para a necessária vinculação entre propostas políticas e desenvolvimento científico e tecnológico**. Esse fato parece indicar que, mesmo vivendo em um ambiente na maioria das vezes hostil à participação nas decisões políticas e econômicas, é possível, por meio do ensino de Ciências, chamar a atenção dos alunos para essas dimensões e promover o interesse, a discussão e a participação da comunidade escolar em questões dessa natureza (p. 180) [grifo meu].

Diante da análise realizada, ainda é significativa a presença, o endosso à concepção tecnocrática entre estudantes, professores da educação básica e, também, em parte dos pesquisadores. Concepção, em geral, não manifestada explicitamente. Porém, predominantemente, em processos decisórios, dá visibilidade, manifesta-se a dimensão técnica, havendo o silenciamento sobre outras dimensões. Estes silenciamentos, os “vazios” quanto à presença de outros valores que não a associada à dimensão científico-tecnológica, na resolução de problemas, possivelmente reforçam a construção histórica da suposta superioridade do modelo de decisões tecnocráticas. Ignorar as dimensões política, ética, social, entre outras em problemas reais e complexos, pode estar sinalizando para a exclusão, em processos decisórios, de todos os atores não pertencentes ao campo da CT.

4.3 Silenciamento quanto aos valores internalizados no produto científico-tecnológico

A ciência moderna, desde seu começo, é vista como benfeitora e associada à ideia de progresso da humanidade. Crer que o presente é melhor que o passado, e que conduzirá a um futuro ainda melhor (AULER, 2002) devido único e exclusivamente ao desenvolvimento de mais e mais CT, é sustentar a ideia de uma ciência linear e neutra, potencializando a construção histórica do salvacionismo da CT.

A análise presente nesta categoria evidenciou que é um número significativamente pequeno de práticas educativas que revelam indícios de endosso explícito por estudantes, professores da educação básica e pesquisadores, à construção histórica do salvacionismo científico-tecnológico. Em maior número, há um segundo conjunto de artigos em que comparecem, explicitamente, questionamentos quanto a esta construção histórica. Porém, caracterizei este conjunto como tendo compreensões reducionistas, pois superaram apenas parcialmente esta construção histórica. Superaram a linearidade entre mais CT e mais bem estar social. Porém, silenciam sobre algo, no meu entender, fundamental. Ou seja, esta não linearidade decorre não apenas do bom ou mau uso de CT, mas também do fato de que o produto científico-tecnológico incorpora, internaliza, materializa valores, interesses daqueles atores sociais que concebem este produto. Há um silenciamento sobre o fato de que as implicações na sociedade, consideradas boas ou más, positivas ou negativas, já estavam implícitas, previstas que ocorressem, considerando os valores, os interesses que conceberam tal desenvolvimento científico-tecnológico.

Início destacando algumas práticas do primeiro conjunto. Ou seja, naquelas que comparem indícios de endosso ao salvacionismo. Na prática educativa analisada por Santos, M. S, Amaral e Maciel (2012) [ARTIGO 19], apesar dos estudantes possuírem a percepção de que a ciência é influenciada por questões valorativas, eles linearizam o desenvolvimento científico-tecnológico com a qualidade de vida, evidenciando um endosso à construção histórica do salvacionismo. Segundo as autoras,

[...] a totalidade dos estudantes (33 respostas) concorda que ciência é, principalmente, *um corpo de conhecimentos, como princípios, leis e teorias*

que explicam o mundo que nos rodeia (matéria, energia e vida) e, também, um processo de investigação sistemático e o conhecimento resultante. [...] Os estudantes consideram as respostas que contêm uma visão de ciência complexa, de cunho político, social e ambiental; que vai além do caráter exploratório. Eles entendem que o conhecimento científico promove e/ou beneficia a melhoria da qualidade de vida (SANTOS, M. S.; AMARAL E MACIEL, 2012, p. 236)[grifo do autor].

A análise evidenciou que não houve reflexão por parte das autoras em relação à visão limitada apontada pelos estudantes, ou seja, não se problematizou que essa “melhoria” nem sempre ocorre, que, muitas vezes, a CT só beneficia interesses privados e não coletivos. A fala identifica a presença de valores, porém, mesmo assim, há indicativos de endosso ao salvacionismo.

Já Amorim (2001) [ARTIGO 02], apesar de não aprofundar-se na análise, questiona o endosso de um professor da educação básica à construção histórica do salvacionismo. Isso evidencia indícios de superação dessa construção histórica, por parte do pesquisador, mesmo não a problematizando e explorando em sua análise. Segundo Amorim (2001),

[...] a concepção de tecnologia do professor Edson atrela-se à noção de que seja uma conseqüência diante das necessidades para cura de doenças, prolongamento da vida, melhoria das condições de vida da população, representações também preponderantes nos materiais didáticos de uso no cotidiano escolar [...] (AMORIM, 2001, p. 62).

Quem sustenta a perspectiva salvacionista/redentora à CT, como no caso das percepções dos estudantes e do professor da educação básica, descritas acima, potencializa a ideia de que o avanço da CT é sinônimo de desenvolvimento do bem estar social, um conhecimento que serve para qualquer contexto, época, atores sociais, e que, mais cedo ou mais tarde, colocará fim aos problemas existentes. Ainda associada a essa perspectiva, tem-se a ideia já exposta no texto, de tecnologia como uma ferramenta neutra que serve tanto para o bem quanto para o mal. Essa perspectiva, segundo Auler (2002), tem em seu bojo a ideia da suposta neutralidade da CT, “[...] 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” (p. 88).

De outra maneira, mas evidenciando endosso de estudantes à construção histórica do salvacionismo, aparece artigo de Fabri e Silveira (2013) [ARTIGO 24]. A reflexão das autoras merece destaque, pois problematizam o salvacionismo implícito na compreensão dos estudantes com os quais trabalharam. Ou seja,

É possível perceber que em nenhum momento os alunos mencionam alguma implicação social do desenvolvimento científico, em quase todas as respostas a tendência é **enxergar apenas os seus aspectos positivos**. Essa visão é fruto da concepção linear/tradicional que é veiculada, passada para a população em geral de maneira que não se questiona a primazia da Ciência (FABRI E SILVEIRA, 2013, p. 86)[grifo meu].

E ainda,

Também em relação à tecnologia, assim como com a Ciência, a percepção inicial dos alunos está atrelada quase que **exclusivamente aos benefícios**. Nesse sentido, fez-se necessário buscar reflexões acerca das implicações que o avanço científico-tecnológico acaba trazendo para as pessoas (FABRI E SILVEIRA, 2013, p. 91)[grifo meu].

Destaco que, nas análises anteriores, as autoras identificaram na compreensão de estudantes, compreensões limitadas. Compreensões próximas do salvacionismo. No entanto, apesar das pesquisadoras revelarem indicativos de superação da construção histórica do salvacionismo, tal como nas categorias anteriores, também, aqui, houve um silenciamento. Silenciamento sobre a presença de valores presentes na concepção e execução do desenvolvimento científico-tecnológico. Valores, interesses que são internalizados, materializados no produto científico-tecnológico. Tais valores, permeando todo o processo, comprometem a linearidade estabelecida entre mais desenvolvimento científico-tecnológico e mais bem estar social.

Neste sentido, retomo Lacey (2008 e 2010) quando este discute a presença de valores na prática científica. Por exemplo, quando se adota uma estratégia, de maneira geral, as possibilidades e os fenômenos a serem investigados também são estabelecidos. Lacey (2010), discutindo sobre as estratégias adotadas na prática agrícola, entende que, segundo a estratégia materialista, as possibilidades de pesquisas se restringem às associadas à biotecnologia. Já a possibilidade de melhorar métodos de agricultura local, como a orgânica, necessitaria de outra estratégia, o que ele denomina de *estratégias agroecológicas*, alicerçadas em outros valores. Os valores associados aos argumentos favoráveis ao desenvolvimento dos transgênicos estão ligados às práticas do mercado global, a valores de individualismo, lucros, mercantilização, eficiência econômica, favorecimento do sistema capitalista. Já os contra-argumentos apoiam-se principalmente em valores como o da sustentabilidade socioambiental, preservação da biodiversidade, métodos como o da agroecologia que baseiam-se no conhecimento tradicional local (LACEY, 2010). Ou seja, há diferentes valores associados a esta atividade científico-

tecnológica. Os valores, segundo as estratégias materialistas, internalizados, introjetados, no produto científico-tecnológico, podem comprometer a realização do bem estar social. Lacey, exemplificando com os transgênicos, destaca que estes foram projetados a partir de valores que buscam atender interesses privados. Em síntese, é pouco provável que um produto científico-tecnológico, a exemplo dos transgênicos, tendo sido concebido a partir de, e internalizado, valores privados – maximização do lucro privado -, possa ser traduzido em ganhos, em aumento do bem estar social coletivo. Neste sentido, a referida linearidade é problematizável.

O discurso de que vieram para acabar com a fome no mundo está em contradição com os valores presentes no processo de concepção e produção dos transgênicos. Com este exemplo, é possível discutir o fato de que a não linearidade entre mais CT e mais bem estar social não decorre apenas da apropriação desigual dos produtos resultantes do desenvolvimento científico-tecnológico. Decorre, acima de tudo, do fato de que o desenvolvimento científico-tecnológico, os rumos dados a este, segue valores, valores traduzidos em interesses que são incorporados no produto. O não alcance do bem estar social e as consequências socioambientais indesejáveis não resultam, apenas, do mau uso ou da apropriação desigual. Representam uma consequência previsível considerando os valores que permeiam o processo e que estão internalizados no produto científico-tecnológico.

O silenciamento percebido em Fabri e Silveira (2013) talvez decorra de uma compreensão limitada sobre não neutralidade. Em suas palavras, a não neutralidade da ciência está no fato de que ela “pode ser tanto benéfica quanto maléfica”. Esta compreensão, ter um bom ou um mau uso, problematizada ao longo do texto, ignora que a não neutralidade da ciência também se manifesta na concepção de CT, na qual valores direcionam o processo.

Para se promover uma ACT, faz-se necessário romper com essa concepção linear, fazendo que os alunos percebam **a não neutralidade da ciência**, que ela pode ser tanto benéfica quanto maléfica. Conhecer as percepções iniciais dos alunos, possibilitou enriquecer, ampliar e aprofundar os conhecimentos científicos e as suas implicações sociais, visando formar cidadãos conscientes e responsáveis em relação às questões científicas e tecnológicas em preparados para tomar decisões conscientes. (FABRI E SILVEIRA, 2013, p. 102).

Dentro desse conjunto de práticas educativas que evidenciam endosso da perspectiva que lineariza CT e bem estar da sociedade, tem-se a análise de Carletto e Pinheiro (2010), as quais evidenciam a percepção prévia dos estudantes a essa

concepção. No entanto, as autoras revelam que, após as práticas educativas desenvolvidas, foi possível identificar a ampliação dessa concepção limitada. Neste sentido,

Em relação à categoria Ciência e Tecnologia, pode-se afirmar que inicialmente alunas e alunos pesquisados entendiam que a ciência e a tecnologia foram criadas somente para o benefício da humanidade. Porém, no decorrer do trabalho, através das falas e registros escritos, pôde-se averiguar que, quando estimulados a refletir e discutir de forma mais aprofundada sobre o assunto, eles conseguiam fazer suas avaliações de maneira mais crítica (CARLETTO E PINHEIRO, 2010, p. 516).

Novamente, evidencia-se potencialidades da Educação em Ciências. Neste sentido, Auler (2002) já sinalizava um processo educacional, em específico na área de Educação em Ciências, que visasse uma nova leitura da realidade, “não ofuscada pela concepção de neutralidade da CT” (p. 62). Essa perspectiva, segundo o autor, pressupõe a compreensão das interações CTS, como também, à discussão e motivação à participação na tomada de decisão em temas que envolvem CT.

Anteriormente, apresentei várias falas de endosso ao salvacionismo presentes principalmente entre estudantes. Entre os pesquisadores, identifiquei uma tendência em problematizar esta concepção. Contudo, entre estes últimos está ausente, há um silenciamento sobre os valores incorporados no produto científico-tecnológico. Valores que, segundo minha análise, internalizados neste produto, são uma das causas da não linearidade entre desenvolvimento científico-tecnológico e bem estar social. Em seguida, apresento um conjunto de falas nas quais, de um lado, identifico a superação do salvacionismo, de outro, um silenciamento sobre valores. Em outras palavras, mesmo questionando a referida linearidade, grande parte das problematizações realizadas foram reduzidas a avaliação de uma *CT que tanto traz benefícios quanto prejuízos à sociedade*, evidenciando uma perspectiva que denominei de *reducionista* em relação à superação da construção histórica do salvacionista de CT. Ou seja, apesar da perspectiva crítica em perceber que o desenvolvimento científico-tecnológico não conduz linearmente ao bem estar social, silenciou-se sobre os valores presentes na concepção e produção de CT, valores pautados por interesses privados e do mercado capitalista, e não coletivos. Esses valores privados se traduzem em “consequências negativas” para o conjunto social.

É notório que, na prática educativa desenvolvida por Andrade e Carvalho (2002), conforme a afirmação a seguir, os estudantes apontam para a ideia de CT tanto como resolução de problemas sociais, como agravamento dos mesmos. Na

análise dos autores, os estudantes evidenciam impactos e benefícios oriundos da apropriação da CT, ou seja, não linearizam CT com desenvolvimento social. Essa perspectiva mostra indícios de que os pesquisadores e estudantes possuem uma visão, mesmo que *reducionista*, de superação do mito salvacionista. Tal compreensão reducionista e limitada é problemática, considerando que não há saídas. A única existente está em tirar o melhor proveito de CT, conduzindo a uma certa passividade social.

Neste sentido, o posicionamento dos estudantes com relação à influência do desenvolvimento científico-tecnológico na sociedade, é analisado por Andrade e Carvalho (2002), que destacam,

É interessante observar que, muitas vezes, os alunos restringem os seus comentários ou posicionamentos que, de alguma forma, espelham suas visões ou idéias sobre esse aspecto da nossa cultura como algo diretamente relacionado com a nossa vida cotidiana, e, nesse caso, **são enfatizados por eles como agentes facilitadores do dia-a-dia**. Por outro lado, alguns alunos, principalmente com o decorrer do trabalho, parecem apontar para **visões que, indicam claramente, uma relação entre a tecnologia e os problemas sociais**. Nesse caso a tecnologia é vista como um processo que pode contribuir para a resolução dos problemas ou para o aumento da ocorrência e agravamento deles (p. 174-175)[grifo meu].

A tecnologia pode contribuir para a resolução ou para o agravamento dos problemas. Parece que há poucas alternativas. Entendo pertinente destacar que, apesar de tanto pesquisadores como estudantes apresentarem indícios de superação do salvacionismo ligado à CT, há ainda o que se problematizar. Somente colocar em pauta, na discussão, a análise de uma CT que tanto gera prejuízos como benefícios, conforme destacado por Andrade e Carvalho (2002), a problematização se reduz a ideia de dar um bom destino a CT, ou seja, ao bom e mau uso, utilizando-se a ética, já que a CT pode tanto trazer riscos, como solucionar problemas. Apenas essa perspectiva de problematização, “positivo e negativo”, “bom e mau”, caracteriza-se como atitude conformista, ou seja, “não há o que fazer: é assim mesmo”, gerando, dessa maneira, passividade. Essa perspectiva *reducionista* se aproxima da discussão realizada na primeira categoria, da restrição da participação ao pós-produção.

Com essa perspectiva *reducionista*, a participação social fica limitada a dar um bom destino para a CT, mas, bom para quem? Mal para quem? Ideias que parecem entrar em ressonância, conforme destacado anteriormente com a participação no pós-produção. Prejuízos e benefícios, por exemplo, oriundos da

utilização da energia nuclear, “[...] materiais que não são recolhidos pelas cooperativas e vão parar nos lixões, ocasionando problemas de saúde nas pessoas” (FABRI E SILVEIRA, 2013, p. 99) [ARTIGO 24], ou ainda “[...] a problemática do descarte das pilhas no meio ambiente [...]” (FIRME E AMARAL, 2011, p. 390) [ARTIGO 10].

Entendo que em uma perspectiva *ampliada* de superação do salvacionismo, além de identificar que o desenvolvimento científico-tecnológico não conduz linearmente ao desenvolvimento social, faz-se necessário trabalhar questões associadas a, por exemplo, qual desenvolvimento científico-tecnológico é capaz de levar a sociedade ao bem estar social. Para que houvesse efetivos ganhos sociais, quais valores deveriam pautar todo o processo, o qual inicia na concepção do produto científico-tecnológico.

O silenciamento, relativamente a valores, também está presente na prática educativa de Sasseron e Carvalho (2008) [ARTIGO 20]. As mesmas destacam que as atividades educativas possibilitaram discussões, tornando possível aos estudantes construir “relações entre os conhecimentos das ciências, as tecnologias associadas a estes saberes e as **consequências destes para a sociedade e meio-ambiente**” (p. 350) [grifo meu]. Nesta situação, novamente há a percepção consequências socioambientais que decorrem da CT. Tanto na visão das pesquisadoras, quanto na dos estudantes ficam perceptíveis a visão reducionista. Às questões que vão além da avaliação de impactos da CT na sociedade e do ambiente foram silenciadas. A oportunidade em se problematizar, por exemplo, os interesses associados à definição e produção dessa CT, que traz consequências para a sociedade e o ambiente não foram exploradas.

E ainda, na reflexão de Firme e Amaral (2011) [ARTIGO 10], que analisaram práticas educativas na abordagem CTS, desenvolvidas por professores da educação básica, evidenciaram problemas com o material didático, pois, segundo elas,

[...] vale salientar que há dificuldade para se obterem informações detalhadas sobre aspectos científicos associados ao funcionamento e uso de artefatos tecnológicos. Na sala de aula, isso pode implicar uma abordagem superficial dos aspectos tecnológicos e uma **compreensão limitada sobre os impactos da tecnologia na sociedade e no ambiente**. Por exemplo, não é fácil encontrar informações técnicas e científicas sobre as diversas pilhas usadas no cotidiano e sobre as reais consequências do seu descarte aleatório em diferentes ambientes (FIRME E AMARAL, 2011, p. 396)

Novamente, a reflexão das autoras restringiu-se a analisar os impactos decorrentes do uso da CT, conforme evidenciado nas outras falas associadas à superação *reducionista* do salvacionismo da CT. Diante dessa situação, é importante evitar, conforme discute Auler (2002), “[...] a ideia de que todas as tecnologias estão ‘*marcadas pelo mal*’, recaindo num maniqueísmo” (p. 92) [grifo do autor]. A crítica à construção histórica do salvacionismo está respalda na problematização de que a CT não gera automaticamente desenvolvimento social.

Complementando esse diálogo, tem-se a proposta educativa de Araújo e Formenton (2012) [ARTIGO 01], os quais destacam que suas práticas buscaram propiciar uma “formação cidadã com vistas a ampliar a capacidade crítica e reflexiva dos estudantes sobre os malefícios e benesses da tecnologia” (p. 47). Segundo os autores,

Este resultado mostra avanços no posicionamento dos alunos, uma vez que a maioria percebeu que os conteúdos de Física [...] quando articulados sob o enfoque temático CTS, facilitam o desenvolvimento de uma **visão mais nítida dos impactos positivos e negativos decorrentes do desenvolvimento científico-tecnológico sobre a sociedade e o meio ambiente**. Com isto, entendemos que [...] a formação profissional propiciada poderá torná-los mais aptos a atuar de modo responsável e preocupado **em oferecer benefícios para a sociedade em que vivem**, principalmente no que diz respeito a assuntos que envolvem C&T (ARAÚJO E FORMENTON, 2012, p. 53)[grifo meu].

E ainda,

[...] as ações pedagógicas realizadas melhoraram **um pouco** o entendimento do fato **de que o desenvolvimento científico e tecnológico nem sempre melhora a vida da sociedade em geral, pois muitas vezes apenas uma parcela da população se beneficia dos mesmos e não se pode desprezar eventuais influências negativas geradas pela C&T sobre a sociedade**, ainda que a mídia tenda a salientar junto à população informações que associem os resultados da C&T com melhorias da sua qualidade de vida, o que em alguma medida pode ter influenciado os resultados desta questão, que mostra pouca alteração na percepção dos estudantes analisados (ARAÚJO E FORMENTON, 2012, p. 51)[grifo meu].

As ações pedagógicas desenvolvidas por Araújo e Formenton (2012), descritas acima, evidenciando que a CT traz tanto prejuízos quanto benefícios à sociedade, também tiveram como intenção a discussão sobre quem são os reais beneficiados do desenvolvimento científico-tecnológico. Porém, conforme já problematizado, os “beneficiados”, “prejudicados”, associados à ideia de implicações positivas/negativas sobre coletivos, decorre de valores, interesses, presentes na

concepção de CT, ou seja, dos valores internalizados, aspecto marcante, silenciado também nesta fala.

De outra maneira tem-se a prática educativa discutida por Zuin e Freitas (2007) [ARTIGO 14], os quais abordam a preocupação dos licenciandos quanto ao desenvolvimento da transposição do Rio São Francisco. O posicionamento dos licenciandos vai além de apenas analisar aspectos positivos e negativos da CT, visão *reducionista* de superação do salvacionismo, para uma visão *ampliada* de superação, preocupando-se nos interesses associados ao desenvolvimento científico-tecnológico e nos segmentos sociais que sairiam beneficiados por esse desenvolvimento, ou seja, pelos valores que foram internalizados, por segmentos sociais, nesse produto científico-tecnológico. Assim, de acordo com o relatório dos licenciandos, os mesmos concluem que,

[...] a água do rio São Francisco virou uma mercadoria; só nos resta saber quem poderá pagá-la e usufruí-la. Além disto, algumas questões não podem ser esquecidas como: quem serão os verdadeiros beneficiados por essa transposição do rio São Francisco? A quem interessa essa transposição? Será que a transposição resolverá o problema da seca e do desenvolvimento das populações pobres do nordeste? (extraído do hipertexto “argumentos sociais”). (ZUIN E FREITAS, 2007, p. 6).

A percepção apontada pelos licenciandos é convergente com a apresentada por Gómez (1997), destacado por Auler (2002), o qual ressalta que o avanço da CT, e que podemos considerar também na execução de um projeto, caso acima descrito, trata-se de uma atividade humana impressa pela sociedade ou por segmentos dessa. Assim, se há um avanço em algumas áreas e não outras, isso se deve aos valores presentes, aos incentivos e recompensas proporcionados, pois, “o avanço tecnológico não opera por si mesmo” (p. 116).

A questão ambiental, muitas vezes, também é analisada sob um ponto de vista *reducionista*. Por exemplo, um dos grandes problemas vivenciados pela sociedade contemporânea está relacionado com a produção de lixo eletrônico, vinculado ao consumismo exacerbado que está associado a valores da sociedade capitalista. O lixo eletrônico não é uma consequência acidental, decorrente apenas do mau uso, ou porque as pessoas não reciclaram, mas sim uma consequência dos valores (consumismo) presentes na concepção dessa CT. Atualmente, a agenda de pesquisa é moldada pelas grandes empresas transnacionais, que possuem como objetivo central, inovar cada vez mais os produtos científico-tecnológicos para o

consumo da sociedade. Esse modelo de produção está inserido numa lógica insustentável, não havendo sustentabilidade na equação balizadora da dinâmica atual do desenvolvimento científico-tecnológico, onde “+ competição (entre transnacionais) + marketing/propaganda + inovação Científico/Tecnológica + produção = + consumo” (AULER, 2011a, p. 93). Essa perspectiva culmina em um dos graves problemas vivenciado pela sociedade tecnológica: a produção de lixo tecnológico.

Há atualmente um grande destaque para as “ações individuais responsáveis e conscientes”, como a separação adequada do lixo, inseri-lo em lugar seguro e apropriado e descarte adequado para aparelhos eletrônicos. Os espaços escolares, por exemplo, ensinam a separar o lixo, mas a problematização da origem e dos valores materializados que geram esses lixos, que geram montanhas de lixo, é silenciado. Novamente, na fala abaixo, o problema do lixo parece receber uma análise parcial. Valores ligados ao consumismo, à obsolescência programada, dinamizadores do capitalismo, permanecem silenciados. Na análise de Fabri e Silveira (2013) [ARTIGO 24],

A separação de lixo reciclável como: o plástico, vidro, papel e metal já é uma realidade vivenciada por alguns alunos, pois fazem a separação desses materiais recicláveis em suas casas e os entregam para catadores que passam em suas vilas, fazendo a coleta. Mas qual o destino dado aos artefatos tecnológicos quando não são mais utilizados? Como as crianças percebem a questão do Lixo Tecnológico? Devido à importância do assunto e ao fato de as crianças conviverem com essa problemática demos prosseguimento ao nosso estudo indagando: o que fazem com a geladeira, celular, liquidificador, fogão, batedeira, TV que não têm mais utilidade em suas casas? (FABRI E SILVEIRA, 2013, p. 96).

Em uma perspectiva *ampliada* de superação do salvacionismo, poder-se-ia problematizar a lógica insustentável presente na produção de lixos tecnológicos, ou seja, por que há um grande incentivo, principalmente econômico, para a inovação de produtos científico-tecnológico que possuem grau de durabilidade curto, evidenciando assim a obsolescência programada. Há o silenciamento, da prática educativa descrita acima, sobre o fato de que, se os valores forem relacionados ao consumismo exacerbado, a produção de lixo será consequência inevitável. As autoras, de um lado, possuem a concepção de que a inovação de produtos científico-tecnológicos estimula o consumo e acaba acarretando acúmulos de lixo tecnológico. Mas por outro, entendem que poderiam se realizar atividades educativas em prol de uma conscientização quanto ao descarte apropriado desse

lixo, enfatizando assim, nesse momento, mesmo que implicitamente, que os problemas socioambientais são gerados principalmente pelo mau descarte. Ou seja, tal perspectiva, apontada pelas autoras, apesar de apresentar indícios de superação do salvacionismo, está restrita, nesse momento, a uma visão reducionista dessa percepção, pois, restringe as suas análises a uma perspectiva que pouco sinaliza alternativas de soluções para o problema da inovação desenfreada da CT. Segundo as autoras,

A rápida evolução dos artefatos tecnológicos estimula o consumismo e aumenta a quantidade de lixo tecnológico gerando, cada vez mais, resíduos, que pela facilidade nos preços baixos leva o consumidor a trocá-los rapidamente. Muitas vezes, o conserto não é vantajoso. Partindo dessa análise, cabe ao professor realizar atividades em prol da conscientização dos alunos quanto ao descarte no lixo comum, enfatizando os problemas sociais e ambientais que essa ação pode causar futuramente. Explicar o que é o lixo tecnológico, bem como qual seria, na cidade onde eles moram, o lugar correto para descarte desse tipo de lixo, caso ele exista, ou entidades que se disponham ao encaminhamento desse material. (FABRI E SILVEIRA, 2013, p. 97).

Entendo necessário destacar a percepção descrita pelas autoras Fabri e Silveira (2013) [ARTIGO 24], as quais destacam a necessidade de dar continuidade ao trabalho desenvolvido a fim de oportunizar a construção de visões críticas associadas às relações ciência, tecnologia e sociedade. Para as autoras é fundamental que as instituições escolares formem cidadãos capazes de participar ativamente, não apenas nas discussões pós-produção, que envolvem apenas as implicações sociais geradas pela produção da CT (perspectiva reducionista da superação do salvacionismo), mas também uma participação nos rumos do desenvolvimento científico-tecnológico, sinalizando para uma participação social na PCT (perspectiva ampliada da superação do salvacionismo). Fabri e Silveira (2013) apesar de terem focado na prática educativa desenvolvida, principalmente a participação no pós-produção, havendo alguns silenciamentos nas considerações finais, sinalizam a necessidade de superação desse reducionismo, conforme afirmação abaixo. Essas percepções evidenciam, claramente, a superação da suposta neutralidade da CT e, portanto, das construções históricas que as sustentam. Assim, segundo Fabri e Silveira (2003),

Após o término de todas as etapas desenvolvidas nesse estudo, percebeu-se uma evolução dos alunos que puderam aprofundar seus conhecimentos muito mais do que o conteúdo escolar propunha e um melhora da sua visão crítica em relação às implicações sociais dos artefatos tecnológicos. Consideramos, no entanto, a necessidade de dar continuidade a esse tipo

de trabalho, pois, embora os alunos já tenham algumas reflexões sobre as questões sociais do desenvolvimento científico e tecnológico, é necessário que essas reflexões continuem ocorrendo durante a sua vida escolar, pois entendemos que somente dessa forma essa postura reflexiva acerca da ciência e da tecnologia será levada adiante. Por fim, entendemos que é fundamental que as escolas formem cidadãos capazes de participar ativamente das **discussões sobre as soluções para os problemas gerados pela modernização tecnológica**, ao mesmo tempo em que tenham condições de apresentar **alternativas para os rumos que se pretende impor ao desenvolvimento científico-tecnológico do país** (FABRI E SILVEIRA, 2013, p. 103)[grifo meu].

Conforme destaquei anteriormente, se a ação humana e a participação social ficarem reduzidas a avaliar impactos e consequências da CT na sociedade, não havendo uma problematização sobre os valores que concebem o desenvolvimento científico-tecnológico, não há muito o que fazer. Para avançar em relação a este reducionismo, sinalizo duas “propostas” a serem discutidas em processos educacionais. A primeira, presente em Dagnino (2010c), que denomina de Adequação Sócio-Técnica (AST)¹⁴, na qual o autor ressalta “a necessidade de que nosso potencial de geração de conhecimento seja orientado mediante um processo que tenho denominado Adequação Sócio-técnica [...]” (p. 267), sustentado por interesses e valores compatíveis com os da sociedade em geral.

Uma segunda contribuição, para o campo educacional vem de Sachs (1993), o qual discute três desafios a serem enfrentados em uma intenção de mudança tecnológica, desafios que podem ser assumidos em processos educacionais:

- 1) Adaptação das tecnologias aos diferentes contextos ecológicos, culturais, socioeconômicos, contrária à visão de transferência tecnológica pelo simples fato de estarem disponíveis;
- 2) Repensar a prioridade de pesquisa, em favor da necessidade e interesses da sociedade em geral, e não mais pelo mercado;
- 3) A crescente distância entre os produtos tecnológicos considerados modernos e os já ultrapassados. Perspectiva que entendo estar associada à obsolescência programada.

¹⁴ As modalidades da AST, resumidamente, segundo Dagnino (2010c) são: 1) uso da tecnologia; 2) apropriação; 3) revitalização ou repotenciamento das máquinas e dos equipamentos; 4) ajuste do processo de trabalho; 5) alternativas tecnológicas; 6) incorporação do conhecimento científico-tecnológico existente; e 7) produção e incorporação de conhecimento científico-tecnológico novo

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa, busquei investigar como construções históricas sobre CT: suposta neutralidade/superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, perspectiva salvacionista/redentora da CT e o determinismo científico-tecnológico, comparecem em práticas educativas, relacionadas à CTS, já que, conforme argumentação desenvolvida, tais construções são sustentadas, alimentam e são realimentadas pela suposta neutralidade da CT. No entanto, por que focalizar a suposta neutralidade da CT, as construções históricas sobre CT, na pesquisa em Educação em Ciências? Esta pesquisa tem como horizonte, mediante a Educação, particularmente a Educação em Ciências, contribuir para a constituição de uma cultura de participação. Com a presente pesquisa, busquei melhor compreender manifestações da suposta neutralidade, no caso as denominadas construções históricas, na perspectiva de estruturar configurações curriculares que permitam sua problematização e, se possível, sua superação. Entendo, ainda, que a suposta neutralidade legitima ideologicamente modelos decisórios tecnocráticos, limitando a construção de uma cultura de participação.

Assim, tomado como desafio e problematizador, o foco principal da pesquisa pautou-se no seguinte problema de pesquisa: As construções históricas, denominadas de mitos, envolvendo CT, como as citadas acima, têm sido trabalhadas em práticas educativas relacionadas à Ciência-Tecnologia-Sociedade? Quais encaminhamentos têm sido dados a elas?

Na tentativa de responder essa questão, a fim de sinalizar encaminhamentos para a Educação em Ciências, o caminho percorrido na pesquisa considerou inicialmente conjuntos de práticas educativas que trabalham na perspectiva CTS, presentes em periódicos da área de Educação em Ciências, com o objetivo de analisar, identificar e aprofundar às abordagens dadas às três construções históricas sobre CT.

Com o levantamento dos conjuntos de práticas educativas a serem analisadas, a sequência do trabalho seguiu de acordo com a ATD (MORAES, 2003), constituída basicamente de três etapas: *unitarização*, *categorização* e *comunicação*. O diálogo entre os elementos empíricos e teóricos resultou em categorias mistas, conforme Moraes (2003), pois, a análise considerou também dimensões *a priori*, ou

seja, as construções históricas realizadas sobre as atividades científico-tecnológicas (AULER, 2002; AULER, 2007). Assim, diante das interações/reflexões a cerca dos elementos teóricos e empíricos, e, considerando os objetivos da pesquisa, tive como resultado três categorias de análise: i) Silenciamento sobre a origem, sobre a concepção de CT pode estar sinalizando o endosso a uma compreensão próxima do determinismo científico-tecnológico o; ii) Silenciamento sobre dimensões de outras naturezas, além da científico-tecnológica, em processos decisórios; e, iii) Silenciamento quanto aos valores internalizados no produto científico-tecnológico.

As três categorias apresentam semelhanças e diversidades entre si. Possuem como articulador a problematização de manifestações da suposta neutralidade da CT, em busca de uma constituição de uma cultura de participação, algo central para o movimento CTS, mas, na minha análise, “cercado de vazios”. Vazios que, se não verbalizados e problematizados, comprometem, no meu entender, a constituição desta cultura. A dimensão da participação, algo discursivamente disseminado e frequente em abordagens CTS, bem como nas discussões propostas na análise realizada, parece-me uma lacuna existente, pois, o que é realmente participar em temas envolvendo CT, que tipo de participação desejamos, “participação fundamentada em quê?” (AULER, 2011a) e ainda, como efetivar essas ações. A participação estará fundamentada se estes vazios/silenciamentos persistirem?

Assim, em parte das práticas educativas analisadas não foram identificadas, tanto explícita quanto implicitamente, discussões associadas às construções históricas realizadas sobre CT. Estes silenciamentos podem estar sinalizando várias coisas. Podem estar indicando endosso de pesquisadores, estudantes e professores da educação básica à suposta neutralidade da CT e manifestações associadas a ela. Também, minha análise, meu olhar para as práticas educativas esteve guiado por referenciais não comuns nestas práticas, particularmente o PLACTS. Com estes referenciais, PLACTS e Paulo Freire, sinalizo para uma reinvenção, na perspectiva de uma participação ampliada em processos decisórios, participação não restrita ao pós, pós-definição do essencial.

É compreensível que, professores da área das ciências naturais verbalizem, priorizem o campo científico-tecnológico. Esta foi sua formação, carente de uma reflexão no campo da epistemologia e sociologia da ciência e, no contexto de currículos disciplinares, é compreensível que suas falas, suas práticas fiquem

restritas. Destaco que compreendo que os referidos silenciamentos decorram deste contexto.

Contudo, entendo como fundamental encontrar alternativas a este cenário. Caso contrário, a postulação da formação de cidadãos, muito presente no campo CTS, possivelmente não passe de um discurso vazio. Ou seja, entendo como necessária a emergência e a problematização destes silenciamentos. Parece possível e desafiador, para o professor de ciências naturais, destacar, chamar a atenção, não deixar silenciadas, dar visibilidade a algumas destas dimensões silenciadas, aspecto que foi contemplado em algumas das práticas analisadas, evidenciando a potencialidade da Educação em Ciências. Sua problematização, seu aprofundamento dependerá de sua formação, da literatura que utiliza, dos coletivos multidisciplinares que podem ser constituídos, da reorganização espaço-temporal da escola permitindo a progressiva superação da fragmentação disciplinar. O que me parece muito limitador, comprometendo a constituição de uma cultura de participação, é o silenciamento sobre os vazios identificados nesta pesquisa.

A primeira categoria de análise, denominada *Silenciamento sobre a origem, sobre a concepção de CT pode estar sinalizando o endosso a uma compreensão próxima do determinismo científico-tecnológico*, teve suas discussões centradas nas percepções associadas à construção histórica do determinismo científico-tecnológico. Essas percepções, tanto de endosso quanto de superação, pareceram estar interligadas na compreensão parcial da suposta neutralidade da CT, ou seja, a participação no pós-produção. Em ambas as dimensões, a sociedade entra como usuária de uma CT já definida, como se tivesse vida própria, ou seja, a sociedade vai apenas dar um melhor destino de apropriação, avaliando seu bom e mau uso. Assim, aceitar essa percepção de apenas avaliar os impactos oriundos do desenvolvimento científico-tecnológico é endossar a ideia de que a tecnologia é autônoma e se desenvolve através de sua própria lógica, ou seja, silencia-se sobre a concepção e produção de CT.

Há indicativos de que, no discurso de pesquisadores, a concepção do determinismo tenha sido superada, apontando, inclusive, para mecanismos ampliados de participação. Porém, há um próximo passo, mais desafiador: traduzir essa superação em práticas educativas efetivas, algo praticamente ausente na análise realizada.

Conforme já destacado anteriormente, as categorias assumem perspectivas complementares, particularmente a primeira e a terceira. Ambas estão vinculadas à ampliação da participação social na definição e reorientação da agenda de pesquisa, e não apenas na avaliação dos impactos da CT na sociedade. Assim, na terceira categoria, *Silenciamento quanto aos valores internalizados no produto científico-tecnológico*, identifiquei que a compreensão de que o desenvolvimento científico-tecnológico não leva automaticamente a sociedade ao bem estar social, é majoritária nas visões de pesquisadores, estudantes e professores da educação básica, sinalizando, de acordo com os referenciais adotados, para a superação da construção histórica do salvacionismo da CT.

Porém, ficou perceptível que apenas superar essa construção histórica, essa linearidade entre mais desenvolvimento da CT e bem estar social, mostrou-se limitada. Esta não linearidade foi atribuída, em linhas gerais, ao mau uso dado para CT, o que constitui um limitante para a ampliação da participação social, e se aproxima da discussão realizada ao longo da primeira categoria, no qual, a participação se reduz a avaliação de impactos da CT, ocasionando uma participação que tentará sempre dar um bom destino para a CT, utilizando-se a ética, ou seja, silencia-se sobre o essencial: que o produto e o desenvolvimento científico-tecnológico incorporam valores, intencionalidades. Valores e interesses que, internalizados no produto, podem comprometer o alcance do bem estar social, sendo insuficiente uma apropriação mais igualitárias destes produtos, um bom uso.

Ainda, na busca pela constituição de uma cultura de participação, tenho a segunda categoria, *Silenciamento sobre dimensões de outras naturezas, além da científico-tecnológica, em processos decisórios*. Nesta, em linhas gerais, na análise realizada, há um silenciamento quanto a outros campos de conhecimento necessários para compreender e enfrentar temas/problemas sociais marcados pela CT. Essa identificação pode contribuir para problematizar uma das lacunas existentes no conceito de participação. Auler (2011a) dá indícios de que a denominada participação fundamentada, postulada no campo CTS, muitas vezes, está fundamentada apenas no campo científico-tecnológico. Dessa maneira, os dados trazidos na análise tendem a convergir com a análise de Auler.

Dar visibilidade aos silenciamentos identificados constitui grande desafio para a Educação em Ciências. Há, no conjunto das práticas analisadas, exemplos promissores que sinalizam caminhos e possibilidades. Práticas que evidenciam

potencial para dar visibilidade e para trabalhar/problematizar as dimensões majoritariamente ignoradas na análise. Exemplos promissores, práticas diferenciadas, experienciados em contextos, muitas vezes, bastante limitadores. Ou seja, se predominam silenciamentos, também identifiquei sinalizações de que, mesmo na adversidade, professores estão avançando. Além disto, cabe um olhar compreensivo sobre os referidos silenciamentos. Conforme já referi, estes possivelmente tenham múltiplas causas. Também, se determinadas dimensões foram ignoradas no artigo, não significa, necessariamente, que estas não tenham sido contempladas na prática efetivada.

Sinalizo, diante da pesquisa realizada e considerando os referenciais que adotei, que ainda há um caminho longo a ser percorrido na busca pela democratização no processo de tomada de decisão em temas que envolvem CT, apesar deste ser um dos objetivos centrais do movimento CTS.

Santos, W. L. P. (2011) destaca que, no presente século, o movimento CTS “não tem tido mais a mesma projeção na literatura internacional quanto teve anteriormente” (p. 24), e ainda, “que o movimento CTS não tem mais a mesma força que teve no século passado”, apesar de, no Brasil, publicações da área terem se expandido significativamente. Talvez a postulação de uma participação ampliada, com a presença de referenciais enraizados no contexto latino-americano, assumidos nesta pesquisa, possamos reinventar e dar um novo fôlego ao campo CTS, particularmente na América Latina. Assim, articular esta reinvenção a uma reinvenção, a uma transformação do contexto social mais amplo. Uma reinvenção que potencialize, que sinalize, mediante mecanismos ampliados de participação, a busca de configurações sociais que sirvam de alternativas ao capitalismo, modelo socioeconômico que não ficará imune se estes silenciamentos forem verbalizados, problematizados e superados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, T. B.; FERNANDES, J. P.; MARTINS, I. Uma Análise Qualitativa e Quantitativa da Produção Científica Sobre CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) em Periódicos da Área de Ensino de Ciências no Brasil. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (VII ENPEC), 2009, Florianópolis – SC. **Anais**. Belo Horizonte – MG: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009.

AIKENHEAD, G. S. Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se le llame. **Educación Química**, México, v. 16, n. 2, p. 114-124, 2005.

AIRES, J. A; LAMBACH, M. Contextualização do ensino de química pela problematização e alfabetização científica e tecnológica: uma possibilidade para a formação continuada de professores. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.10, n. 1, p. 01-15, 2010.

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 (Mestrado em Educação) Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

AMORIM, A. C. R. O que foge do olhar das reformas curriculares: nas aulas de Biologia, o professor como escritor das relações entre ciência, tecnologia e sociedade. **Ciência & Educação**, Bauru – SP, v.7, n.1, p.47-65, 2001.

ANDRADE, E. C. P.; CARVALHO, L. M. O pro-álcool e algumas relações CTS concebidas por alunos de 6ª série do ensino fundamental. **Ciência & Educação**, Bauru – SP, v. 8, n. 2, p. 167-185, 2002.

ANDRIOLI, A. I. Fome não se acaba com agricultura “forte”. **Revista Espaço Acadêmico**, Maringá – PR, n. 28, p. 1-3, set. 2003.

ANGOTTI, J. A. P.; AUTH, M. A. Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. **Ciência & Educação**, Bauru – SP, v.7, n.1, p.15-27, 2001.

ANGOTTI, J. A. P.; BASTOS, F. P.; MION, R. A. Educação em Física: discutindo ciência, tecnologia e sociedade. **Ciência & Educação**, Bauru – SP, v.7, n.2, p.183-197, 2001.

ARAÚJO, M. S.; FORMENTON, R. Fontes Alternativas de Energia Automotiva no Ensino Médio Profissionalizante: análise de uma proposta contextualizada de ensino de física em um curso técnico. **Alexandria** – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, Florianópolis – SC, v.5, n. 1, p. 33-61, mai. 2012.

ASSIS, A.; TEIXEIRA, O. P. B. Argumentações discentes e docente envolvendo aspectos ambientais em sala de aula: uma análise. **Ciência & Educação**, Bauru – SP, v. 15, n. 1, p. 47- 60, 2009.

AULER, D. Ciência-Tecnologia-Sociedade: dimensões da não-neutralidade. **Projeto de Pesquisa**. Santa Maria/RS, 2011b.

AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**. Campinas, v. 1, n. especial, p. 01-20, 2007.

AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências**. 2002. Tese (Doutorado em Educação), Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

AULER, D. Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação. In SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Org.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: Universidade de Brasília, 2011a, p. 73-98.

AULER, D. et al. Transporte particular X coletivo: intervenção curricular pautada por interações entre ciência-tecnologia-sociedade. **Enseñanza de las Ciencias**. Barcelona, Número Extra, p. 1-5, 2005.

AULER, D.; DELIZOICOV D. Relações estabelecidas por professores: neutralidade, tecnocracia e enfoque CTS. In: MARTINS, I. **Perspectivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciências**. Aveiro: Editora da Universidade de Aveiro, p. 173-180, 2004.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Compreensões de alunos da educação básica sobre interações CTS. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5., 2005, Bauru. **Atas**. Bauru: 2005.

AZENHA, M. Raquel Rigotto: A herança maldita do agronegócio. VioMundo, 2011a. Disponível em <viomundo.com.br/falatorio/raquel-rigotto-a-heranca-maldita-do-agronegocio.html> Acesso em: 15 jun. 2013.

AZENHA, M. Wanderlei Pignati: Até 13 metais pesados, 13 solventes, 22 agrotóxicos e 6 desinfetantes na água que você bebe. Mato Grosso: VioMundo, 2011b. Disponível em <<http://www.viomundo.com.br/entrevistas/wanderlei-pignati-dinheiro-para-a-vigilancia-de-boi-e-soja-tem-para-a-saude-do-homem-nao.html>> Acesso em: 20 jun. 2013.

BARBOSA, L. G.; LIMA, M. E. C.; MACHADO, A. H. Controvérsias Sobre o Aquecimento Global: circulação de vozes e de sentidos produzidos em sala de aula. **Ensaio** – Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte – MG, v. 14, n. 1, p. 113-130, jan-abr. 2012.

BAZZO, W. A., PEREIRA, L. T. V. e von LINSINGEN, I. Educação Tecnológica: Enfoques para o Ensino de Engenharia. Florianópolis: Ed. UFSC, 2000.

BERNARDO, J. R. da R.; VIANNA, D. M.; FONTOURA, H. A. da. Produção e consumo da energia elétrica: a construção de uma proposta baseada no enfoque ciência-tecnologia-sociedade- ambiente (CTSA). **Ciência & Ensino**, Campinas – SP, v. 1, n. Especial, p. 1-12, nov. 2007.

CARLETTO, M. R.; PINHEIRO, N. A. M. Subsídios para uma Prática Pedagógica Transformadora: contribuições do Enfoque CTS. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre – RS, v. 15, n. 3, p. 507-525, 2010.

CASSIANI, S.; VON LINSINGEN, I.; LUNARDI, G. Enfocando a Formação de Professores de Ciências no Timor-Leste. **Alexandria** – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, Florianópolis – SC, v.5, n. 2, p. 189-208, set. 2012.

CEREZO, J. A. L. Ciência, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión em Europa y Estados Unidos. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 18, p. 125, sep-dic. 1998.

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

DAGNINO, R. A relação universidade-empresa no Brasil e o “argumento da hélice tríplice”. **Revista Brasileira de Inovação**. v. 2. n. 2. Julho. Brasília, 2003.

DAGNINO, R. As trajetórias dos estudos sobre ciência, tecnologia e sociedade e da política científica e tecnológica na ibero-américa. In: DAGNINO, R. (Org.). **Estudos Sociais da Ciência e Tecnologia e Política de Ciência e Tecnologia**: Alternativas para uma nova América Latina. Campina Grande: EDUEPB, 2010a, p. 17-45.

DAGNINO, R. P. **Neutralidade da ciência e determinismo tecnológico**: um debate sobre a tecnociência. Campinas, SP: Unicamp, 2008.

DAGNINO, R. P. Um dilema latino-americano: ciência e tecnologia para a sociedade ou adequação sócio-técnica com o povo? In: DAGNINO, R. (Org.). **Estudos sociais da ciência e tecnologia e política de ciência e tecnologia**: abordagens alternativas para uma nova América Latina. Campina Grande: EDUEPB, 2010c, p. 265-292.

DAGNINO, R. P. Uma estória sobre Ciência e Tecnologia, ou Começando pela extensão universitária... In: DAGNINO, R. (Org.). **Estudos sociais da ciência e tecnologia e política de ciência e tecnologia**: abordagens alternativas para uma nova América Latina. Campina Grande: EDUEPB, 2010b, p. 293-324.

DAGNINO, R.; THOMAS, H.; DAVYT, A. **El pensamiento en ciencia, tecnología y sociedad en Latinoamérica: una interpretación política de su trayectoria**. In: *REDES*, v.III, n.7, pp. 13- 52. Buenos Aires, 1996.

DALMOLIN, A. M. T.; ROSO, C. C.; AULER, D. Abordagem Temática no Ensino de Física: “produção, distribuição e consumo de energia elétrica”. In: VIII Encontro Sobre Investigação na Escola, 2008, Ijuí – RS. **Anais**. Ijuí – RS: GIPEC-UNIJUÍ, 2008.

DALMOLIN, A. M. T.;; ROSO, C. C.; SANTOS, R. A.; AULER, D.. Movimento CTS e Paulo Freire em um Repensar da Educação em Ciências. In: I SINTEC – Seminário Internacional de Educação em Ciências, 2011, Rio Grande – RS. **Anais**. Rio Grande – RS: FURG/NUEPEC, 2011.

DELIZOICOV, D.; AULER, D. Ciência, Tecnologia e Formação Social do Espaço: questões sobre a não neutralidade. **Alexandria** – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, Florianópolis, v. 4, n. 2, p. 247-273, 2011.

DELIZOICOV, D. Pesquisa em Ensino de Ciências como Ciências Humanas Aplicadas. In: NARDI, Roberto (Org.). **A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil**: alguns recortes. São Paulo: Escrituras Editora, 2007.

DIAS, R. Um tributo ao pensamento Latino-Americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS). **Revista Espaço Acadêmico**, n. 90, p. 1-6, Nov. 2008.

DOS REIS, D. A.; SILVA, L. F.; PINA, A. Algumas Compreensões de Licenciandos em Física Sobre o Fenômeno das Mudanças Climáticas. **Alexandria** – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, Florianópolis – SC, v.4, n. 2, p. 57-81, nov. 2011.

FABRI, F.; SILVEIRA, R. M. C. F. O Ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental sob a ótica CTS: uma proposta de trabalho diante dos artefatos tecnológicos que norteiam o cotidiano dos alunos. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre – RS, v. 18, n. 1, p. 77-105, 2013.

FARINA, E. Consumidores ainda enfrentam dificuldades na hora de tentar consertar eletrônicos. Porto Alegre: Zero Hora, 2013. Disponível em <<http://zerohora.clicrbs.com.br/rs/economia/tecnologia/noticia/2013/02/consumidores-ainda-enfrentam-dificuldades-na-hora-de-tentar-consertar-eletronicos-4040040.html>>. Acesso em: 01 mai. 2013.

FEENBERG, A. Marcuse ou Habermas: duas críticas da tecnologia. In: NEDER, R.(organizador): **A Teoria Crítica de Andrew Feenberg**. Brasília: Ed. CDS/OBMTS. 2010, p. 266.

FIRME, R. N.; AMARAL, E. M. R. Analizando a implementação de uma abordagem CTS na sala de aula de Química. **Ciência & Educação**, Bauru – SP, v. 17, n. 2, p. 383-399, 2011.

FIRME, R. N.; AMARAL, E. M. R. Concepções de professores de Química sobre ciência, tecnologia, sociedade e suas inter-relações: um estudo preliminar para o desenvolvimento de abordagens CTS em sala de aula. **Ciência & Educação**, Bauru – SP, v. 14, n. 2, p. 251-269, 2008.

FLOR, C. C. Possibilidades de um Caso Simulado CTS na Discussão da Poluição Ambiental. **Ciência & Ensino**, Campinas – SP, v. 1, n. Especial, p. 1-8, nov. 2007.

FREIRE, Paulo. **Extensão ou Comunicação?** 12ª Ed. Rio de Janeiro - RJ: Paz e Terra, 2002.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 48. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

FREIRE, P; SHOR, I. **Medo e ousadia**: o cotidiano do professor. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1986.

FREIRE, P. **Pedagogia da Esperança**: um reencontro com a pedagogia do oprimido. 16. ed. Rio de Janeiro – RJ: Paz e Terra, 1992.

GARCÍA, M. G.; CEREZO, J. A. L.; LÓPEZ, J. L. L. **Ciencia, Tecnologia Y Sociedad**: una introducción al estudio social de la Ciência y la tecnología. Madrid: Tecnos, 1996.

GÓMEZ, R. J. Progreso, determinismo y pesimismo tecnológico. **Revista Redes**, Argentina, v. 04, n. 10, p. 59-94, out 1997.

GOUVÊA, G.; LEAL, M. C. Uma visão comparada do ensino em ciência, tecnologia e sociedade na escola e em um museu de ciência. **Ciência & Educação**, Bauru – SP, v.7, n.1, p.67-84, 2001.

GUIMARÃES; S. S. M.; TOMAZELLO, M. G. C. Avaliação das idéias e atitudes relacionadas com sustentabilidade: metodologia e instrumentos. **Ciência & Educação**, Bauru – SP, v. 10, n. 2, p. 173-183, 2004.

GURGEL, C. M. do A. A dimensão social das ciências da natureza na percepção de professores do ensino médio: implicações para a educação sócio-cultural das ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.1, n. 1, p. 01-07, 2001.

HERRERA, A. O. Los determinantes sociales de la política científica en América Latina: Política científica explícita y política científica implícita. **Redes**, Quilmes – ARG, v. 2, n. 5, p. 117-131, 1995. Texto original publicado em 1971.

HUNSCHE, S. et al. O Enfoque CTS no Contexto Brasileiro: caracterização segundo periódicos da área de educação em ciências. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (VII ENPEC), 2009, Florianópolis – SC. **Anais**. Belo Horizonte – MG: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009.

JAPIASSU, H. **A Pedagogia da Incerteza**. Rio de Janeiro: Imago, 1983.

JAPIASSU, H. **Ciência e Destino Humano**. Rio de Janeiro: Imago, 2005.

JAPIASSU, H. **O mito da neutralidade científica**. Rio de Janeiro: Imago, 1975.

KIST, C. P.; FERRAZ, D. F. Compreensão de professores de biologia sobre as interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.10, n. 1, p. 01-15, 2010.

KOEPSEL, R. **CTS no Ensino Médio: aproximando a escola da sociedade**. Dissertação (Mestrado em Educação) Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

KUGLER, H. Paraíso dos Agrotóxicos. **Ciência Hoje**. Rio de Janeiro: v. 50, n.296, p. 20-25, set. 2012.

LACEY, H. ;MARICONDA, P.; A água e os estorninhos: Galileu e a autonomia da ciência. **Tempo Social**, 13, 1, p. 49-65, 2001.

LACEY, H. **Valores e atividade científica 1**. São Paulo: Associação Filosófica Scientiae Studia/Editora 34, 2008.

LACEY, H. **Valores e atividade científica 2**. São Paulo: Associação Filosófica Scientiae Studia/Editora 34, 2010.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. **A Construção do Saber**: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, Belo Horizonte: Ed. da UFMG, 1999.

LEAL, M. C.; GOUVÊA, G. Narrativa, mito, ciência e tecnologia: o ensino de ciências na escola e no museu. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte – MG, v. 2, n. 1, p. 1-29, mar. 2002.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MACHADO, V.; PINHEIRO, N. A. M. Investigando a metodologia dos problemas geradores de discussões: aplicações na disciplina de Física no ensino de Engenharia. **Ciência & Educação**, Bauru – SP, v. 16, n. 3, p. 525-542, 2010.

MARANDINO, M.; IANELLI, I. T. Modelos de Educação em Ciências em Museus: análises da visita orientada. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte – MG, v. 14, n. 1, p. 17-33, mar. 2012.

MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. do; SUART, R. C.; SILVA, E. L. da; SOUZA, F. L.; SANTO, J. B. JR; AKAHOSHI, L. H. Materiais instrucionais numa perspectiva CTSA: uma análise de unidades didáticas produzidas por professores de química em formação continuada. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre – RS, v. 14, n. 2, p. 281-298, 2009.

MIRANDA, E. M.; FREITAS, D. A compreensão dos professores sobre as interações CTS evidenciadas pelo questionário VOSTS e entrevista. **Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis – SC, v.1, n.3, p.79-99, nov. 2008.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, Bauru, v.9, n.2, p.191-211, 2003.

MUENCHEN, C.; AULER, D. Configurações curriculares mediante o enfoque CTS: desafios a serem enfrentados na educação de jovens e adultos. **Ciência & Educação**, Bauru – SP, v. 13, n. 3, p. 421-434, 2007.

NASCIMENTO, T. G.; JUNIOR, M. F. R. A produção de textos de divulgação científica na formação inicial de licenciandos em ciências naturais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.10, n. 1, p. 01-22, 2010.

NASCIMENTO, T. G.; VON LINSINGEN, I. Articulação entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de Ciências. In: *Convergência (Toluca)*. v.13, p.95-116, 2006.

NOVAES, H. T.; FRAGA, L. Por um novo desenvolvimento na América Latina. In: DAGNINO, R. (Org.). **Estudos Sociais da Ciência e Tecnologia e Política de Ciência e Tecnologia: Alternativas para uma nova América Latina**. Campinas Grande: EDUEPB, 2010, p. 163 -197.

OLIVEIRA, M. B. Desmercantilizar a tecnociência. In: Santos, B. de S. (Org.). **Conhecimento prudente para uma vida decente**. “Um discurso sobre as ciências” revisitado. São Paulo: Cortez, 2004. p. 241-66.

OLIVEIRA, M. B. Neutralidade da ciência, desencantamento do mundo e controle da natureza. **Scientiæ Studia**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 97-116, 2008.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**, Bauru – SP, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

PRAIA, J.; GIL-PEREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

REIS; GALVÃO. Controvérsias sócio-científicas e prática pedagógica de jovens professores. . **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre – RS, v. 10, n. 2, p. 131-160, 2005.

ROSA, S. E. da; ROSO, C. C.; SANTOS, R. A. dos. Abordagem Temática na perspectiva da aproximação Freire-CTS: limites e possibilidades de engajamento de professores em formação inicial. In: II SINTEC – Seminário Internacional de Educação em Ciências, 2012, Rio Grande – RS. **Anais**. Rio Grande - RS: II SINTEC, 2012.

ROSO, C. C.; ROSA, S. E. da; AULER, D. Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS):origens, repercussões educacionais, desafios e sinalizações. In MORALES; ROSO; OLIVEIRA. (Org.). **Redes de formação em Educação**: experiências com pesquisas entre Brasil e México. Curitiba: Editora CRV, 2013, p. 15-26.

SAMAGAIA, R.; PEDUZZI, L. O. Q. Uma experiência com o projeto Manhattan no ensino fundamental. **Ciência & Educação**, Bauru – SP, v. 10, n. 2, p. 259-276, 2004.

SANTOS, L. P.; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre – RS, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2009.

SANTOS, M. S. dos; AMARAL, C. L. C.; MACIEL, M. D. Tema Sociocientífico "cachaça" em Aulas Práticas de Química na Educação Profissional: uma abordagem CTS. **Ensaio** – Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte – MG, v. 14, n. 1, p. 227-239, jan-abr. 2012.

SANTOS, R. A. **A Não Neutralidade na Perspectiva Educacional Ciência-Tecnologia-Sociedade**. 2012. Dissertação (Mestrado em Educação), Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

SANTOS, R. A. e ROSA, S. E. A não neutralidade da ciência-tecnologia em abordagens CTS no contexto brasileiro. In: IX ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013, Águas de Lindóia – SP. **Anais**. Rio de Janeiro – RJ: ABRAPEC, 2013.

SANTOS, R. A. dos; DALMOLIN, A. M. T.; ROSO, C. C.; AULER, D. Enfoque CTS e Paulo Freire: referenciais para repensar a educação em ciências. In: II SIACTS-EC – Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências, 2010, Brasília – DF. **Anais**. Brasília – DF: UnB, 2010.

SANTOS, R. A. dos; ROSO, C. C.; ROSA, S. E. da; AULER, D. Repensar a Educação em Ciências: repensar o currículo. In: VIII ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2011, Campinas – SP. **Anais**. Rio de Janeiro – RJ: ABRAPEC, 2011.

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

SANTOS, W. L. P. Educação científica humanística em uma perspectiva freireana resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria** – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, Florianópolis – SC, v. 1, n. 1, p. 109-131, 2008.

SANTOS, W. L. P. Significados da educação científica com enfoque CTS. In SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Org.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: Universidade de Brasília, 2011, p. 21-47.

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

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre – RS, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SEILER, A. Biotecnologia e Terceiro Mundo: interesses econômicos, opções técnicas e impacto socioeconômico. In: ARAÚJO, H. R. de. **Tecnociência e Cultura: ensaios sobre o tempo presente**. São Paulo: Estação Liberdade, 1998.

SILVA, L. F.; CARVALHO, L. M. Professores de Física em formação inicial: o ensino de física, a abordagem CTS e os temas controversos. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre – RS, v. 14, n. 1, p. 135-148, 2009.

SOEIRO, R. Quando é melhor trocar de celular? São Paulo: Superinteressante, 2013. Disponível em <super.abril.com.br/tecnologia/quando-melhor-trocar-celular-732897.shtml> Acesso em: 01mai. 2013.

STRIEDER, R. **Abordagem CTS e Ensino Médio: Espaços de Articulação**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

STRIEDER, R. **Abordagem CTS na Educação Científica no Brasil: Sentidos e Perspectivas**. 2011. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências), Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

STRIEDER, R.; KAWAMURA, M. R. Panorama das Pesquisas Pautadas por Abordagens CTS. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (VII ENPEC), 2009, Florianópolis – SC. **Anais**. Belo Horizonte – MG: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009.

TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S. no ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, Bauru – SP, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003.

TENREIRO-VIEIRA e VIEIRA. Construção de práticas didático-pedagógicas com orientação CTS: impacto de um programa de formação continuada de professores de ciências do ensino básico. **Ciência & Educação**, Bauru – SP, v.11, n. 2, p. 191-211, 2005.

TORRES, J. R. et al. Resignificação curricular: contribuições da Investigação Temática e da Análise Textual Discursiva. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 01-13, 2008.

TORRES, R. Será que não cabe? Rio de Janeiro: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, 2012. Disponível em <www.epsjv.fiocruz.br/index.php?Area=Noticia&Num=598> Acesso em: 01 jul. 2013.

TOTI, F. A.; PIERSON, A. H. C.; SILVA, L. F. Diferentes Perspectivas De Cidadania Presentes Nas Discussões Atuais Em Defesa Da Abordagem CTS Na Educação Científica. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (VII ENPEC), 2009, Florianópolis – SC. **Anais**. Belo Horizonte – MG: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009.

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

VARSAVSKY, O. **Ciencia, política y científicismo**. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina, 1969.

VENENO jogado em escola não pode ser usado em aviões, diz delegado. Goiás: G1 – O portal de notícias da Globo, 2013. Disponível em <www.g1.globo.com/goias/noticia/2013/05/veneno-jogado-em-escola-nao-pode-ser-usado-em-avioes-diz-delegado.html> Acesso em: 06 jul. 2013.

VON LINSINGEN, I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. *Ciência & Ensino*, vol. 1, número especial, nov. de 2007.

ZUIN, V. G.; FREITAS, D. de. A Utilização de Temas Controversos: estudo de caso na formação de licenciandos numa abordagem CTSA. **Ciência & Ensino**, Campinas – SP, v. 1, n. Especial, p. 1-9, jun. 2007.