

Não Neutralidade da Ciência-Tecnologia: Problematizando Silenciamentos em Práticas Educativas CTS

(No Neutrality of Science-Technology: Problematizing Silencings in Educational Practices STS)

SUIANE EWERLING DA ROSA¹ e DÉCIO AULER²

¹ Universidade Federal do Oeste da Bahia (suiane.rosa@ufob.edu.br)

² Universidade Federal de Santa Maria (auler.ufsm@gmail.com)

Resumo. O movimento CTS surge em contextos nos quais a suposta neutralidade da Ciência-Tecnologia (CT) passou a ser problematizada. Neutralidade entendida como legitimadora de modelos decisórios tecnocráticos. A pesquisa, inserida na busca de currículos voltados para a constituição de uma cultura de participação, esteve apoiada nos referenciais Freire, CTS e no Pensamento Latino-Americano em CTS. O problema de pesquisa foi: Construções históricas, como a suposta neutralidade do modelo de decisões tecnocráticas, a perspectiva salvacionista atribuída à CT e o determinismo tecnológico têm sido trabalhadas em práticas educativas relacionadas à CTS? Quais encaminhamentos têm sido dados? Constituiu-se de pesquisa bibliográfica, sendo o *corpus* de análise formado por artigos publicados em seis periódicos da área de Educação em Ciências. Utilizou-se Análise Textual Discursiva, da qual resultaram as categorias: a) Silenciamento sobre a origem da CT, b) Silenciamento sobre dimensões de outras naturezas, além da científico-tecnológica e c) Silenciamento quanto aos valores internalizados no produto científico-tecnológico.

Abstract. The Science Technology Society (STS) movement arose in contexts in which the supposed neutrality of Science-Technology came to be problematized, with neutrality understood as a legitimizer of technocratic decision-making models. This study, inserted in the search for curriculums dedicated to the establishment of a participatory culture, was supported by references from Freire, STS and by Latin American thinking about STS. The research question raised was: have historic constructions such as the supposed neutrality of the technocratic decision model, the salvationist perspective attributed to Science and Technology and technological determinism been worked with in educational practices related to STS? With what processes? A bibliographic study was conducted and the *corpus* of analysis was articles published in six periodicals from the field of science education. Discursive Textual Analysis was used, resulting in the categories: a) Silencing about the origin of ST, b) Silencing about dimensions other than the scientific-technological and c) Silencing about the values internalized in the scientific-technological product.

Palavras-chave: não neutralidade, ciência-tecnologia, valores, CTS, Freire

Keywords: non-neutrality, science-technology, values, STS, Freire

Situando o problema pesquisado

Buscamos, no âmbito do Grupo de Estudos Temáticos em Ciência-Tecnologia-Sociedade (GETCTS), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), a constituição de uma cultura de participação em processos decisórios envolvendo temas, problemas contemporâneos, nos quais Ciência-Tecnologia (CT)¹ estão presentes. Em outros termos, procuramos, em processos educativos, para os quais pretende contribuir a presente pesquisa, exercitar práxis que contribuam para a constituição de sujeitos participantes em processos decisórios envolvendo o campo científico-tecnológico. Essa

¹ Ciência e Tecnologia, tanto em termos espaciais quanto temporais, estão cada vez mais próximas, imbricadas. Em alguns âmbitos, utiliza-se o termo tecnociência. Mesmo tendo particularidades que as diferenciam, fazem parte de um processo no qual estão em constante interação. Assim, ao utilizarmos “CT”, estaremos fazendo referência ao sistema Ciência-Tecnologia.

busca, postulando a necessidade de configurações curriculares distintas das atuais, está apoiada em pressupostos do educador brasileiro Paulo Freire, referenciais do movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), bem como no Pensamento Latino-Americano em Ciência-Tecnologia-Sociedade (PLACTS)².

A potencialização dessa cultura de participação, a busca da democratização de processos decisórios, constitui pressuposto desses três campos teóricos. Por exemplo, a origem do movimento social mais amplo, denominado de CTS, com repercussões no campo educacional, é associada a contextos em que houve o questionamento da suposta neutralidade da CT (GARCIA et al., 1996). Neutralidade entendida, aqui, como legitimadora de modelos decisórios tecnocráticos. Em outros termos, conforme iremos argumentar ao longo do texto, o endosso à concepção de neutralidade da CT pode fragilizar processos participativos, democráticos.

Tanto a perspectiva teórica de Freire quanto do movimento CTS convergem para uma maior democratização de processos decisórios. Enquanto Freire (2005) destaca a necessidade de superação da “cultura do silêncio” para a constituição de uma sociedade mais democrática, o movimento CTS postula, dentre outras coisas, a superação de modelos decisórios tecnocráticos (AULER, 2002).

Há, no Brasil, num primeiro momento, uma aproximação crítica entre pressupostos CTS, oriundos do Hemisfério Norte e o pensamento educacional de Paulo Freire (2005, 1992). Posteriormente, há, também, a transposição de pressupostos do PLACTS para o campo educacional. Desse primeiro momento da caminhada destacamos os trabalhos de Auler (2002), Auler e Delizoicov (2006), Nascimento e Von Linsingen (2006), Auler (2007), Santos (2008), Strieder (2008), Roso et al. (2011). Auler (2007), mesmo destacando a polissemia existente no campo CTS, acentua que há, entre esses encaminhamentos, alguns com dimensões que podem ser concebidas como complementares e articuláveis ao pensamento freireano. O autor destaca três dessas dimensões em que considera a aproximação promissora: a busca de currículos temáticos, a interdisciplinaridade e a construção de uma cultura de participação em processos decisórios.

² Dentre os principais representantes do PLACTS apontamos Herrera (1971), Sábato (1982), Varsavsky (1976) e Dagnino (2008), os quais têm sido desconsiderados, em linhas gerais, na literatura do Hemisfério Norte. Destacamos que esse pensamento surgiu de forma independente em relação ao movimento CTS do Hemisfério Norte. Esteve constituído por integrantes da comunidade de pesquisa, voltados para a busca de uma agenda de pesquisa autônoma, sem maiores preocupações com o campo educacional.

Com o aprofundamento das pesquisas, foi ganhando corpo a compreensão da necessidade de aprofundar o conceito de participação, assim como um maior enraizamento latino-americano da aproximação Freire-CTS. Conceito de participação originalmente constituído, no Hemisfério Norte, carregando as marcas desse. Na caminhada, processo em curso, um novo conjunto de pesquisas (AULER, 2011; MONTEIRO, 2011; STRIEDER, 2012; ROSA, 2014; ROSO, 2014), influenciadas pelo Pensamento Latino-Americano em CTS, passa a focalizar mais intensamente a dimensão da participação. Enquanto movimento social mais amplo, o CTS, com gênese no Hemisfério Norte, continha a preocupação com o redirecionamento do desenvolvimento científico-tecnológico, da agenda de pesquisa. Preocupação que, segundo essas pesquisas, fica fragilizada, senão abandonada, quando repercute, no campo educacional, tanto no Hemisfério Norte quanto no Brasil.

Essas pesquisas passam a identificar e problematizar o alcance limitado da participação social postulada. Uma participação que, em linhas gerais, limita-se ao “pós”, pós-definição da agenda de pesquisa, pós-execução de projetos tecnológicos. Uma linguagem usual desse tipo de participação consiste em: avaliar impactos positivos e negativos da CT, na sociedade, no ambiente, potencializando os primeiros e atenuando os segundos e avaliar implicações da CT na sociedade. Ainda, uma participação pós-consumo, na qual cabe à educação buscar alternativas para atenuar o problema do lixo produzido, reduzida a sua reciclagem.

O GETCTS, fundamentado também no PLACTS, entende que há a necessidade de, nos processos educativos, ir além da avaliação pós-produção de CT, postulando uma reflexão sobre o direcionamento dado à atividade científico-tecnológica, sobre a agenda de pesquisa. Em outros termos, superar a linearidade que vai da Ciência-Tecnologia (CT) para a sociedade (S), na qual é comum a expressão avaliar impactos da CT na sociedade. Há a necessidade de, também, avaliar impactos da sociedade, ou setores dessa, com seus valores particulares, no direcionamento dado ao desenvolvimento científico-tecnológico.

Nesse sentido, o PLACTS tem como orientação o enfrentamento de problemas locais/regionais, problematizando políticas científico-tecnológicas (PCT), dos países da América Latina, estruturadas a partir de demandas/necessidades de países do denominado Primeiro Mundo. Segundo o PLACTS, há a necessidade de um redimensionamento da PCT da região, coerente com demandas sociais vivenciadas pelos países latino-americanos (DAGNINO, 2003).

Contudo, a discussão de questões axiológicas, da presença de valores no direcionamento dado ao desenvolvimento científico-tecnológico, na definição da agenda de pesquisa, constitui algo estranho, pouco problematizado em processos educativos. Potencializar, ampliar esses processos, fazendo com que os mesmos abarquem, também, a referida agenda, exige, no nosso entender, ampliar a compreensão sobre a não neutralidade da CT. Não neutralidade já presente na definição dessa agenda, pautada por valores. Trabalho de Delizoicov e Auler (2011) contribui para melhor compreender o papel dos valores, de uma relação entre concepção limitada de participação e compreensão limitada sobre a não neutralidade da CT. Nessa perspectiva, outros trabalhos, tais como Auler (2002), Auler (2011), Santos (2012) e Strieder (2012) têm buscado transpor essa discussão para o contexto educacional.

No nosso entender, uma compreensão limitada e/ou o endosso à concepção da neutralidade da CT representa, segundo o corpo teórico freireano, uma situação-limite³. Assim, o inédito viável⁴, outra categoria freireana, passa pela problematização dessa compreensão limitada, buscando, potencializando uma compreensão, uma postura ampliada de participação. Partimos da compreensão de que a aceitação da suposta neutralidade ou uma compreensão limitada fundamenta, legítima modelos tecnocráticos, limitando a participação ao “pós”. Entendemos que uma compreensão ampla sobre não neutralidade da CT, o que inclui a presença de valores em sua gênese (agenda de pesquisa), constitui elemento chave para uma práxis ampliada de participação em processos decisórios.

Compreensões parciais sobre a não neutralidade podem ser associadas a construções históricas sobre a atividade científico-tecnológica, as quais Auler (2002) denominou de mitos, podendo os mesmos fragilizar processos participativos como decorrência de uma naturalização daqueles sentidos históricos sobre CT. Uma dessas construções está associada a suposta superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, crença embasada na suposta neutralidade dessas decisões. Outra consiste no denominado determinismo científico-tecnológico, gerador de passividade segundo o autor. Nessa, o desenvolvimento da CT é visto como autônomo, independente de influências sociais, sendo, conforme anteriormente referido, desconsiderados valores em

³Para Freire, são situações que desafiam e que necessitam ser enfrentadas e superadas. Não devem ser tomadas como barreiras insuperáveis além das quais nada existe.

⁴Temas/problemas, existentes na comunidade, precisam ser problematizados de modo que se busquem soluções ainda não percebidas, ainda não conhecidas e vividas.

sua gênese. Uma terceira construção histórica, também geradora de passividade, consiste no salvacionismo atribuído à CT.

Relacionamos às já referidas situações-limites a suposta neutralidade (mitos), considerando que essa compreensão pode limitar a participação da sociedade em processos decisórios. Assim, entendemos que, para uma leitura crítica da realidade, conforme postulado por Freire (2005), para a superação de situações-limites, para alcançar o inédito viável, é necessária a problematização e superação das referidas construções, consideradas pouco consistentes. Construções sustentadas e que realimentam a suposta neutralidade da CT. Essas construções, discutidas por Auler (2002), conforme já exposto, são denominadas como: *suposta neutralidade/superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, perspectiva salvacionista/redentora atribuída à CT e o determinismo científico-tecnológico*. Para esse autor, problematizar essas construções históricas não significa uma posição anti-ciência, nem antitecnologia. Pode contribuir para uma imagem mais consistente da atividade científico-tecnológica.

Assumindo que a concepção de neutralidade da CT fragiliza a constituição de uma cultura de participação, a mesma (suposta neutralidade) tem sido problematizada em práticas educativas efetivadas no campo CTS? A linha de pesquisa CTS tem tido um incremento significativo no contexto brasileiro. Porém, há sinalizações, conforme pesquisas iniciais (SANTOS, 2012; SANTOS; ROSA, 2013), de que essa dimensão tem sido, muitas vezes, ignorada. Essa ausência constitui o cenário que culmina com o problema que investigamos e cujos resultados constituem o artigo. Assim, as construções históricas sobre CT, anteriormente referidas, sustentadas e sustentando a suposta neutralidade da CT, têm sido trabalhadas em práticas educativas relacionadas à CTS? Quais encaminhamentos têm sido dados?

Os objetivos da pesquisa foram: i) Identificar, em práticas educativas relacionadas a 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 práticas efetivadas no que tange às três construções históricas e iii) Sinalizar parâmetros à Educação em Ciências de modo a fundamentar processos educativos que problematizem as referidas construções históricas, bem como contribuam para a constituição de uma efetiva cultura de participação.

Encaminhamento teórico-metodológico

A não neutralidade da ciência-tecnologia

Embora problematizada, superada na reflexão epistemológica e sociológica contemporânea, a concepção de neutralidade da CT persiste em muitos âmbitos, como em meios de comunicação, setores da Universidade, na sociedade em geral e, também, na Educação em Ciências. Também, no nosso entender, uma compreensão ampla sobre esse tema requer focalizar as várias dimensões do processo científico-tecnológico, o qual tem sua gênese na seleção de demandas que comporão as agendas de pesquisas, as Políticas para a Ciência-Tecnologia. Seleção pautada, também, por valores contextuais. Assim, o discurso genérico de que CT não são neutras pouco contribui. Importa, para os objetivos que pautam nosso fazer educação, aprofundar e problematizar as várias facetas⁵ que o conceito de não neutralidade da CT abarca.

Auler (2002) identifica e analisa quatro dimensões interdependentes sobre a não neutralidade da CT, sendo elas: 1) O direcionamento dado à atividade científico-tecnológica (processo) resulta de decisões políticas; 2) A apropriação do conhecimento científico-tecnológico (produto) resulta de decisões políticas; 3) O conhecimento científico produzido (produto) não é resultado apenas dos tradicionais fatores epistêmicos: lógica + experiência e 4) O aparato ou produto científico-tecnológico incorpora, materializa interesses, desejos de sociedade ou de grupos sociais hegemônicos.

A articulação das dimensões um e quatro, do parágrafo anterior, reduzindo as quatro dimensões para três, foi trabalhada por Santos (2012), quando discute que os valores presentes na seleção dos problemas a serem investigados, na definição da agenda de pesquisa, condicionando os rumos do desenvolvimento científico-tecnológico, são incorporados, materializados, transferindo intencionalidades para o produto científico-tecnológico. Com isso, fica fragilizada a compreensão de que CT constituem um meio, um instrumento neutro, utilizável para qualquer projeto político. Ou, em outros termos, nessa compreensão, CT constituem um meio neutro utilizável para o “bem” ou para o “mal”.

Uma justificativa dada, para a não neutralidade da CT, muitas vezes, consiste na apropriação desigual do produto científico-tecnológico, aspecto que corresponde a

⁵Uma discussão mais aprofundada sobre a suposta neutralidade da CT pode ser encontrada em Rosa (2014).

dimensão dois de Auler (2002). A apropriação desigual dos produtos científico-tecnológicos efetivamente constitui um indicativo de não neutralidade, da presença de determinados valores. Por exemplo, a apropriação desigual dos alimentos produzidos no planeta. Contudo, Santos (2012), em aprofundamento sobre essa dimensão, destaca que, se tomada isoladamente, constitui uma compreensão parcial sobre a não neutralidade.

Em outros termos, essa compreensão apenas abarca parte do problema. Estaremos satisfeitos com uma apropriação mais igualitária dos alimentos produzidos, acabando 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? Uma compreensão mais ampla sobre a não neutralidade, o que inclui outras agendas de pesquisa, conforme analisa Lacey (2008, 2010), para além daquelas pautadas pelas transnacionais⁶, remete à postulação da produção e, também, da socialização de alimentos orgânicos. Sinaliza para um modelo agrícola mais sustentável como a agroecologia.

Para Dagnino (2010), sendo focalizada apenas a dimensão do uso da CT, a lógica de sua produção, que envolve valores capitalistas, acaba ofuscada, não sendo objeto de problematização, de participação. O discurso do *bom* e *mau* uso da CT endossa a visão de neutralidade, e, de acordo com Dagnino (2010), consiste numa visão instrumental na qual CT são instrumentos neutros que servem a qualquer projeto político de sociedade.

Oliveira (2008), com análise próxima daquela de Auler (2002), destaca que valores sociais, morais, pessoais, etc., não apenas epistêmicos, podem estar presentes no desenvolvimento científico-tecnológico. Diante disso, o autor propõe 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 “subtese” da tese da suposta neutralidade. Ou seja: 1) Tese da neutralidade temática; 2) Tese da neutralidade metodológica e 3) Tese da neutralidade factual.

⁶ Por exemplo, “[...] os protagonistas centrais das inovações biotecnológicas são as grandes transnacionais químicas, farmacêuticas e alimentícias. Elas já dominam a agenda da pesquisa internacional” (SEILER, 1998, p. 53)

Lacey (2008, 2010) 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*, os valores morais e sociais não desempenham nenhum papel, diferentemente dos valores cognitivos^{7,8}. Para o autor, mesmo que uma teoria atenda ao critério da imparcialidade, não atenderá, necessariamente, a *neutralidade*. A imparcialidade não é sinônimo de significância. Ela não garante que a teoria, mesmo tendo passado pelo crivo da imparcialidade, sirva a qualquer sistema de valores, a qualquer forma de organização social, a qualquer projeto de sociedade. Já a *autonomia* representa a defesa de que as práticas científicas devam ser realizadas em comunidades autônomas, financiadas por instituições autônomas, nas quais não haja interesses e influências externas. A autonomia refere-se ao direcionamento dado ao avanço científico-tecnológico.

Também refletindo sobre a não neutralidade da CT, Delizoicov e Auler (2011) aprofundam a primeira dimensão de Auler (2002), ou seja, a presença de valores no direcionamento dado ao desenvolvimento científico-tecnológico. Os autores concluem que a seleção de demandas, de problemas formulados para serem investigados, decorre de critérios que atendem a diferentes e conflituosos interesses priorizados em um determinado espaço-tempo.

Caracterizando a pesquisa

Conforme já apontamos, a origem do movimento CTS, com repercussões no campo educacional, está associada a contextos em que houve o questionamento da suposta neutralidade da CT. O presente trabalho tem como pano de fundo uma pesquisa de Mestrado (ROSA, 2014) que buscou problematizar modelos tecnocráticos, bem como perspectivas/visões associadas a suposta neutralidade da CT.

Definidos o problema e objetivos da pesquisa, mencionados anteriormente, enquanto recurso teórico-metodológico, optamos pela Análise Textual Discursiva (ATD). Inicialmente, definimos o *corpus* de análise, obtido de periódicos da área de

⁷ Entende-se como valores cognitivos, segundo Lacey, adequação empírica, poder explicativo, fecundidade das teorias, dentre outros.

⁸ O autor entende que a imparcialidade consiste num ideal perseguido na prática científica. Contudo, historicamente violado.

Educação em Ciências de circulação nacional: Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia (2008-2013), Ciência & Educação (1998-2013), Ciência & Ensino (1996-2008), Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências (1999-2013), Investigações em Ensino de Ciências (1996-2013) e Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (2001-2013).

Selecionamos artigos auto identificados no título, resumo, palavras-chave, e/ou, quando necessário, na introdução, com 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. Ainda, para a efetiva seleção do artigo, colocamos uma segunda condição: o artigo deve contemplar uma prática educativa efetivamente realizada. Assim, a delimitação do corpus de análise totalizou vinte e seis artigos apresentados abaixo. No conjunto desses artigos, a absoluta maioria dos autores tem formação inicial ligada ao campo de Ciências da Natureza, havendo apenas seis exceções.

Quadro 1: corpus de análise da pesquisa

Revista	Autores	Ano	Vol, Num	Identificação
Alexandria	Araújo e Formenton	2012	5, 1	Artigo 01
Ciência & Educação	Amorin	2001	7, 1	Artigo 02
	Gouvêa e Leal	2001	7, 1	Artigo 03
	Angotti, Bastos e Mion	2001	7, 2	Artigo 04
	Andrade e Carvalho	2002	8, 2	Artigo 05
	Samagaia e Peduzzi	2004	10, 2	Artigo 06
	Muenchen e Auler	2007	13, 3	Artigo 07
	Assis e Teixeira	2009	15, 1	Artigo 08
	Machado e Pinheiro	2010	16, 3	Artigo 09
	Firme e Amaral	2011	17, 2	Artigo 10
	Silva e Carvalho	2012	18, 2	Artigo 11
	Mundim e Santos	2012	18, 4	Artigo 12
	Ciência & Ensino	Bernardo, Vianna e Fontoura	2007	1, nº esp.
Flor		2007	1, nº esp.	Artigo 14
Zuin e Freitas		2007	1, 2	Artigo 15
Ensaio	Leal e Gouvêa	2002	2, 1	Artigo 16
	Barbosa, Lima e Machado	2012	14, 1	Artigo 17
	Marandino e Lanelli	2012	14,1	Artigo 18
	Santos, Amaral e Maciel	2012	14, 1	Artigo 19
Investigações em Ensino de Ciências	Sasseron e Carvalho	2008	13, 3	Artigo 20
	Silva e Carvalho	2009	14, 1	Artigo 21
	Santos, W. L. P. e Mortimer	2009	14, 2	Artigo 22
	Carletto e Pinheiro	2010	15, 3	Artigo 23
	Fabri e Silveira	2013	18, 1	Artigo 24
RBPEC	Gurgel	2001	1, 1	Artigo 25
	Muenchen e Auler	2007	7, 3	Artigo 26

Fonte: elaboração dos autores

A ATD é caracterizada por Moraes (2003) como sendo constituída de três etapas. De acordo com o autor,

[...] 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 e o captar do novo emergente em que a nova compreensão é comunicada e validada (MORAES, 2003, p. 192) [grifo do autor].

A primeira etapa, ou conforme terminologia de Moraes, consistiu na desmontagem dos textos, destacando-se os seus elementos constituintes. A partir dessa desconstrução extraímos as unidades de análise, também denominadas pelo autor de unidades de significado ou de sentido.

Após a unitarização, realizamos o processo de categorização, no qual as unidades estabelecidas, inicialmente, foram agrupadas de acordo com significados semelhantes, resultando três categorias. Na comunicação dos resultados do processo, mediante a construção de um metatexto, terceira etapa, buscamos, a partir dos argumentos contidos nas categorias, uma compreensão do todo. Ou seja, as respostas, as compreensões alcançadas em relação ao problema investigado.

Compartilhando compreensão de Moraes (2003), o processo de investigação, aqui relatado, deve ser concebido como inacabado, exigindo uma crítica permanente dos produtos parciais, tendo-se com meta uma explicitação cada vez mais completa e rigorosa dos significados construídos e das compreensões alcançadas.

Resultados

Da análise do *corpus*, com um olhar pautado pelos objetivos da pesquisa e os referenciais, citados anteriormente, resultaram categorias que, conforme caracterização de Moraes (2003), podem ser denominadas de mistas, considerando que as mesmas resultaram de aprofundamento e desdobramento das anteriormente referidas construções históricas sobre CT. Assim, chegamos às categorias: 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. Apresentamos e analisamos as três categorias separadamente. Contudo, essas se articulam e se complementam, aspecto compreensível considerando que a não neutralidade da CT constitui dimensão que comparece em todas elas.

Essas categorias expressam síntese do processo analítico. Do conjunto de unidades de sentido que identificamos, conforme encaminhamento teórico-metodológico de Moraes (2003), na discussão das categorias, apresentamos alguns dos extratos que consideramos representativos. Vários dos artigos que analisamos superaram a racionalidade em que primeiro é apresentada a revisão bibliográfica e depois analisada a prática efetivada. Considerando essa dinâmica, extratos oriundos das interpretações dos resultados da prática educativa investigada estão em diálogo com extratos referentes à teorização que os autores fazem sobre o campo CTS. Há outro aspecto a ser destacado, o qual remete à necessidade de problematizar limites da própria análise textual discursiva. Não constavam nos objetivos da pesquisa identificar silenciamentos. Estes tornaram-se presentes, no processo, em função dos referenciais assumidos. Ou seja, na constituição das categorias, não somente os núcleos de sentido identificados foram importantes, mas também ausências.

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

Segundo Garcia et al. (1996), a construção histórica do determinismo tecnológico está alicerçada na visão de tecnologia como autônoma, que se desenvolve através de sua própria lógica e que não é condicionada pela ação humana, uma concepção determinista das relações entre tecnologia e sociedade. A tecnologia é entendida pelos autores como um fator independente, e que a mudança tecnológica é a principal causa da mudança social. Assim, a tecnologia constitui um limitante das ações que a sociedade pode fazer. O progresso é considerado como caminho fixo e inexorável. Em síntese, uma CT autônoma não afetada por valores existentes no contexto em que é gerada.

Herrera (2003), integrante do PLACTS, contrariamente à compreensão do determinismo tecnológico, destaca que os países considerados subdesenvolvidos não deveriam trilhar o mesmo caminho seguido pelos países ditos desenvolvidos, isso porque “levaria à mesma situação de desigualdade social, ao desperdício no uso de recursos, à deterioração do meio ambiente e à alienação da população” (HERRERA, 2003, p. 119). O autor entende que esses países deveriam ter como foco um desenvolvimento voltado para os problemas e as necessidades dos mesmos, através de mecanismos de participação que assegurem a efetivação de suas demandas em agendas de pesquisa.

No entanto, esses países, por terem um histórico colonial, possuem marcas que se manifestam naquilo que Freire (2005) denominou de cultura do silêncio, relacionada a “inexperiência de participação, do conjunto da sociedade, em processos decisórios” (AULER, 2011, p. 80). Acrescente-se a esse fato uma compreensão limitada sobre a não neutralidade da CT.

Essa construção histórica reforça a ideia de que a sociedade não tem potencial para alterar a dinâmica do desenvolvimento científico-tecnológico, tornando-se, cada vez mais, passiva diante desse desenvolvimento. Nessa concepção, os interesses, os valores atuantes na concepção e execução do desenvolvimento científico-tecnológico são ignorados, omitidos. Há um silenciamento sobre os valores existentes em todo o processo, o qual inicia com a definição das políticas públicas para CT, na definição da agenda de pesquisa.

É possível afirmar, diante da análise realizada, considerando o conjunto dos núcleos de sentido identificados, que há mais silenciamentos sobre o determinismo científico-tecnológico do que um assumir explícito do mesmo. O que constatamos, de forma bastante sistemática, é a defesa de uma participação, no processo científico-tecnológico, que entendemos como limitada, denominada de pós-produção, uma avaliação dos impactos da CT na sociedade. Há um silenciamento sobre a presença de valores na concepção e produção da CT. Essa constatação sustenta a categoria. Omissão que pode estar indicando endosso a uma compreensão próxima do determinismo científico-tecnológico. Uma compreensão que pode ser sintetizada como: não cabe à sociedade participar nesse âmbito. Um âmbito supostamente com vida própria, livre de valores.

Nessa compreensão, a participação da sociedade parece estar limitada ao papel de usuária de uma CT pronta, imutável, atribuindo-lhe um bom destino na apropriação, o denominado bom uso. Dagnino (2003) entende que, nessa perspectiva, a sociedade apenas aceita os impactos oriundos do desenvolvimento científico-tecnológico, tirando o melhor proveito dele. Problematizar a participação limitada ao pós-produção não significa que ela não deva ocorrer. Pelo contrário, precisamos ter acesso e dar atenção aos impactos oriundos da CT. No entanto, entendemos que, ficar restrito a esse tipo de participação, significa endossar 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.

Problematizar essa limitação coloca-se na perspectiva de potencializar, mediante processos educativos, mecanismos ampliados de participação. Destacamos, aqui, algumas manifestações que entendemos limitadas. Outras, expressando compreensões ampliadas. No artigo 20, do quadro 1, comparecem indicativos que reduzem a participação à avaliação de impactos. Para as autoras

A seqüência foi planejada com o objetivo de permitir que os alunos trabalhassem ativamente no processo de construção do seu conhecimento sobre o mundo, além de possibilitar discussões acerca dos benefícios e prejuízos que as Ciências e suas Tecnologias podem trazer para a Sociedade e Ambiente. (ARTIGO 20, 2008, p. 333)

Já na prática educativa descrita pelo artigo 05, constatamos uma contraposição, pois os autores questionam explicitamente 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** (ARTIGO 05, 2002, p. 169) [grifo nosso].

O referido silenciamento, apresentado, por exemplo, no artigo 20, pode ser representado por CT→S. É o desenvolvimento científico-tecnológico que incide na sociedade, havendo silenciamento sobre valores na concepção e produção de CT. Essa unidirecionalidade comparece em outras práticas educativas. Segundo os autores do artigo 24, há necessidade de uma educação científica que prepare os estudantes para “[...] 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 denominamos de gerar passividade. Está implícito, nessa fala, uma postura de conviver com o avanço científico-tecnológico, porém, refletindo sobre os impactos dos mesmos. Está ausente uma possível participação no direcionamento desse desenvolvimento científico-tecnológico. A alternativa, diríamos conformista, está em conviver com ele. Essa compreensão aproxima-se do que Winner (1987) denomina de sonambulismo tecnológico, uma postura passiva da sociedade frente a denominada marcha do progresso.

No artigo 19, é destacado que, nas práticas educativas analisadas, 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 das autoras identificarem, nas discussões estabelecidas com os estudantes, a relação da CT com questões valorativas, evidenciando concepções associadas a não neutralidade da CT, as suas reflexões ficam limitadas considerando que só é estabelecida a influência da CT sobre a sociedade, havendo, novamente, silenciamento sobre o fato de que a sociedade, ou melhor, setores minoritários dessa, com seus valores e interesses particulares, condicionam os rumos do desenvolvimento científico-tecnológico. Assim, o papel da sociedade está em aceitar a CT, como se ela tivesse vida própria e apropriar-se dela fazendo um bom uso.

Também, conforme o artigo 05, já citado, discussões realizadas, no artigo 10, evidenciam avanços em relação ao silenciamento. Neste último, os autores destacam o fato de que a professora, responsável pela prática educativa analisada, apesar de mencionar a participação social na solução de problemas socioambientais associados a CT, “[...] ressaltou com **mais ênfase** a influência da ciência e da tecnologia na sociedade do que o inverso” (p. 393) [grifo nosso]. Essa afirmação revela algo fundamental e promissor. As autoras rompem o silêncio, dão voz àquilo que, na maioria dos casos, foi silenciado.

Coerente com a análise desses dois artigos, defendemos, a partir dos referenciais que assumimos, entendendo ser fundamental para uma leitura crítica da realidade (FREIRE, 2005), compreensão que pode ser sintetizada por CT↔S. Isso coloca novos desafios para o campo educacional, particularmente para o campo CTS. Ao serem consideradas influências mútuas entre desenvolvimento científico-tecnológico e sociedade (indício de superação de determinismos), abre-se a possibilidade de potencializar mecanismos ampliados de participação em processos decisórios. Possibilidade constatada no artigo 10, o qual destaca interações não unidirecionais da tríade CTS. Segundo as autoras,

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 (ARTIGO 10, 2011, p. 385) [grifo nosso].

Se, nessa categoria, estamos dando significativa visibilidade àquelas práticas que, no conjunto, são minoritárias, que superam o silenciamento, é porque, no nosso entender, sinalizam caminhos promissores. Assim, também, a prática educativa proposta

e analisada pelo artigo 01 sinaliza a superação do determinismo. Na reflexão dos autores, a proposta da abordagem temática, pautada por CTS, foi pertinente 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 (ARTIGO 01, 2012, p. 46)[grifo nosso].

Ainda, em trabalho desenvolvido sobre o programa Pró-Álcool,

[...] 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. (ARTIGO 05, 2002, p. 182).

E,

[...] 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 (ARTIGO 05, 2002, p.184) [grifo nosso].

Afirmações como essas sinalizam o fato de que os estudantes passaram a defender uma maior participação no direcionamento da atividade científico-tecnológica. E, ainda, potencial que a Educação possui, através de práticas educativas, para ampliar a compreensão sobre interações entre CTS. Também sinaliza que já estão em curso práticas que trabalham o não silenciamento. 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 (também no campo CTS). Dimensão que entra em cena motivada pela presença de novos referenciais no contexto brasileiro, como Freire e o PLACTS.

Contudo, em linhas gerais, nos artigos que analisamos, predomina um silenciamento sobre a origem da CT, o que, na nossa análise, aproxima-se à concepção do determinismo científico-tecnológico. Entendemos que uma participação limitada à avaliação dos impactos gerados pelo uso da CT pode estar marcada por resquícios do determinismo científico-tecnológico. Em ambas as concepções, ignora-se a origem, a gênese da CT, a qual entra na sociedade como se fosse um desenvolvimento que ocorreu à sua margem.

Na concepção determinista, a participação social tem início quando a CT entra, “cai” no contexto social, estando supostamente imune, até esse momento, de fatores valorativos. Nesse sentido, cabe avaliar impactos resultantes da entrada da CT, considerada instrumento neutro, que serve a qualquer projeto de sociedade. Em outros termos, dar um bom uso para CT. Essa compreensão parcial sobre não neutralidade, a qual ignora que o produto científico-tecnológico tem materializado, internalizado valores/interesses, permite endossar a compreensão de que CT pode ser utilizada em qualquer contexto, época ou sociedade, justificando, desde que bem utilizada, a transferência tecnológica de um contexto para outro.

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

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

Nos modelos tecnocráticos, o campo científico-tecnológico, de condição necessária, passa também para a de suficiente. Considerado condição necessária e suficiente, passa a ser guia para a compreensão e enfrentamento de problemas, inclusive os sociais, vivenciados pela humanidade. Tudo se passa como se para cada problema existente houvesse uma única solução ótima, encontrada, pelos especialistas, de um modo eficiente e ideologicamente neutro. Também, quando se admite alguma forma de ação humana, como na definição da agenda de pesquisa, essa se restringe ao especialista.

Porém, muitas vezes, é ignorado, não problematizado o fato de que, na resolução de problemas, na discussão de temas sociais em que CT estão presentes, em geral, a dimensão técnica vem acompanhada de dimensões de outras naturezas, como o campo dos valores, o campo econômico, o campo político. Ao problematizar a tecnocracia, não estamos desconsiderando nem colocando em segundo plano o conhecimento científico-tecnológico. O problema está em que, na tecnocracia, decisões de outras naturezas, como a política, que acompanham processos técnicos, são tomadas por técnicos, supostamente neutros.

Essa categoria surge de dois conjuntos de núcleos de sentido extraídos, na unitarização, conforme Moraes (2003). Em um primeiro conjunto, predominam aqueles artigos que mencionam apenas a dimensão técnico-científica (postulações tecnocráticas), silenciando sobre outras em processos decisórios. No segundo conjunto, núcleos de sentido que expressam a insuficiência de CT, sinalizando para a ampliação dos atores envolvidos em processos decisórios.

Nossa análise revelou que problematizar e contemplar dimensões de outras naturezas, além da científico-tecnológica, nas práticas educativas, em geral não ocorre. Essa constatação, como na categoria anterior, não decorre da presença de núcleos de sentido obtidos na unitarização, mas de ausências, de vazios, de silenciamentos em relação a outras dimensões que não a científico-tecnológica. Essa ausência tornou-se presente pelos referenciais assumidos na pesquisa.

A presença, apenas, do argumento científico apareceu, por exemplo, na prática educativa descrita no artigo 14, na qual estudantes revelam indícios de endosso às decisões tecnocráticas. Buscar sustentação, argumentos, no discurso científico, é bastante razoável. O problema está na ausência de dimensões de outras naturezas que não a CT,

[...] 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 (ARTIGO 14, 2007, p. 7) [grifo nosso].

Esse fragmento exemplifica que outros campos de conhecimento, além do científico, não são mencionados ou desconsiderados. Transparece 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. O silenciar, o omitir dimensões de outras naturezas, na resolução de problemas sociais, pode ter um efeito pedagógico que reforça posições tecnocráticas.

No artigo 24, as autoras identificam, nas visões de estudantes, compreensões relacionadas à tecnocracia. A fala, que reproduzimos 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. Elas 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 reflete 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 (ARTIGO 24, 2013, p. 101) [grifo nosso].

Práticas educativas, como no artigo em análise, problematizando a não existência de verdades absolutas, por parte de cientistas/técnicos, sendo trabalhada a compreensão da necessidade de outros campos de conhecimentos, sinalizam horizontes promissores para a Educação CTS. Nesse sentido, as autoras do artigo 24 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).

Outra manifestação, com indicativos de endosso à tecnocracia, é apontada na prática educativa descrita no artigo 11. Destacamos 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 (ARTIGO 11, 2012, p. 381) [grifo nosso].

Essa fala, analisada criticamente pelos autores, evidenciou uma visão reducionista. Os mesmos ressaltam a fragmentação com relação à resolução de problemas, como se 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). Ainda, no artigo 11, 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).

Compreensões como as do parágrafo anterior sinalizam que, sem desconsiderar a dimensão científico-tecnológica, consideram-na insuficiente. Em outros termos, não

silenciam sobre dimensões que vão além da científica. Esses indícios estão associados ao incentivo à participação social na tomada de decisões em temas envolvendo CT. Essa sinalização de superação do modelo tecnocrático é evidente, também, na reflexão da prática educativa do artigo 15, a qual envolveu 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 (ARTIGO 15, 2007, p. 6).

Também, no artigo 24, há indícios de superação do reducionismo tecnocrático. Na fala que reproduzimos, há sinalizações para dimensões outras, além da 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 (ARTIGO 24, 2013, p. 88) [grifo nosso].

Problematizar os silenciamentos, explicitados tanto na categoria anterior quanto na atual, 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 incipiente, já comparecem em práticas, como naquela analisada no artigo 05,

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 (ARTIGO 05, 2002, p. 180) [grifo nosso].

Diante da análise realizada, a qual culminou na atual categoria, ainda é significativa a presença, o endosso à concepção tecnocrática. Concepção, em geral, não manifestada explicitamente. Mas na forma de silenciamentos, de omissões de dimensões de outras naturezas, para além da técnico-científica. Esses silenciamentos, na resolução de problemas, na discussão de temas marcados pela CT, possivelmente estejam reforçando a construção histórica da suposta superioridade do modelo de decisões tecnocráticas. Ignorar, sistematicamente, em processos educativos, as

dimensões política, econômica, ética e social, em problemas reais e complexos, marcados pela CT, pode estar sinalizando para a exclusão, em processos decisórios, de todos os atores não pertencentes ao campo da CT, não especialistas em CT. Auler (2011), referindo-se à denominada participação fundamentada, postulada no campo CTS, destaca que a mesma, muitas vezes, está fundamentada apenas no campo científico-tecnológico, o que pode, segundo o autor, estar reforçando modelos decisórios tecnocráticos.

Silenciamento quanto aos valores internalizados no produto científico-tecnológico

A ciência moderna, desde seu começo, é associada à ideia de progresso da humanidade. Crer que o presente é melhor que o passado e que haverá, necessariamente, um futuro ainda melhor devido ao desenvolvimento, cada vez maior, da CT consiste em assumir construção histórica denominada de salvacionismo da CT (AULER, 2002). Essa ideia ignora as relações sociais em que Ciência-Tecnologia são concebidas e utilizadas. Um processo supostamente neutro, no qual valores e interesses não desempenham papéis significativos.

Essa construção histórica constitui pano de fundo do qual resultou a presente categoria. Nossa análise evidenciou um número significativamente pequeno de práticas educativas que revelam indícios de endosso explícito a essa construção. Em maior número, há um segundo conjunto de artigos em que aparecem, explicitamente, questionamentos quanto a mesma. Porém, caracterizamos esse segundo conjunto como tendo compreensões limitadas, revelando uma superação apenas parcial dessa construção.

Houve a superação da linearidade, de uma vinculação automática entre mais CT e mais bem-estar social. Porém, há um silenciamento sobre algo, no nosso entender, fundamental. Essa não linearidade, uma relação não direta entre mais CT e mais qualidade de vida, para o conjunto da sociedade, não decorre apenas do bom ou mau uso de CT (ou do não uso), mas também do fato de que o produto científico-tecnológico incorpora, internaliza, materializa valores, interesses daqueles atores sociais que conceberam esse produto⁹. Há um silenciamento sobre o fato de que as implicações na sociedade, consideradas boas ou más, positivas ou negativas, com mais ou menos

⁹Por exemplo, a tecnologia terminator. Trata-se de um gene que, quando incorporado às sementes, faz com que essas, quando plantadas, originem plantas de sementes estéreis. Interesse/intencionalidade materializado na semente (produto científico-tecnológico) com o objetivo de tornar o agricultor dependente de empresas transnacionais no fornecimento de sementes.

qualidade de vida para o coletivo social, já estavam implícitas, previstas que ocorressem (independentemente de um “bom” ou “mau” uso), considerando os valores, os interesses daqueles que conceberam esse, e não outro desenvolvimento científico-tecnológico.

Considerando o primeiro conjunto, anteriormente referido, destacamos o endosso de estudantes à construção histórica do salvacionismo no artigo 24. As autoras problematizam o salvacionismo implícito na compreensão dos estudantes com os quais trabalharam,

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 (ARTIGO 24, 2013, p. 86)[grifo nosso].

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 (ARTIGO 24, 2013, p. 91)[grifo nosso].

As autoras identificaram, na manifestação de estudantes, compreensões próximas do salvacionismo. No entanto, apesar das pesquisadoras revelarem indicativos de superação da construção histórica do salvacionismo, tal como nas categorias anteriores, também, neste artigo, há um silenciamento. Silenciamento sobre valores e interesses que são internalizados, materializados no produto científico-tecnológico. Há silêncio sobre o fato de que tais características podem comprometer a linearidade estabelecida, pelos estudantes, entre mais desenvolvimento científico-tecnológico e mais bem-estar social.

Nesse sentido, conforme já destacamos, há um segundo conjunto de núcleos de sentido, nos quais, de um lado, identificamos a superação do salvacionismo. De outro, um silenciamento sobre valores. Em outras palavras, mesmo questionando a referida linearidade, grande parte das problematizações realizadas foi reduzida à avaliação de uma CT que tanto traz benefícios quanto prejuízos à sociedade, evidenciando uma perspectiva que denominamos de limitada em relação à superação da construção histórica do salvacionismo. Em vários artigos aparece a compreensão de que não há incremento, na qualidade de vida, ou porque CT são mal utilizadas, ou não usadas (produtos científico-tecnológicos não são socializados). Silencia-se sobre o fato de que

valores e interesses, materializados no produto, podem comprometer o alcance do bem-estar social, sendo insuficiente uma apropriação mais igualitária desses produtos, um suposto bom uso.

Assim, destacando a não linearidade entre desenvolvimento CT e qualidade de vida, no artigo 01, em trabalho no qual os autores buscaram uma “formação cidadã com vistas a ampliar a capacidade crítica e reflexiva dos estudantes sobre os malefícios e benesses da tecnologia” (p. 47), destacam que,

[...] 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 (ARTIGO 01, 2012, p. 51)[grifo nosso].

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 de CT. Não comparece a compreensão de que o atual desenvolvimento científico-tecnológico, movido por interesses/valores privados, talvez apenas de forma parcial e muito limitada possa ser traduzido em qualidade de vida para o conjunto da sociedade.

Recorremos a Lacey (2008, 2010) para aprofundar a dimensão dos valores. Esse autor situa dois campos. Um desses, associado à biotecnologia, mais especificamente aos organismos geneticamente modificados, condiciona o tipo de problema investigado, as estratégias/metodologias aceitáveis. Nesse campo, o autor situa valores associados às práticas do mercado global, ao individualismo, aos lucros, à mercantilização, à eficiência econômica, ao favorecimento do sistema capitalista.

Já o segundo campo, no qual situa a possibilidade de melhorar métodos da agricultura local/tradicional, como a orgânica, está alicerçado em outros valores, como o da sustentabilidade socioambiental, a preservação da biodiversidade e a solidariedade. Lacey, exemplificando com os transgênicos, destaca que esses foram projetados a partir de valores que buscam atender interesses privados. Esses valores privados se traduzem em possíveis “consequências negativas” para o conjunto social. Um provável não ganho em termos de qualidade social e as possíveis consequências socioambientais indesejáveis não resultarão, apenas, do mau uso ou da apropriação desigual.

Representam uma consequência previsível considerando os valores que permeiam o processo e que estão internalizados nesse produto científico-tecnológico.

Entendemos que, numa perspectiva ampliada de superação do referido salvacionismo, além de identificar que o desenvolvimento científico-tecnológico não conduz linearmente ao desenvolvimento social, faz-se necessário trabalhar questões sobre qual desenvolvimento científico-tecnológico, qual PCT é capaz de levar o conjunto da sociedade ao bem-estar social. Essa sinalização é marcante no PRACTS, o qual sinaliza para uma reinvenção, na perspectiva de uma participação ampliada em processos decisórios, participação na definição de uma PCT demandada por efetivas necessidades sociais. Participação ainda incipiente, conforme constatamos na primeira categoria anteriormente analisada.

Do nosso corpus de análise, manifestações, no artigo 15, abordando preocupações de licenciandos quanto à transposição do Rio São Francisco, constituem bom exemplo de uma compreensão ampliada sobre o não salvacionismo. O posicionamento de licenciandos ultrapassa a limitação de, apenas, analisar aspectos positivos e negativos da transposição. Há preocupações com interesses, valores associados ao projeto, com os segmentos sociais que sairiam beneficiados por esse desenvolvimento. Segundo o artigo,

[...] 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”) (ARTIGO 15, 2007, p. 6).

Sintetizando a análise da categoria, é possível destacar que predomina uma compreensão, entre os autores dos artigos analisados, que superou o salvacionismo atribuído ao desenvolvimento científico-tecnológico. Para essa compreensão, mais desenvolvimento científico-tecnológico não significa, necessariamente, mais qualidade de vida para coletivos sociais. Porém, entre esse conjunto de autores, surgem poucos indicativos quanto aos motivos dessa não linearidade. Predominam análises que atribuem essa não correspondência linear ou ao mau uso da CT, ou seu não uso (sua não socialização).

Está bastante ausente a compreensão de que o conhecimento científico-tecnológico, demandado por interesses (valores) privados, não necessariamente terá relevância para coletivos sociais mais amplos. Os valores materializados, internalizados,

no produto científico-tecnológico, conferem-lhe características que fragilizam, que podem comprometer a linearidade entre mais desenvolvimento científico-tecnológico e mais qualidade de vida.

Considerações

Com a pesquisa buscamos melhor compreender manifestações da suposta neutralidade da CT. Mais especificamente, as denominadas construções históricas sobre CT, na perspectiva de estruturar configurações curriculares que permitam sua problematização e, se possível, sua superação. Entendemos, conforme referimos ao longo do texto, que a suposta neutralidade legitima ideologicamente modelos decisórios tecnocráticos, limitando a construção de uma cultura de participação. Como síntese da pesquisa, resultante da interação entre elementos teóricos e empíricos e, considerando os objetivos da mesma, obtivemos 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, 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.

A dimensão da participação, algo discursivamente disseminado e frequentemente postulado em abordagens CTS, estará, no nosso entender, fragilizada enquanto houver silenciamentos sobre várias das faces que constituem o processo científico-tecnológico. No campo CTS, é usual a defesa de uma participação fundamentada em processos decisórios. Perguntamos: "fundamentada em quê?" É possível uma participação fundamentada se esses vazios/silenciamentos persistirem?

Esses silenciamentos podem estar sinalizando várias situações. Podem estar indicando endosso de pesquisadores, estudantes e professores à suposta neutralidade da CT e/ou uma compreensão limitada sobre a mesma. Também, nossa análise, nosso olhar para o *corpus* esteve guiado por referenciais não comuns nas práticas educativas CTS, particularmente o PLACTS. Com esses referenciais, PLACTS, Paulo Freire e Lacey, estamos sinalizando para uma reinvenção e um aprofundamento do campo CTS, com a postulação de uma perspectiva ampliada de participação em processos decisórios. Participação não restrita ao pós, pós-definição do essencial (agenda de pesquisa).

É compreensível que professores(as) da área de Ciências da Natureza verbalizem, priorizem o campo científico-tecnológico. Essa foi sua formação, carente de

uma reflexão no campo da epistemologia e da sociologia da ciência. Também, no contexto de currículos disciplinares, é compreensível que suas falas, suas práticas fiquem restritas. Compreendemos que os referidos silenciamentos decorrem desse contexto. Contudo, entendemos ser fundamental encontrar alternativas para esse cenário. Caso contrário, suspeitamos que a postulação da formação de cidadãos, discurso muito marcante no campo CTS, fique bastante comprometida. Assim, um parâmetro balizador fundamental, para a Educação em Ciências, resultante da pesquisa, consiste na necessidade de práticas educativas problematizarem os silenciamentos identificados e analisados.

Em outros termos, entendemos ser necessário dar visibilidade a esses silenciamentos possibilitando sua problematização. Essa visa ser uma das contribuições da pesquisa. Parece possível e desafiador, para o(a) professor(a) de Ciências da Natureza, destacar, chamar a atenção, não deixar silenciadas, dar visibilidade a algumas das dimensões referidas ao longo do texto. Sinais dessa possibilidade foram encontrados no corpus, os quais, ainda minoritários, constituem práticas sinalizadoras de caminhos para a Educação em Ciências.

A identificação, assim como a problematização desses silenciamentos, depende da formação do professor, da literatura que utiliza, dos coletivos multidisciplinares que podem ser constituídos, da reorganização espaço-temporal da escola. O que nos parece muito limitador, comprometendo a constituição de uma efetiva cultura de participação, é a perpetuação do silêncio sobre os vazios identificados na pesquisa.

Há, no conjunto das práticas analisadas, exemplos promissores que sinalizam caminhos e possibilidades. Práticas que evidenciam potencial para dar visibilidade, para trabalhar/problematizar as dimensões majoritariamente ignoradas segundo nossa análise. Exemplos promissores, práticas diferenciadas, experienciados em contextos, muitas vezes, bastante limitadores. Se há o predomínio de silenciamentos, também identificamos sinalizações de que, mesmo na adversidade, professores(as) estão avançando. Além disso, cabe um olhar compreensivo sobre os referidos silenciamentos. Conforme já referimos, esses possivelmente tenham múltiplas causas. Também, se determinadas dimensões não compareceram na escrita do artigo, não significa, necessariamente, que essas não tenham sido contempladas na prática efetivada.

Sinalizamos que, diante da pesquisa realizada e considerando os referenciais que adotamos, ainda há um caminho longo a ser percorrido na busca pela efetiva democratização no processo de tomada de decisão em temas que envolvem CT.

Também, apesar da envergadura do desafio, cabe não negligenciar que o movimento CTS tem em sua gênese essa marca: a democratização de processos decisórios.

Santos (2011) destaca que 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 na pesquisa, possamos reinventar e dar um novo fôlego ao campo CTS, particularmente na América Latina. Assim, articulando essa 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 esses silenciamentos forem verbalizados, problematizados e superados.

Referências

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

AULER, D. *Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências*. Tese de doutorado em Educação Científica e Tecnológica – 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, 2011. p. 73-98.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Educação CTS: Articulação entre Pressupostos do Educador Paulo Freire e Referenciais Ligados ao Movimento CTS. In: SEMINÁRIO IBÉRICO CTS NO ENSINO DAS CIÊNCIAS – Las Relaciones CTS en la Educación Científica, 4., 2006, Málaga. *Anais...* Málaga: Universidad de Málaga. p. 1-7, 2006.

DAGNINO, R. P. A relação universidade-empresa no Brasil e o “argumento da hélice tríplice”. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 2. n. 2, p. 267-307, 2003.

DAGNINO, R. P. As Trajetórias dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade e da Política Científica e Tecnológica na Ibero-América. *Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 1, n. 2, p. 3-36, 2008.

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, 2010. p. 293-324.

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

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

FREIRE, P. *Pedagogia da Esperança: um reencontro com a Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

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

HERRERA, A. O. *Ciencia y Política en América Latina*. 8 ed. México: siglo XXI editores, 1971.

HERRERA, A. Novo enfoque do desenvolvimento e o papel da ciência e da tecnologia. In: DAGNINO, R.; THOMAS, H. *Ciência, Tecnologia e Sociedade: uma reflexão latino-americana*. Taubaté: Cabral Editora e Livraria Universitária, 2003. p. 25-45.

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

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

MONTEIRO, R. S. *Entre Monoculturas e Ecologias*. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro – RJ, 2011.

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

NASCIMENTO, T. G.; VON LINSINGEN, I. Articulação entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de Ciências. *Convergência* (Toluca), v.13, n.42, p. 95-116, 2006.

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

ROSA, S. E. da. *Não Neutralidade da Ciência-Tecnologia: Problematizando Silenciamentos em Práticas Educativas Relacionadas à CTS*. Dissertação de mestrado em Educação - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

ROSO, C. *A Participação na Construção do Currículo: Práticas Educativas Vinculadas ao Movimento CTS*. Dissertação de mestrado em Educação - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

ROSO, C.; DALMOLIN, A. M. T.; AULER, D. Práticas Educativas Balizadas por Freire e CTS. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2012, Campinas – SP. *Anais*. Rio de Janeiro – RJ: ABRAPEC, 2011.

SÁBATO, J. A.; MACKENZIE, M. *La Producción de Tecnología: autónoma o transnacional*. Ciudad de México – MEX: Editorial Nueva Imagen, 1982.

SANTOS, R. A. *A não Neutralidade na Perspectiva Educacional Ciência-Tecnologia-Sociedade*. 2012. Dissertação de mestrado em Educação - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

SANTOS, R. A.; ROSA, S. E. A não neutralidade da ciência-tecnologia em abordagens CTS no contexto brasileiro. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2013, Águas de Lindóia – SP. *Anais*. Rio de Janeiro – RJ: ABRAPEC, 2013.

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

SANTOS, W. L. P. 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.

SEILER, A. Biotecnologia e Terceiro Mundo: interesses econômicos, opções técnicas e impacto socioeconômico. In: ARAÚJO, H. R. *Tecnociência e Cultura: ensaios sobre o tempo presente*. São Paulo: Estação Liberdade, 1998. p. 47-64.

STRIEDER, R. *Abordagem CTS e Ensino Médio: Espaços de Articulação*. Dissertação de mestrado em Ensino de Ciências - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

STRIEDER, R. *Abordagem CTS na Educação Científica no Brasil: Sentidos e Perspectivas*. Tese de doutorado em Ensino de Ciências - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

WINNER, L. *La ballena y el reactor: un búsqueda de los limites en la era de la alta tecnologia*. Barcelona: Gedisa, 1987.

VARSAVSKY, O. *Por uma Política Científica Nacional*. Rio de Janeiro – RJ: Paz e Terra, 1976.

SUIANE EWERLING DA ROSA. É licenciada em Física e Mestre em Educação pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade de Brasília (UnB), na linha de pesquisa Educação Científica e Cidadania. É professora do Centro de Ciências Exatas e das Tecnologias da Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB), campus Barreiras, e coordenadora de área do PIBID-Física.

DÉCIO AULER. É licenciado em Física (1987), mestrado em Educação (Ensino de Ciências Naturais) pela Universidade Federal de Santa Maria (1995) e doutorado em

Educação (Ensino de Ciências Naturais) pela Universidade Federal de Santa Catarina (2002). Atua no Programa de Pós-Graduação em Educação, mestrado e doutorado. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Currículos, atuando principalmente nos temas CTS, PLACTS e abordagem temática freireana.

Recebido: 06 de novembro de 2015

Revisado: 12 de setembro de 2016

Aceito: 22 de setembro de 2016