



## A PRESENÇA DA NÃO NEUTRALIDADE DA CIÊNCIA-TECNOLOGIA EM LITERATURA SOBRE A EDUCAÇÃO BÁSICA

## THE PRESENCE OF NON-NEUTRALITY OF SCIENCE-TECHNOLOGY IN LITERATURE ON BASIC EDUCATION

## LA PRESENCIA DE LA NO NEUTRALIDAD DE LA CIENCIA-TECNOLOGÍA EN LA LITERATURA DE EDUCACIÓN BÁSICA

Taís Regina Hansen\* , Daniel Marsango\*\* , Rosemar Ayres dos Santos\*\*\* 

Cómo citar este artículo: Hansen, T. R., Marsango, D. y Santos, R. A. (2021). A presença da não neutralidade da Ciência-Tecnologia em literatura sobre a Educação Básica. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(2), 238-254. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.15823>

### Resumo

A partir de meados do século XX, uma parcela da população passou a observar o desenvolvimento científico-tecnológico com um olhar mais crítico, surgindo o Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade que, ao passar dos anos, ganha força e adentra a educação. O ensino baseado nesse enfoque visa, entre outros aspectos, a formação de um cidadão crítico capaz de atuar positivamente na sociedade em que está inserido. Assim, a partir de temáticas relacionadas as vivências do estudante pretende-se que o mesmo seja capaz de perceber aspectos ligados ao desenvolvimento da Ciência-Tecnologia, bem como, sua não neutralidade, a fim de desmistificar diversas visões inadequadas referentes às mesmas. Dessa forma, investigamos como comparecem e quais encaminhamentos são dados às práticas educativas de perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade na discussão da não neutralidade da Ciência-Tecnologia. O corpus de análise foi composto por trabalhos publicadas nos anais das edições dos; Encontro Nacional de Ensino de Química, Encontro Nacional de Ensino de Biologia e Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, esse corpus foi submetido a análise textual discursiva, objetivando identificar e caracterizar a abordagem dada à dimensão da não neutralidade da Ciência-Tecnologia. Sintetizamos os resultados em: 1) Visões inadequadas sobre o desenvolvimento científico-tecnológico e a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade; 2) Não neutralidade da Ciência-Tecnologia, superação dos mitos; 3) Participação social, postura crítico-reflexiva apresentadas após a implementação das práticas. Sinalizamos que ao trabalharmos com o enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade

Recibido: 16 de enero de 2020; aprobado: 29 de octubre de 2020

\* Licenciada em Física. Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), campus Cerro Largo, Brasil. E-mail: tais.rhansen@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4818-5211>

\*\* Licenciado em Física. Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), campus Cerro Largo, Brasil. E-mail: denifenton.com@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5465-0824>

\*\*\* Doutora em Educação, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Professora do curso de Física Licenciatura e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Brasil. E-mail: roseayres07@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1068-2872>

estamos promovendo ampliação das concepções de não neutralidade da Ciência-Tecnologia, assim como, promovendo a formação de sujeitos responsáveis e habilitados em intervir positivamente no meio em que estão inseridos na sociedade.

**Palavras Chave:** Currículo. Enfoque CTS. Práticas educativas. Educação em Ciências.

### **Abstract**

From the mid-twentieth century onwards, a portion of the population began to observe scientific-technological development with a more critical view, resulting in the Science-Technology-Society Movement that, over the years, gained strength and entered on education. The teaching based on this approach aims, among other aspects, the education of a critical citizen capable of acting positively in the society in which is inserted. Thus, from themes related to the student's experiences, it is intended to be able to perceive aspects related to the development of Science-Technology, as well as its non-neutrality, to demystify several mistaken views about them. Thus, we investigate how they attend and what referrals are given to educational practices from the perspective Science-Technology-Society in the discussion of non-neutrality of Science-Technology and values present in scientific-technological development. The corpus of analysis was composed by works published in the annals of the editions of; the National Meeting of Chemistry Teaching, National Meeting of Biology Teaching, and Research Meeting in Physics Teaching, this corpus was submitted to discursive textual analysis, aiming to identify and characterize the approach given to the non-neutrality dimension of Science-Technology. We summarize the results in 1) Misconceptions about scientific-technological development and the Science-Technology-Society approach; 2) Non-neutrality of Science-Technology, overcoming myths; 3) Social participation, critical-reflexive posture presented after the implementation of the practices. We signal that by working with the Science-Technology-Society approach we are promoting the expansion of the concepts of non-neutrality of Science-Technology, as well as, promoting the education of responsible and qualified subjects to intervene positively in the environment in which they are inserted in the society.

**Keywords:** Curriculum. STS perspective. Educational Practices. Education in Science.

### **Resumen**

Desde mediados del siglo XX en adelante, una parte de la población comenzó a observar el desarrollo científico-tecnológico con un ojo más crítico, lo que resultó en el Movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad que, con los años, ganó fuerza y entró en la educación. La enseñanza basada en este enfoque tiene como objetivo, entre otros aspectos, la formación de un ciudadano crítico capaz de actuar positivamente en la sociedad en la que se inserta. Por lo tanto, a partir de temas relacionados con las experiencias del alumno, se pretende que pueda percibir aspectos relacionados

con el desarrollo de la Ciencia-Tecnología, así como su no neutralidad, para desmitificar varios puntos de vista erróneos sobre ellos. Por lo tanto, investigamos que referencias aparecen en el desarrollo de las prácticas educativas desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad, en la discusión de la no neutralidad de la Ciencia-Tecnología. El corpus de análisis fue compuesto por trabajos publicados en las memorias de las ediciones del; Encuentro Nacional de Enseñanza de la Química, Encuentro Nacional de Enseñanza de la Biología y Encuentro de Investigación en Enseñanza de la Física, este corpus fue sometido a un análisis textual discursivo, con el objetivo de identificar y caracterizar el enfoque dado a la dimensión de no neutralidad de Ciencia-Tecnología. Resumimos los resultados en: 1) Conceptos erróneos sobre el desarrollo científico-tecnológico y el enfoque de Ciencia-Tecnología-Sociedad; 2) No neutralidad de Ciencia-Tecnología, superando mitos; 3) Participación social, postura crítico-reflexiva presentada después de la implementación de las prácticas. Señalamos que al trabajar con el enfoque de Ciencia-Tecnología-Sociedad estamos promoviendo la expansión de los conceptos de no neutralidad de Ciencia-Tecnología, así como promoviendo la formación de sujetos responsables y calificados para intervenir positivamente en el entorno en el que se insertan en la sociedad.

**Palabras clave:** Currículo. Perspectiva CTS. Prácticas educativas. Educación en ciencias.

## 1. Contextualizando o Problema Investigado

Na atualidade, o desenvolvimento do bem-estar social, de uma maior qualidade de vida pode requerer outro desenvolvimento científico-tecnológico, distinto daquele demandado pelas empresas transnacionais. Tais avanços a que estamos comumente condicionados, além de supostos benefícios, muitas vezes, vem acompanhado de riscos e prejuízos ligados desde o meio ambiente, à saúde, e ao desenvolvimento socioeconômico de uma determinada região. Desse modo, nas últimas décadas, vem crescendo a necessidade de questionarmos junto à sociedade os problemas e as limitações da atividade científico-tecnológica, bem como suas repercussões na sociedade e no ambiente. Nesse sentido, surge na década de 60, do século passado, o movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), cujo foco era apontar para um caminho de participação social, visando, entre outros aspectos, um avanço científico-tecnológico mais consciente que viesse a atender

as reais demandas da sociedade.

Da mesma forma, STRIEDER (2012) aponta a crescente defesa de um modelo de decisões mais democrático referente às questões de Ciência-Tecnologia (CT), em que se exige uma maior participação dos sujeitos nas decisões. Assim, a educação assume papel de destaque para abordagem do enfoque e, conseqüentemente, a problematização do avanço CT, inserindo-a no currículo da Educação Básica e Superior, com o intuito de desenvolver valores com os estudantes. “Esses valores estão vinculados aos interesses coletivos, como os de solidariedade, de fraternidade, de consciência do compromisso social, de reciprocidade, de respeito ao próximo e de generosidade” (SANTOS, 2007 p.114). Todavia, o que se percebe em nosso contexto educacional, em consonância com o autor, é que muitas práticas são ditas como CTS quando na verdade são apenas mencionadas as relações CTS de forma pontual sem haver o desenvolvimento dos objetivos citados anteriormente.

Diante de tais aspectos, que revelam a importância de uma educação embasada no enfoque CTS e os decorrentes equívocos relativo às mesmas, consideramos que investigar as práticas educativas deste viés se tornam essenciais. Dessa maneira, apresentamos nosso problema de pesquisa: Como comparecem e quais os encaminhamentos dados às práticas educativas de perspectiva CTS na discussão da não neutralidade da CT? Objetivamos identificar e caracterizar a abordagem dada, à dimensão da não neutralidade da CT, nas configurações curriculares, nas práticas educativas das investigações publicadas nos anais das edições do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), do Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBIO) e do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF).

## 2. Marco Teórico

AULER (2002) apresenta três mitos da Ciência como pilares chave para sustentação do ideal neutro da mesma que, ignorando a presença de valores, fragiliza a participação social. Conforme representado na (Figura 1), no qual entende-se, ingenuamente, que mais desenvolvimento científico (DC) ocasiona o desenvolvimento tecnológico (DT), gerando o desenvolvimento econômico (DE) e, desta forma,

ocasionando um desenvolvimento social, vinculado ao bem-estar (DS).

No primeiro mito, superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, o autor salienta que o expert, geralmente o especialista ou técnico, poderiam resolver os problemas sociais de maneira eficiente e ideologicamente neutros, para cada problema existe uma solução. Ou seja,

não deixa espaço para a democracia nas decisões que afetam a tecnologia, considerando que essa está presa a uma visão de progresso, de resolução de problemas que exclui ambiguidades. A intolerância frente a ambiguidades inviabiliza o debate sobre o futuro: só há uma forma de avançar e o especialista, melhor do que ninguém, pode comandar o processo. A participação pública na escolha entre enfrentamentos possíveis a uma determinada situação, introduz, segundo a perspectiva tecnocrática, um elemento de incerteza, inaceitável nessa visão (AULER, 2002, p. 103).

E, como consequência a participação social acaba sendo vetada e a CT é valorizada como instância absoluta. Absolutismo esse encontrado em THUILLIER (1989), ao destacar 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

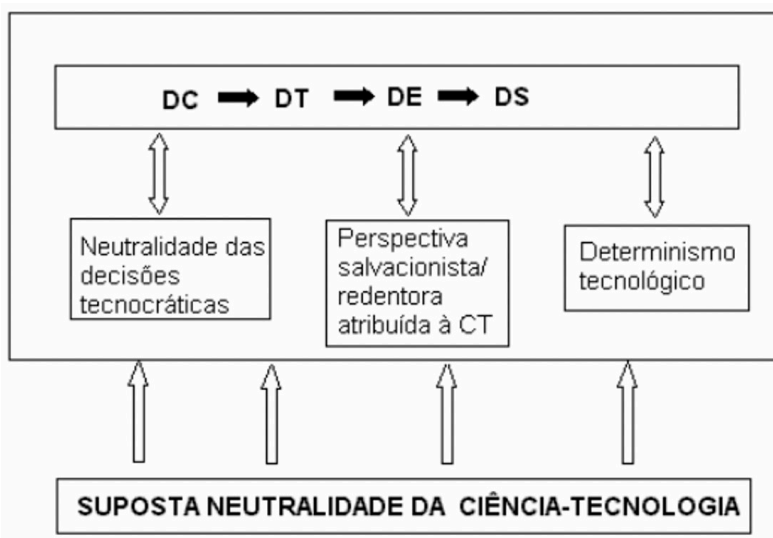


Figura 1. Esquema representando os mitos que sustentam a suposta neutralidade da CT

Fonte. AULER; Delizoicov, 2006.

que é mau o sistema que lhes dá esse poder (p. 22). Poder esse que traz consigo outro mito: A perspectiva salvacionista da Ciência-Tecnologia, defendendo a ideia de que os problemas atuais e futuros, serão automaticamente resolvidos com o desenvolvimento e avanço maior da CT construindo, dessa forma, o ideal de que a solução situa-se, apenas, em mais Ciência, em mais Tecnologia.

Esse mito salienta que o modelo atual de CT leva a um modelo linear de progresso em que o bem-estar social vem acompanhado do desenvolvimento científico-tecnológico. Porém, é possível avaliar que tal avanço nem sempre garante uma melhor qualidade de vida. Como no caso da revolução da microeletrônica que leva consigo diversificadas e significativas mudanças no modelo empregatício, pois, eleva parte dos atuais níveis de desemprego e sua solução não está diretamente associada à própria evolução e/ou mais investimento em CT, visto que, para aumentar a produtividade e ampliar o desenvolvimento científico-tecnológico, menos postos de trabalhos são formados. Assim, como consequência tal modelo leva à criação de mais riqueza, mas minimiza o trabalho manual, trazendo o chamado crescimento sem emprego (ALBAN, 1999 AULER, 2002).

Outro exemplo é do investimento nos alimentos geneticamente modificados, estimados para serem responsáveis por erradicar a fome no mundo, que mesmo elevando as taxas de produção, em sua maioria de monoculturas, não resolve o problema, tendo em vista que a questão da fome está ligada a problemas de distribuição de renda e não a falta de alimentos. A CT que, ideologicamente, conduziria linearmente ao bem-estar social é utilizada, muitas vezes, como ferramenta de exploração econômica e agregação de valores materialistas.

Já, o terceiro mito, o Determinismo Tecnológico, é apresentado e defendido por dois ideais: A mudança tecnológica é a causa da mudança social e a tecnologia é autônoma e independente das influências sociais (AULER, DELIZOICOV, 2001). Essa visão implica que as tecnologias sejam dotadas como autônomas e estejam fora do alcance da sociedade,

operando de forma independente, autocontrolável e autoexpansível, estando fora do controle humano, sempre automodificando-se e moldando a sociedade o qual, embasado num processo mecânico, aponta que a tecnologia deve ser o motivo das grandes revoluções e sem ela não é possível haver progresso histórico. Todavia, ignora o ideal que os artefatos científico-tecnológicos são frutos das alterações sociais de uma sociedade, exclui os impactos dessa CT e veta a participação social na decisão da agenda de pesquisa em CT (CORRÊA, 2013).

Além disso, para LACEY (2003), a tradição da ciência moderna levou as pessoas a considerarem que esta é “livre de valores”. Para o autor, alavancar a participação social requer a superação dessa compreensão.

Diante desse contexto, o Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) tem em um de seus pilares, a exigência de uma participação da sociedade nos processos decisórios relacionados à tríade CTS. Tal aspecto só se tornará viável a partir da “preparação de cidadãos para o controle social da ciência e da tecnologia” implicando “que haja uma educação de valores éticos para o compromisso com a sociedade” (SANTOS, MORTIMER, 2001 p. 102). Nessa perspectiva, o enfoque CTS adentra as escolas buscando “promover o letramento em ciência e tecnologia, de maneira que se capacite o cidadão a participar no processo democrático de tomada de decisões e se promova a ação cidadã encaminhada à solução de problemas relacionados à tecnologia” (WALKS, 1990 p. 43).

A partir do letramento científico-tecnológico os estudantes serão capazes de perceber as interações e influências mútuas entre Ciência-Tecnologia-Sociedade e desta forma, “abre-se a possibilidade de potencializar mecanismos ampliados de participação em processos decisórios” (ROSA, AULER, 2016 p. 216). Nesse contexto,

o ensino-aprendizagem passará a ser entendido como a possibilidade de despertar no aluno a curiosidade, o espírito investigador, questionador e transformador da realidade. Emerge daí a necessidade de buscar elementos para a resolução de problemas que fazem parte do

cotidiano do aluno, ampliando-se esse conhecimento para utilizá-lo nas soluções dos problemas coletivos de sua comunidade e sociedade (PINHEIRO, SILVEIRA, BAZZO, 2007 p.77)

Ainda, segundo os autores, a “educação deverá contribuir para a autoformação do estudante, estimulando-o a assumir a condição humana, incentivando-o a viver de forma a se tornar um cidadão” (PINHEIRO, SILVEIRA, BAZZO, 2007 p.79).

### 3. Direcionamentos Teórico-Metodológicos

Consiste em uma investigação qualitativa, de cunho documental (GIL, 2008), versa em um dos resultados de uma pesquisa mais ampla. Para a realização da mesma, o corpus de análise estruturou-se pelos artigos presentes nos anais das 5 edições do ENEQ (2006-2016), 5 edições do ENEBIO (2005-2014) e 17 edições EPEF (1986-2018). Optamos por essas fontes devido a sua representatividade a nível nacional, considerando que são os principais eventos de divulgação científica dentro de sua área, representando assim, a Educação em Ciências.

A seleção do corpus seguiu duas etapas distintas. Na primeira, como critério de seleção, buscamos artigos que contassem no título, resumo e/ou palavras-chave, os descritores Ciência-Tecnologia-Sociedade, Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente e/ou as siglas CTS, CTSA. Nessa etapa encontramos

sessenta e oito (68) trabalhos no EPEF, oitenta (80) no ENEQ e vinte dois (22) no ENEBIO, totalizando cento e setenta (170) artigos.

Já, em uma segunda etapa, objetivando contemplar nosso objeto de pesquisa, desses, selecionamos apenas os artigos que discutiam práticas educativas implementadas na educação básica, resultando em um número de vinte e dois (22) artigos no EPEF, nove (9) no ENEBIO e trinta e sete (37) no ENEQ. Os artigos foram identificados como A1 a A68<sup>1</sup>.

Com o corpus estruturado, iniciamos as análises, guiados metodologicamente pela Análise Textual Discursiva (ATD) (MORAES, GALIAZZI, 2007)

[...] caracterizada como exercício de produção de metatextos, a partir de um conjunto de textos. Nesse processo constroem-se estruturas de categorias, que ao serem transformadas em textos, encaminham descrições e interpretações capazes de apresentarem novos modos de compreender os fenômenos investigados (MORAES, GALIAZZI, 2007 p. 89).

Assim, a ATD é dividida em três etapas, as quais

1 Os artigos citados nesse trabalho foram: A1 (NASCIMENTO et al., 2010); A6 (PANSERA, NETTO, 2016); A10 (CAMPOS, SATO 2016); A15 (FRANÇA et al., 2016); A19 (PAIVA, ARAÚJO, 2016); A23 (BRAGA; SENRA, 2010); A25 (NETO, BARRETO, 2012); A28 (BARCELLOS, COELHO, 2018); A34 (VECCHIO, 2014); A36 (BORGES et al., 2010); A39 (LINHARES, 2014); A42 (COSTA et al., 2016); A43 (SIMAS et al., 2014); A48 (MATHIAS, AMARAL, 2010); A51 (BUFFOLO; RODRIGUES, 2010); A54 (RODRIGUES, 2016); A58 (NASCIMENTO, PIUZANA, SILVA, 2016); A63 (PAULO et al., 2016); A67 (ENGELMANN, LEITE, 2016).

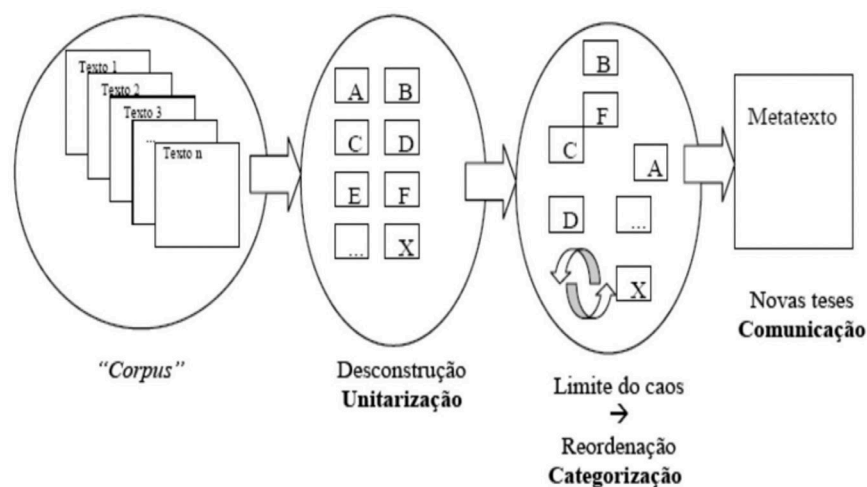


Figura 2. Processos da ATD. Fonte. TORRES et al., 2008.

se caracterizam como os elementos principais da análise, sendo representadas na figura abaixo.

A unitarização consiste na primeira etapa, momento em que ocorre uma desmontagem de textos, elementos significativos e tabelas pela qual são destacados os elementos constituintes, “significa colocar o foco nos detalhes e nas partes componentes dos textos, um processo de decomposição que toda análise requer” (MORAES, GALIAZZI 2007 p. 18). Nesta etapa, é fundamental que os objetivos e o problema de pesquisa estejam bem estruturados, uma vez que, servem como guia e precursor no decorrer do processo. A partir dessa etapa surgem as unidades de análise ou, também chamadas, unidades de sentido, as quais devem ser devidamente nomeadas a fim de identificar, ao final da análise, de qual texto fazem parte. Nesta etapa, portanto, chegamos a um valor de setenta e cinco (75) núcleos de sentido do EPEF, dezenove (19) do ENEBIO e cento e seis (106) do ENEQ, totalizando duzentos (200) unidades de sentido. Essas unidades de sentido são exemplificadas pelos excertos extraídos do corpus de análise e utilizados na discussão das categorias.

Após esse processo inicial de unitarização, prosseguimos para o de categorização, o qual MORAES, GALIAZZI (2007 p. 75) salientam corresponder “a simplificações, reduções e sínteses de informações de pesquisa, concretizados por comparação e diferenciação de elementos unitários, resultando em formação de conjunto de elementos que possuem algo em comum”, de modo geral, tal processo compõem o aspecto central da análise qualitativa. Assim, podemos definir a etapa da categorização como sendo um processo de comparação entre as unidades de sentido construídas anteriormente, realizando o agrupamento, nas chamadas categorias, dos elementos semelhantes. As categorias, por sua vez, devem ser nomeadas no decorrer de sua construção a fim de atribuir um significado a cada uma delas, visto que “a partir delas que se produzirão as descrições e interpretações que comporão o exercício de expressar as novas compreensões possibilitadas pela análise” (MORAES, 2003 p. 197).

A comunicação e validação corresponde ao último

processo da análise ATD. Resulta de uma análise das teorias emergentes estruturadas e apresentadas pelas categorias, na qual o pesquisador faz descrições e interpretações durante o processo de análise e expõe seus resultados em um metatexto com suas ideias e teorias frente ao fenômeno investigado. Esse processo é uma nova combinação dos elementos construídos ao longo dos passos anteriores, sustentado pelo referencial teórico adotado em um texto que deve possuir “uma introdução e um fechamento de qualidade. A introdução vista como “dizer o que vem depois” e o fechamento, entendido como “dizer o que veio antes” são elementos essenciais para a construção de textos claros e de fácil leitura” (MORAES, 2003 p. 203). Desta forma, chegamos a três categorias: 1) Visões inadequadas sobre o desenvolvimento científico-tecnológico e da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade; 2) Não neutralidade da Ciência-Tecnologia, superação dos mitos; e 3) Participação social, postura crítico-reflexiva apresentadas após a implementação das práticas. Tais categorias são discutidas a seguir.

#### 4. Evidências e Sinalizações da Análise

As práticas educativas analisadas trabalhavam com uma grande variedade de temáticas. Na área da Física podemos destacar: Energia: formas, transformação e conservação; Radiação Ultravioleta-Corpo Humano; Indução Eletromagnética; Hidrostática; Trânsito e Mobilidade Urbana; Automóveis e os Motores a Combustão; Física Nuclear; Ligações Elétricas Irregulares; e Efeito Fotoelétrico.

Na da Química: Pilhas e baterias; Indústria e Meio Ambiente; Agricultura e a Química dos Fertilizantes; Petróleo; Química Forense; Chuva Ácida; Química do Lixo; Químico Social; Alimentos e Aditivos; Qualidade da Água; Combustíveis e seus Impactos Ambientais; Qualidade do Leite; Drogas; Efeito Estufa; Produção de Sabão a partir de Óleo de Cozinha Descartado; Radioatividade; Materiais da Construção Civil; Fosfoetanolamina; entre outros. Na Biologia: Citologia; Energia; Educação Ambiental; Genética; Alimentos Transgênicos; Telefonia Móvel; etc.

Assim, em concordância com SANTOS, MORTIMER (2001 p. 107), destacamos que

A adoção de temas envolvendo questões sociais relativas à C&T, que estejam diretamente vinculadas aos alunos, nos parece ser de primordial importância para auxiliar na formação de atitudes e valores. Para isso, parece ser essencial o desenvolvimento de atividades de ensino em que os alunos possam discutir diferentes pontos de vista sobre problemas reais, na busca da construção coletiva de possíveis alternativas de solução. Embora em muitas práticas ainda encontramos alguns possíveis equívocos referentes ao enfoque CTS, podemos perceber a importância das mesmas na tentativa de superação da neutralidade da CT, pois, apresentaram resultados positivos, contribuindo para a formação de cidadãos conscientes/sensibilizados e participativos. Além disso, podemos salientar a relevância de tais práticas para a motivação dos estudantes, visto que, tratam-se de práticas que abandonaram o denominado método tradicional de ensino, focando em estratégias didáticas diferenciadas como experimentação, jogos didáticos, palestras, visitas de campo, vídeos, entre outros, capazes de despertar o interesse, a curiosidade dos estudantes possibilitando aumentar, assim, o nível de qualidade do processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, destacamos que “o ensino que se pretende é aquele que propicie condições para o desenvolvimento de habilidades, o que não se dá simplesmente por meio do conhecimento, mas de estratégias de ensino muito bem estruturadas e organizadas.” (PINHEIRO, SILVEIRA, BAZZO, 2007 p. 80). Nessa perspectiva, discutimos as categorias obtidas da análise do corpus.

#### *4.1. Visões inadequadas sobre do desenvolvimento científico-tecnológico e da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade*

Nesta categoria encontramos um total de trinta e quatro (34) núcleos de sentido, os quais relatam alguns dos equívocos apresentados durante a implementação das práticas, seja pelos estudantes ou pelos próprios professores, sobre a abordagem com enfoque CTS. A inclusão da mesma, no campo educacional, ocorre desde a década de 70, estando

presente nas recomendações curriculares como, por exemplo, os Parâmetros Curriculares Nacionais e mais recentemente a Base Nacional Comum Curricular. Todavia, ainda são muitos os professores que possuem uma visão distorcida do objetivo dessa abordagem, acreditando que

o modelo CTS de ensino visa, através dos conteúdos da sala de aula, inserir o aluno no mundo da tecnologia. Porém isto deve ser feito de forma consciente, de modo que tanta tecnologia e avanço científico não se voltem contra a sociedade na forma de impactos ambientais (A1<sup>2</sup>, p. 2).

Essa e outras concepções apresentam equívocos sobre o enfoque CTS. Podemos ressaltar que os estudantes, assim como professores, ainda possuem uma visão de linearidade entre o desenvolvimento da CT e mais qualidade de vida, acreditando que as decisões tomadas pelos especialistas quanto a sua expansão, tal como os artefatos científico-tecnológicos, não trazem implicações para o contexto em que estão inseridos. A própria visão de CT é equivocada, muitos acreditam que é ela a única responsável pelos avanços tecnocientíficos, medicinais e industriais trazendo uma série de vantagens à sociedade. Fato esse encontrado no artigo que relata uma prática realizada no 2º ano do Ensino Médio de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, por meio da qual se buscou a partir da temática energia verificar qual era o entendimento da turma de 22 estudantes acerca da tríade CTS, mediante discussões realizadas em 15 encontros utilizando-se de textos, vídeos, entrevistas e atividades de pesquisa, em que um estudante salienta que a

Ciência estuda tudo, tudo o que imaginamos tem algo a ver com a ciência, pode ser fatos mais pessoais, coisas tecnológicas e também desenvolve o conhecimento e o descobrimento. A ciência também é usada para descobrir coisas novas para o benefício das pessoas (A6, p. 4).

Ademais, considerando a visão reducionista e técnica, ainda A6 (p. 5), apresentam que os estudantes

2 Os núcleos de sentido estão identificados por A e o número correspondente ao artigo, objetivando a melhor diferenciação entre os trabalhos pertencentes ao corpus de análise e do referencial teórico utilizado



compreendem uma relação entre CT, mas, descartam o papel de ambas sobre sociedade e a maneira como esta é responsável pela evolução das mesmas, apenas compreendendo que existe “Uma ajuda mútua, pois a tecnologia ajuda a ciência a evoluir, e a ciência ajuda a tecnologia a evoluir. (Estudante A)”. Além disso, os próprios professores formadores deixam de destacar desde a definição da agenda de pesquisa até as implicações/impactos da relação CT, apenas destacando sua importância, como no discurso encontrado pelos autores de A15 (p. 7) ao relatarem que “a experiência permitiu aos estudantes, compreender a importância que a ciência tem na tecnologia e na sociedade”. Essas abordagens limitam-se na contextualização e não na problematização da CT e dos ideais da educação CTS. Nesse âmbito, Santos (2007) refere que muitos professores consideram “o princípio da contextualização como sinônimo de abordagem de situações do cotidiano, no sentido de descrever, nominalmente, o fenômeno com a linguagem científica. Essa abordagem é desenvolvida, em geral, sem explorar as dimensões sociais nas quais os fenômenos estão inseridos” (p. s/n).

Ainda sobre abordagem temática CTS, muitos professores não a compreendem, utilizando como um modelo conteudista conforme relatado na prática de A25 (p. 8) ao enfatizarem que “Os alunos receberam exemplos e treinaram por si próprios a resolução de problemas referentes aos conteúdos sobre energia, os quais em grande parte foram oriundos de exames vestibulares e do próprio Enem.”. Desta forma, percebe-se que a abordagem da temática energia, que para o enfoque CTS é unificadora, acaba sendo pouco explorada e recai no modelo tradicional, em que o ensino de ciências é trabalhado de forma descontextualizada da sociedade e de forma propedêutica, os estudantes não percebem a relação dos estudos na disciplina de ciências e seu mundo vivido, entendendo, que tal estudo, se resume a memorização, classificação e resolução de problemas (Santos, 2007).

Outra visão equivocada apresentada pelos estudantes, se refere a compreensão de que os avanços

científico-tecnológicos só trarão benefícios ou malefícios de acordo com o bom ou mau uso atribuído a eles. Conforme destacado em “o objetivo é não somente levar tecnologia e avanços científicos aos alunos, mas também conscientizá-los de que se estes não forem manipulados da maneira correta todo este conhecimento trará sérias consequências em um futuro não muito distante” (A1, p. 2).

Acreditamos, portanto, que as atividades de caráter CTS podem se apresentar como oportunidades nas quais os alunos são conduzidos a refletirem sobre as implicações das questões ambientais na sociedade, vinculadas ao seu aspecto tecnológico e científico, sobretudo com relação ao uso consciente das tecnologias na busca da sustentabilidade [grifo nosso] (A58, p. s/n). Nesse viés, BAZZO (1998) ressalta que “As pessoas precisam ter acesso à ciência e à tecnologia, não somente no sentido de entender e utilizar os artefatos e mentefatos como produtos ou conhecimentos, mas, também, opinar sobre o uso desses produtos, percebendo que não são neutros, nem definitivos, quem dirá absolutos” (p.114). Complementando, ROSA, AULER (2016, p. 222), destacam que a

[...] 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 produto.

Em A23 (p. 222) buscaram diagnosticar o conhecimento dos estudantes sobre os temas como aquecimento global, efeito estufa, energia limpa, funcionamento de um aquecedor solar e as implicações das novas tecnologias na sociedade, observamos a fala de um que atribui um viés salvacionista ao desenvolvimento da CT: “Se as novas tecnologias seguirem um padrão ecologicamente correto, ou serem produzidas diretamente com esse fundamento “salvar o planeta”, pode sim salvá-lo.” Assim, percebemos que as práticas ainda devem ser repensadas no sentido de não permitir aos estudantes a permanência de tais concepções que levam a crer que o presente é melhor que o passado e que haverá um

futuro ainda melhor graças, apenas, aos avanços científico-tecnológicos (AULER, 2002).

Entendemos que tais visões equivocadas contribuem para a manutenção dos mitos, além de reforçar os ideais reducionistas. Com isso compromete-se uma maior participação social tanto no direcionamento dado ao desenvolvimento científico-tecnológico, quanto na busca de uma apropriação mais justa de seus resultados. Portanto, a saída seria acreditar que a ela é única, privilegiada, desprovida de valores e de atividades neutras, sendo a única responsável pela melhoria das condições socioambientais. Dessa forma, acreditamos que para problematizar tais visões inadequadas é necessário que o viés CTS seja engajado e esteja presente, também, nas configurações curriculares dos cursos de formação de professores, para buscar caminhos para superação de tais mitos e desconstruir a dicotomia que a CT é absoluta (AULER, 2002; ROSA, 2000, SANTOS, AULER 2019).

#### 4.2. Não neutralidade da Ciência e Tecnologia, superação dos mitos

Nessa categoria, enquadram-se oitenta e seis (86)<sup>3</sup> núcleos de sentidos, dos quais destacamos as práticas que apresentam conservação e/ou ruptura da não neutralidade e dos *mitos* propostos por AULER (2002). A conservação desses ideais é explicada por A48 (p. s/n), os autores ressaltam que “Atualmente estamos percebendo que os alunos, em sua grande maioria, não conseguem reconhecer que há uma relação entre o conhecimento científico que aprendem na escola e o seu cotidiano”. Ainda destacam a importância do enfoque CTS para tal ruptura, segundo eles, “[...] a medida que as relações CTS se estabelecem, essa barreira começa a ser transposta, pois o conteúdo da disciplina passa a ter significado real quando é apresentado sob a perspectiva de sua aplicação nos fenômenos sociais e ambientais” (p. s/n).

Confirmando que as práticas que são desenvolvidas pelo viés do enfoque CTS ampliam as possibilidades

de superação da não neutralidade, já, A19 (p. 4) ao abordar o tema “Trânsito e Mobilidade Urbana”, considerando suas relações com aspectos sociais, políticos, econômicos, éticos, de valores e atitudes para desenvolver os conteúdos de Física no 1º ano do Ensino Médio Tecnológico, evidenciam que:

As atividades possibilitam apresentar aos alunos aspectos diferentes relacionados ao tema do transporte urbano, trazendo para o contexto educacional faces ainda não abordadas como: custos indiretos do trânsito, impacto sobre o sistema de saúde público e sobre a qualidade de vida da população, importância das decisões políticas e necessidade de participação nessas decisões.

Todavia, o ideal neutro da CT ainda é perceptível nos estudantes, estando, geralmente, associadas a temas contemporâneos, ao exemplo da radioatividade, descrito por A42 (p. s/n.), relatando que “[...] uma questão levantada durante as discussões, na aula, foi a responsabilidade quanto ao uso da radioatividade. Surpreendentemente, somente três alunos acreditam ser da sociedade, o restante afirmou ser de políticos, empresários e cientistas.” Nesse sentido, é importante problematizar com os estudantes que [...] somos atores sociais. Uns diretamente afetados pelas possíveis consequências da implantação de determinada tecnologia e que não podem evitar seu impacto; outros, os próprios consumidores de produtos tecnológicos, coletivo que pode protestar pela regulação e pelo uso das tecnologias; outros mais, público interessado, pessoas conscientes que vêm nas tecnologias um ataque a seus princípios ideológicos, como os ecologistas e várias ONGs; e, também, estudiosos de vários segmentos com condições de avaliar os riscos da área de conhecimento que dominam. Em suma, podemos ser capazes de avaliar e tomar decisões (PINHEIRO, SILVEIRA, BAZZO, 2007 pp. 72-73) Concepção essa, alcançada por um estudante após a, anteriormente referida, prática sobre o tema “Trânsito e Mobilidade Urbana” em que os autores enfatizam merecer desta que

a visão mais crítica do aluno quanto às políticas governamentais e de empresas sobre o desenvolvimento social e econômico, desmitificando concepções ingênuas

<sup>3</sup> Sendo que deste total, quatorze (14) núcleos de sentido pertencem também à categoria 3.

acerca da neutralidade da C&T e do importante papel que cabe a cada um desenvolver em meio à sociedade visando alcançar uma melhor qualidade de vida [grifo nosso] (A19, p. 7).

Com relação aos mitos, podemos destacar que grande parte das práticas colaborou para a superação dos mesmos. Conforme podemos perceber no relato de A19, citado anteriormente, em que descrevem “uma clara mudança de percepção quanto à C&T ser uma solução para todos os problemas dos seres humanos, (...) os alunos diminuíram, em sua visão, o poder mítico e de superioridade atribuído para as atividades científicas e tecnológicas” (p. 5).

No que se refere a superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, em que “Tudo se passa como se para cada problema existente houvesse uma única solução ótima, encontrada, pelos especialistas, de um modo eficiente e ideologicamente neutro” (ROSA, AULER, 2016 p. 218). Muitos trabalhos foram capazes de romper com tal ideologia, contribuindo assim para o viés de participação social. Sendo assim, destacamos sinalizações de superação encontradas no trabalho de A25, no qual salientam que, “Com nossas discussões foi possível desmistificar a ideia de que o cientista é um ser acima de qualquer suspeita [...]” (p. 7), pela qual possibilitaram os estudantes entender que nem toda decisão são neutras e levam ao progresso. Além disso, os autores A23 embasados em PRAIA, GIL PÉREZ, VILCHES (2007), compreendem que não é necessário ser um especialista, mas devemos ser sujeitos capazes de avaliar, refletir e julgar sobre os riscos e problemas do conhecimento aplicado à ciência e tecnologia.

Sobre a *perspectiva salvacionista*, ainda no trabalho de A23, ficou nítida a derrubada do ideal de que o crescimento da CT leva necessariamente a um maior bem-estar social, uma vez que, os autores enfatizam: “A ciência e a tecnologia podem solucionar problemas e beneficiar muito a sociedade, mas é ingênuo pensar que + ciência = + tecnologia = + bem-estar social” (p. 4). Ainda no relato dos autores, outra sinalização de superação de tal mito é descrita:

A sociedade está cada vez mais repleta de artefatos

tecnológicos, sendo nossos hábitos, costumes, necessidades e profissões, influenciados diretamente por avanços científicos e tecnológicos. Estes avanços podem trazer benefícios, mas também problemas, como na implantação de tecnologias que prejudicam o meio ambiente, no desenvolvimento de hábitos consumistas ou de armas, na consolidação dos conceitos de desenvolvimento humano e social baseados unicamente nos avanços tecnológicos, e na falsa crença de que a Ciência e a Tecnologia (C&T) são a solução para todos os problemas (A23, p. 4)

Entendemos que os autores, destacam as graves consequências que o progresso científico-tecnológico e o avanço desenfreado da CT sem participação social, dotada de valores técnicos, políticos e econômicos, ou, sem qualquer avaliação de impactos na pré-produção, sendo assim de cunho irreversível, o que podem gerar. Outra noção importante, de que nem todo progresso da CT possui implicações diretas com o bem-estar social, é descrita por A67 ao trabalharem com os conteúdos de elementos químicos e tabela periódica através de uma abordagem CTS, no qual um estudante afirma que, “Os produtos de beleza que são fabricados pelos cientistas, muitos tem lados positivos e negativos. Alguns geram doenças e outros fazem bem” (p. s/n). De tal modo, outro estudante apresenta um distinto e importante ideal que é esquecido em nossa CT absolutista, a nossa sociedade, conforme descreve: “Ciência ajuda muito no entendimento de algumas situações do dia-a-dia e percebi que a Física não resolve tudo, nem a ciência, nem a tecnologia. Para um mundo melhor esse conhecimento deve ser usado para auxílio das pessoas” (A19, p. 5).

Por fim, o último *mito*, *Determinismo Tecnológico*, confirmada na fala de um professor ao ressaltar, “Os alunos se envolveram bastante com o tema ao longo do jogo e relacionaram a ciência ora com suas aplicações tecnológicas, ora com os fatos cotidianos e em alguns momentos com ambos, destacando suas implicações sociais, éticas e ambientais.” (A48, p. s/n). Tal conclusão permite compreender que a tecnologia não é autônoma e que suas aplicações levam a implicações, e, não ao progresso

como apresentado em tal *mito*, em que a ciência é auto expansível e auto controlável e que o progresso somente acontece se CT se desenvolverem. Essa superação é encontrada no discurso de uma estudante em A39, em que afirma

Entre todas as atividades que foram realizadas compreendi como a ciência é importante e influencia muito em nossa sociedade, porém observamos também vários aspectos negativos, como uma certa 'dependência', pois não dependemos apenas da ciência para compreender fatos ou até a própria 'vida' (Aluno12) (p. 5). Dessa forma, fica perceptível que a abordagem com enfoque CTS ao trabalhar a superação dos mitos e da não neutralidade da CT permite formar criticamente os estudantes, os possibilitando assim, a participar das decisões e a opinar em temas científicos, sem deixar unicamente para os especialistas, sendo sujeitos capazes de ler as informações por meio dos meios de comunicação que utilizam (DAGNINO, 2014).

#### 4.3 Participação social, postura crítica e reflexiva apresentadas após a implementação das práticas

Dentre os objetivos do ensino com enfoque CTS podemos destacar: a promoção do interesse nos estudantes com relação à ciência e aspectos tecnossociais, discussão de implicações sociais e éticas relacionadas com o uso da CT, formação de cidadãos alfabetizados técnico-cientificamente, capazes de atuar na sociedade, desenvolvimento do pensamento crítico e independência intelectual (AIKENHEAD, 1987; YAGER, TAMIR, 1993; WAKS, 1994; ACEVEDO DÍAZ, 1995; CAAMAÑO, 1995). Além destes objetivos, definidos inicialmente por pesquisadores do Hemisfério Norte, podemos acrescentar objetivos mais amplos de participação social defendidos por pesquisadores latino-americanos, tendo em vista que, para aqueles, a participação social limitava-se ao contexto de pós-produção, pós-definição da agenda de pesquisa e pós-consumo, consistindo apenas na avaliação dos impactos positivos e negativos da CT (SANTOS, AULER, 2019; ROSA, AULER, 2016).

Elencamos aqui as sinalizações de que os estudantes

expandiram uma postura crítico-reflexiva no que se refere aos encaminhamentos dados ao desenvolvimento da CT, como se as práticas foram capazes de problematizar quanto à importância da participação social em tais decisões. Ao todo chegamos ao número de oitenta e quatro (84) núcleos de sentido.

Conforme discutem SANTOS, MORTIMER (2001),

As decisões sobre C&T estão, normalmente, sob a responsabilidade de tecnocratas que detêm conhecimentos específicos e dados não acessíveis aos cidadãos. Em geral, eles trabalham a serviço de grandes grupos econômicos e podem omitir informações relevantes que seriam de interesse da população em geral. Esse sistema precisa ser questionado e uma nova forma de controle pela sociedade precisa ser estabelecida, de modo a serem criados mecanismos em que grupos de ativistas possam cada vez mais ter acesso às informações relevantes sobre as conseqüências do desenvolvimento tecnológico (p. 102)

Desta forma, destacamos a importância de intervenção como a de A28, desenvolvida com estudantes dos anos iniciais do ensino fundamental, abordando a temática Radiação Ultravioleta-Corpo Humano, realizada devido o elevado índice de câncer de pele na região em que a prática foi desenvolvida, na qual os autores salientam buscar “um currículo de ciências que promova uma educação mais consciente, permitindo que os cidadãos se posicionem crítica e reflexivamente perante as questões atreladas ao desenvolvimento da ciência e tecnologia, bem como seus desdobramentos para a sociedade” (p. 3).

Assim como a prática desenvolvida por A19 (p. 3) que investigou

como o uso do enfoque CTS pode auxiliar na promoção de uma formação cidadã do indivíduo, estimulando sua participação no meio social como agente de mudança. Com isso, pretende-se capacitar o aluno para que atue em meio a uma estrutura produtiva dinâmica, participando do processo de evolução tecnológica e realizando interações sociais de maneira crítica, ética e em sintonia com a sustentabilidade ambiental.

Tais práticas são de fundamental importância, uma vez que, é “a partir da discussão de temas reais e da tentativa de delinear soluções para os mesmos

que os alunos se envolvem de forma significativa e assumem um compromisso social. Isso melhora a compreensão dos aspectos políticos, econômicos, sociais e éticos.” (SANTOS; MORTIMER, 2001 p. 103). Conforme percebemos pela fala do estudante ao destacar que “Ao discutir com meus amigos o que iríamos apresentar no seminário, pude perceber que minhas atitudes colaboram para a degradação do meio ambiente.” (A34, p. s/n). Demonstrando assim, o quanto tais práticas contribuem para a reflexão frente às problemáticas sociais e ambientais as quais estamos condicionados e podem auxiliar a superar o ideal neutro da CT.

A participação social, também, é outro eixo que pode ser ampliado pela educação, nesse sentido, as autoras STRIEDER, KAWAMURA (2014) descrevem 5 níveis de compreensão ao tratar da participação social no ambiente escolar. No primeiro, busca pelo reconhecimento da presença da CT na sociedade; visa-se uma aproximação da sociedade e a CT, ressaltando que toda decisão, produtos e problemas oriundos do desenvolvimento da ciência ou dos aparatos tecnológicos, sejam notificados para a sociedade, sem a necessidade de a mesma avaliar os riscos, benefícios ou verificar as transformações socioambientais. Em consonância, os autores A10 ressaltam que “Apesar de todos os benefícios que a ciência nos traz muitas vezes ela acaba não compartilhando com a sociedade as novas descobertas e conhecimentos” (p. s/n).

No segundo, *avaliação de pontos positivos e negativos associados ao uso de determinado resultado/produto da CT*, “a participação da sociedade se dá no âmbito da avaliação de aspectos positivos e negativos associados ao uso de determinado resultado e/ou produto da CT.” (Strieder, Kawamura, 2014 p. 106). Assim sendo, as autoras entendem que além das discussões de determinado *benefício* ou *malefício* de tal tecnologia, é necessário discutir os aspectos favoráveis a tal uso, como exemplo, da radioatividade ou a própria utilização dos transgênicos que são destinados para diferentes fins. Essa análise dos impactos é perceptível na fala de um estudante ao equiparar a agricultura orgânica com

a tradicional, sugerindo aspectos favoráveis para adoção da agricultura orgânica e sustentável:

A agricultura orgânica, apesar de acarretar custos altos, tem dezenas de benefícios, como a preservação maior do solo, melhor sabor do produto, além de menor risco ao produtor, que se vê obrigado a expor sua vida com venenos – na agricultura tradicional. Vamos ter benefícios dos dois lados, agricultor e consumidor (A51, p. s/n)

No terceiro nível, discussão de problemas, impactos e transformações sociais da CT,

há um reconhecimento de que a comunidade científica não é a única, nem a mais importante, esfera envolvida na construção da ciência. As críticas, portanto, estão relacionadas ao fato da ciência contribuir para a dominação de determinadas minorias sociais, sustentar complexos industriais militares/bélicos e de tornar-se responsável pela degradação ecológica do planeta (STRIEDER, KAWAMURA, 2014 p. 107)

Parte-se, portanto, da ideia da avaliação como um todo, contudo pode ser compreendido como uma fase de análise pós-produção. Porém, tal análise ainda é um modelo paliativo e o centro da questão fica intocável (processos decisórios), mesmo assim, o enfoque CTS vem contribuindo para a avaliação como um todo a partir de temas locais. Fato este, perceptível nas práticas de A63 e A54, onde os estudantes acreditam que:

O aproveitamento do óleo de cozinha, com o aproveitamento do óleo para fazer sabão é uma forma de reciclar além de poder fazer outras coisas como tinta e assim não acontece de poluir o solo ou meio ambiente (p. 9)

Para mudar essa realidade da lagoa é preciso que a prefeitura trate os esgotos e a população deve fazer sua parte parando de jogar esgotos clandestinos e lixo em sua orla. Com a colaboração de todos poderíamos melhorar a qualidade da água e da própria população da Pampulha (p. s/n).

O quarto nível, identificação de contradições e estabelecimento de mecanismos de pressão, onde ocorre o reconhecimento e a incorporação de interesses, além da notoriedade que a ciência está presente na comunidade e é utilizada como ferramenta de

dominação das minorias sociais, também, foi refletido nas práticas pelos autores A43 ao acreditar que:

Em uma perspectiva CTS a educação científica e tecnológica deve considerar aspectos sócio-políticos, econômicos, culturais e ambientais. Sendo assim, os alunos devem ter a possibilidade de refletir sobre a ação humana e os reflexos da evolução científica e tecnológica sobre a sociedade e o ambiente, discutindo sobre as questões sociais relacionadas à produção, consumo e desigualdade social (p. 4215).

No último nível de compreensão de participação social, compreensão das políticas públicas e participação no âmbito das esferas políticas, basicamente voltada a pré-produção, visa à análise e discussão do contexto em que serão inseridos os novos conhecimentos ou artefatos tecnológicos. Dessa forma, percebemos tal concepção presente na fala de estudantes após a prática de A36.

O problema vem da população e também do poder público: a população porque tem que cobrar e o poder público porque tem que executar. Enquanto a população não tomar providências, o poder público vai continuar lá, não vai 'tomar' ação nenhuma. Fala do aluno (p. 8).

Portanto, a educação é peça chave e central para articulação e ampliação da participação social nas decisões e avaliações que CT produz, na qual o posicionamento crítico e a formação de sujeitos capazes de refletir, opinar e discutir, só é possível se nossos estudantes que são base para uma futura sociedade, possuírem conhecimentos científicos para reconhecerem os problemas que os envolvem. E, a educação, em especial em Ciências, é umas das mais aptas a contribuir com isso, juntamente às ideias de Freire-CTS, aos quais, poderão ampliar a participação da sociedade civil e os envolvimento de todos atores sociais nos processos decisórios relacionados a ciência e a tecnologia (AULER, 2002; FREIRE, 1987; DAGNINO, 2014).

## 5. Considerações

Quanto à natureza dos trabalhos, acreditamos que precisamos avançar mais com relação a abordagem

CTS, principalmente, na Área da Biologia, além de seguir aumentando os números da Química e da Física.

Com relação às visões errôneas apresentadas sob o enfoque CTS e sob sua abordagem, apesar de estar equivocadas, almejam uma melhora educacional o que se caracteriza como peça chave para estruturar nosso currículo e Educação Básica, dessa forma, educação continuada e a leitura fundamentada pode contribuir com os professores conhecer o ideal e sua abordagem em blocos temáticos. Quanto aos mitos e a não neutralidade, vemos que muitos estudantes antes de conhecer o enfoque CTS apresentam uma visão reducionista que é superada após a abordagem com esse viés, bem como é transposta a ideia que nossa ciência é absoluta e que todo seu progresso leva ao bem-estar social. Por fim, na participação social, tantos estudantes quanto os professores, reconhecem a necessidade e veem na formação cidadã um caminho para que as decisões CT sejam, também, alavancadas pela população em geral.

Desta forma, verificamos que, embora muitas das práticas trabalhem a partir do enfoque CTS, ainda há diversos equívocos no que se refere aos objetivos propostos por este enfoque. Todavia, salientamos que tais práticas se tornam muito mais eficazes e produtivas com relevâncias sociais se comparadas com as abordagens tradicionais, tendo em vista que trabalham com conceitos relacionados a vivência e contexto social dos estudantes. Assim, ressaltamos a grande valia de tais práticas, que embora devam ser melhoradas por meio de formação dos professores, tanto inicial quanto continuada, propiciam a alfabetização científico-tecnológica e responsabilidade social.

Quanto às concepções que consideramos errôneas que os estudantes apresentam antes da realização das práticas, conforme verificamos durante nossa análise, percebemos que as mesmas podem ser superadas por meio de uma abordagem ligada ao Enfoque CTS no ambiente escolar. Tais ideias relacionam-se à concepção de que mais CT ocasiona maior desenvolvimento social, trazendo ao estudante uma visão equivocada de que, apenas,

promovendo investimentos em mais tecnologia podemos resolver os problemas socioambientais e levar maior qualidade de vida a população em geral, sem levar em consideração que por traz dos grandes investimentos na área científico-tecnológica escondem-se impactos socioambientais e lucros destinados a uma pequena parcela da população mundial, enquanto os demais sem poderem opinar frente a criação dos mesmos, limitam-se em fazer um *bom uso* de tais produtos.

Portanto, entendemos que ao trabalharmos com o enfoque CTS estamos promovendo ampliação das concepções de não neutralidade da CT, além de estarmos impulsionando a formação de sujeitos responsáveis e habilitados em intervir numa perspectiva transformadora no meio em que estão inseridos dentro da sociedade. Contudo, mesmo considerando as sinalizações transformadoras encontradas e destacadas anteriormente, é necessária certa cautela na extrapolação desses resultados. Os artigos analisados são resultado de pesquisas um tanto pontuais, havendo a necessidade de aprofundar a efetiva disseminação dessas transformações no contexto educacional brasileiro.

## 6. Referências

- ACEVEDO-DÍAZ, J.A.A. Educación tecnológica desde una perspectiva CTS: una breve revisión del tema. *Alambique*, Barcelona, v.2, n.3, p.75-84, jan. 1995.
- AIKENHEAD, G.S. High-school graduates beliefs about science-technology-society: The characteristics and limitations of scientific knowledge. *Science Education*, v.71, n.2, p.459-487, 1987.
- ALBAN, M. Crescimento sem emprego: o desenvolvimento capitalista e sua crise contemporânea à luz das revoluções tecnológicas. Salvador, Casa da Qualidade, 1999.
- AULER, D. Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências. 2002. Tese (Educação), UFSC, Florianópolis, 2002.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? Ensaio: pesquisa em educação em ciências, v. 3, n. 1, p. 105-115, 2001.
- BARCELLOS, L.S. COELHO, G.R.O. Tema Radiação-Corpo Humano: Posicionamento De Estudantes Do Quinto Ano Do Ensino Fundamental Sobre as Medidas Protetivas Para o Câncer De Pele. In: XVII ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 2018, Campos do Jordão. Anais. Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2018. p.1-08.
- BAZZO, W.A. Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998.
- BRAGA, M.; SENRA, C.P. Uma Pesquisa Exploratória Sobre A Percepção Social Do Uso De Fontes Alternativas De Energia Numa Escola. VIII ENCONTRO EM ENSINO DE FÍSICA, 2010, Água de Lindóia. Anais. Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2011. p.1-09.
- BORGES et. al. Elaboração, Aplicação e Avaliação de uma Aula com Abordagem CTS de Ensino sobre Agricultura e a Química dos Fertilizantes. In: XV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2010, Brasília. Anais. Brasília: ED/SBQ, p.1-12.
- BUFFOLO, A.C.C.; RODRIGUES, M.A. Discussão de questões socioambientais por meio do tema agrotóxicos em aulas de Química In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2016, Florianópolis. Anais. Brasília: ED/SBQ, p.1-11.
- CAAMAÑO, A. La educación Ciencia-Tecnología-Sociedad: una necesidad en el diseño del nuevo curriculum de ciencias. *Alambique*. Barcelona, n.3, p.4-6, jan. 1995.
- CAMPOS, T.C. SATO, M.S. Concepções de estudantes acerca de Ciência, Cientista e suas relações com a sociedade à partir do caso Fosfoetanolamina. In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2016, Florianópolis. Anais. Brasília: ED/SBQ, p.1-10
- CORRÊA, R.F. Determinismo tecnológico: elementos para debates em perspectiva educacional. *Revista Tecnologia & Sociedade*, Curitiba, n.

- 18, p. 173-182, dez. 2013.
- COSTA, R.O.; MELO, I.L.; MARCELINO, V.S. Radioatividade em aulas de química: uma abordagem CTS. In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2016, Florianópolis. Anais. Brasília: ED/SBQ, p.1-10.
- DAGNINO, R. A tecnologia social e seus desafios. In: Tecnologia Social: contribuições conceituais e metodológicas. Campina Grande: EDUEPB, 2014, pp. 19-34.
- ENGELMANN, G.L.; LEITE, R.F. Se eu fosse Cientista... Representações de estudantes da 1a série do ensino médio de uma escola pública do Paraná. In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2016, Florianópolis. Anais. Brasília: ED/SBQ, p.1-12.
- FILHO et. al. Energias, Transformações e Tecnologias: desenvolvimento de uma sequência didática. In: V ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 2014, São Paulo. Anais. Niterói: SBENBio, p.1-10.
- FRANÇA, M. M., et al. O efeito fotoelétrico e aplicações tecnológicas de uma célula fotoelétrica: uma abordagem construtivista por meio de uma atividade experimental demonstrativa. In: XVI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 2016, Natal. Anais. São Paulo: SBF. p.1-9.
- FREIRE, P. Pedagogia do oprimido, 17. ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra. 1987.
- GIL, A.C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- LACEY, H. Existe uma distinção relevante entre valores cognitivos e sociais? *Scientiae Studia*, São Paulo. v.1, n.2, 121-149, 2003.
- NETO, J.A.; BARRETO, C.L.O. uso da abordagem CTSA no ensino de energia tendo o desenvolvimento sustentável como eixo temático. In: XIV ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 2012, Maresias. Anais. São Paulo: SBF. p.1-9
- LINHARES, M.L.C. et al. Ensino de física mediado por uma abordagem CTSA. In: XIV ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 2014, Maresias. Anais. São Paulo: SBF. p.1-8.
- MATHIAS, G.N.; AMARAL, C.L.C. O ensino de hidrocarbonetos através de um jogo pedagógico com enfoque CTS. In: XV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2010, Brasília. Anais. Brasília: ED/SBQ, p.1-08.
- MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação*, Bauru, v.9, n.2, p.191-211, 2003.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M.C. Análise Textual Discursiva. Ijuí: Unijuí, 2007.
- NASCIMENTO, A.M. PIUZANA, T.M., SILVA, N.S. O ensino de química contribuindo para um futuro sustentável. In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2016, Florianópolis. Anais. Brasília: ED/SBQ, p.1-10
- NASCIMENTO, et. al. Contextualizando o Conhecimento Químico através do tema Chuva Ácida: uma abordagem CTSA. In: XV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2010, Brasília. Anais. Brasília: ED/SBQ, p.1-09.
- PAIVA, H.A.; ARAÚJO, M.S.T. Alfabetização científica de estudantes do ensino médio tecnológico utilizando o enfoque CTS na abordagem do tema mobilidade urbana. In: XVI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 2016, Natal. Anais. São Paulo: SBF. p.1-8.
- PANSERA, F.C.; NETTO, J.S. (2016) As relações CTS estabelecidas por estudantes do ensino médio politécnico em torno da temática energia. In: XVI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 2016, Natal. Anais. São Paulo: SBF. p.1-8.
- PAULO, et al. Produção de sabão artesanal a partir do descarte de óleo na perspectiva CTSA: uma proposta para a educação de jovens e adultos. In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (XVIII ENEQ), 2016, Florianópolis. Anais. Brasília: ED/SBQ, p.1-10.
- 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 e Educação*, Bauru, v.13, n.1, p.71-84, 2007.



- PRAIA, J., GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da Natureza da Ciência na educação para a cidadania. *Ciência & Educação*, v.13, n.2, p. 141-156, 2007.
- ROSA, S.E.; AULER, D. Não Neutralidade da Ciência-Tecnologia: Problematizando Silenciamentos em Práticas Educativas CTS. *Alexandria*, v.9, n.2, p.203-231, 2016.
- ROSA, V.L. Genética humana e sociedade: conhecimentos, significados e atitudes sobre a ciência da hereditariedade na formação de profissionais da saúde. Tese de doutorado, UFSC, Florianópolis, 2000.
- RODRIGUES, C. Abordagem CTS, Projeto Água em Foco e produção textual. In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2016, Florianópolis. Anais. Brasília: ED/SBQ, p.1-10.
- SANTOS, R.A.; AULER, D. Práticas educativas CTS: busca de uma participação social para além da avaliação de impactos da Ciência-Tecnologia na Sociedade. *Ciênc. educ.*, Bauru, v.25, n.2, p.485-503, 2019.
- SANTOS, W.L.P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, v.1, número especial, p.1-12, 2007.
- SANTOS, W.L.P.; MORTIMER, E.F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, Bauru, v.7, n.1, p.95-111, 2001.
- STRIEDER, R.B.; KAWAMURA, M.R.D. Perspectivas de participação social no âmbito da educação CTS. *Uni-pluri/versidad*, v.14, n.2, p.101-110, 2014.
- STRIEDER, R.B. Abordagem CTS na Educação Científica no Brasil: Sentidos e Perspectivas. 2012. Tese de Doutorado, USP, São Paulo, 2012.
- THUILLIER, P. O Contexto Cultural da Ciência. *Ciência Hoje*. Rio de Janeiro, v.9, n.50, p.18-23, 1989.
- VECCHIO et.al. Energia: o que vale a pena? In: XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2014, Ouro Preto - MG. Anais. Brasília: ED/SBQ, p.1-10
- WALKS, L. Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos intelectuales. In: MEDINA, M.; SANMARTIN, J. (Orgs.). *Ciencia, tecnología y sociedad, estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública*. Barcelona: Anthropos, 1990. p.42-75.
- WAKS, L. Value judgment and social action in technology studies. *Journal of Technology and Design Education*, v.4, p.35-49, 1994.
- YAGER, R.E.; TAMIR, P. STS Approach: reasons, intentions, accomplishments, and outcomes. *Science Education*, v.77, n.6, p.637-658, 1993.

