

A centralidade dos conteúdos de CTS nos mestrados profissionais: uma análise de sequências didáticas nos produtos educacionais

The centrality of STS contents in professional master's degrees: an analysis of didactic sequences in educational products

Emanuel José Reis de Oliveira

Instituto Federal do Espírito Santo
Campus Vitória – Proeja
emanuel@ifes.edu.br

Adriana Aparecida da Silva

Universidade Federal de Juiz de Fora
Faculdade de Educação
adrianaaparecida.silva@ufjf.edu.br

Renata Kaiser Gumieri

Universidade Federal de Juiz de Fora
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
gumieri.kaiser@gmail.com

Resumo

Neste trabalho apresentamos a análise de sete dissertações de mestrados profissionais que contemplam o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), abordando o conteúdo de ciência segundo a perspectiva didático metodológica do Ensino por Investigação. Buscamos conhecer a centralidade dos conteúdos de CTS nas Sequências Didáticas (SD) que integram cada um dos produtos educacionais, considerando as categorias de currículo. Dos trabalhos analisados, dois foram categorizados como do tipo “Conteúdo de CTS como elemento de motivação”, enquanto os demais foram abarcados na categoria “Disciplina científica (Química, Física e Biologia) por meio de conteúdo de CTS”. Apesar disso, as SD desenvolvidas nos sete trabalhos apresentam atividades quase exclusivamente focalizadas nas interações ciência-tecnologia (CT), esvaziadas das outras dimensões interativas da tríade que compõe o enfoque CTS.

Palavras-chave: enfoque CTS, conteúdos de CTS, mestrado profissional.

Abstract

In this work, we present the analysis of seven professional master's degree dissertations that contemplate the Science, Technology and Society (STS) approach, approaching the science content according to the methodological didactic perspective of Teaching by Investigation. We seek to know the centrality of the STS contents in the Didactic Sequences (SD) that integrate each of the educational products, considering the curriculum categories. Of the analyzed works, two were categorized as “STS content as a motivating element”, while the others were included in the category “Scientific discipline (Chemistry, Physics and Biology) through STS content”. Despite this, the DS developed in the seven works present activities almost exclusively focused on science-technology (CT) interactions, emptied of the other interactive dimensions of the triad that make up the STS approach.

Key words: STS approach, STS contents, professional master's.

Introdução

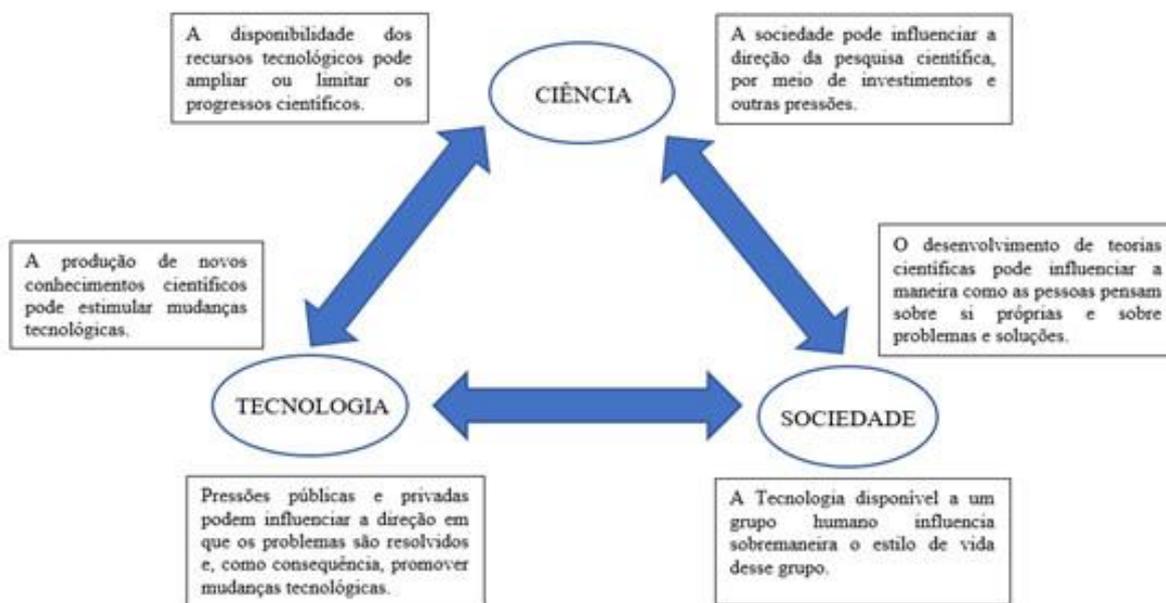
A origem do movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade¹ (CTS) está relacionada com o entendimento, por uma parcela de agentes sociais, de que o desenvolvimento da Ciência-Tecnologia (CT) não se refletia de forma direta e linear na melhoria das condições socioeconômicas da sociedade (ROSO; AULER; DELIZOICOV, 2020). Tal movimento surgiu no hemisfério norte após a segunda guerra mundial, difundindo-se entre os cientistas, acadêmicos e movimentos sociais, propondo-se a ter um olhar mais crítico sobre as decisões que envolvem CT. Em outras palavras, ao se questionar o modelo linear de desenvolvimento, “(...) CT é retirada da esfera de suposta neutralidade, em termos de valores a ela associados, e colocada no campo do debate político” (ROSO; AULER; DELIZOICOV, 2020, p. 227). Balizados por tal concepção, interessamo-nos pela correlação empreendida entre os conteúdos CTS em dissertações de mestrado profissional. A seguir, apresentamos os encaminhamentos teórico-metodológicos, a análise do *corpus* de pesquisa e as considerações empreendidas a partir desse processo.

Encaminhamentos teórico-metodológicos

Do ponto de vista educacional, a repercussão desse olhar mais crítico à CT e aos processos de decisão a ela relativos levou à elaboração de propostas de novos currículos, cujos objetivos se alinham à essa perspectiva da necessária desmitificação da CT e da sua relação com a sociedade (ROSO; AULER; DELIZOICOV, 2020). Consideramos que tal desmitificação perpassa pela compreensão das interações das esferas que compõem a concepção CTS. Nesse aspecto, apoiamo-nos em McKavanagh e Maher (1982 *apud* SANTOS; MORTIMER, 2000). Apresentamos tal dimensão relacional na figura a seguir, ilustrando a influência recíproca entre ciência, tecnologia e sociedade:

¹ Posteriormente, a partir do momento que as questões relativas ao meio ambiente foram incorporadas ao movimento CTS, vários autores passaram a adotar a denominação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) (SANTOS, 2011).

Figura 1: Interações ciência-tecnologia-sociedade



Fonte: Elaboração própria.

A partir do reconhecimento das interrelações e influências mútuas estabelecidas entre as esferas ciência-tecnologia-sociedade, a centralidade dos conteúdos de CTS caracteriza-se como a ênfase na "(...) compreensão dos aspectos das inter-relações de CTS" (SANTOS; MORTIMER, 2000, p. 126). Dito de outra forma, os conteúdos de CTS se constituem a partir de um tema social potencialmente problemático cuja origem tem relação com atividades de CT. Assim, não se limitam à discussão dos aspectos técnicos da tecnologia e/ou ao entendimento dos conceitos científicos envolvidos, mas sim apresentam e controvertem as "(...) diferentes possibilidades associadas a diferentes conjuntos de crenças e valores, (...) bem como questões éticas e os valores humanos relacionados à ciência e à tecnologia" (SANTOS; MORTIMER, 2000, p. 119).

No contexto educacional brasileiro, Santos e Mortimer (2000) apresentam um conjunto de oito categorias de possíveis currículos de Ensino de Ciências (EC), nos quais a centralidade na discussão de temas que se relacionam às questões CTS possuem diferentes graus de importância. Estas categorias estão apresentadas na tabela 1 abaixo.

Tabela 1: Categorias de ensino CTS

Categorias	Descrição
1. Conteúdo de CTS como elemento de motivação	Ensino tradicional de ciências acrescido da menção ao conteúdo de CTS com a função de tornar as aulas mais interessantes.
2. Incorporação eventual do conteúdo de CTS ao conteúdo programático	Ensino tradicional de ciências acrescido de pequenos estudos de conteúdo de CTS incorporados como apêndices aos tópicos de ciências. O conteúdo de CTS não é resultado do uso de temas unificadores.
3. Incorporação sistemática do conteúdo de CTS ao conteúdo programático	Ensino tradicional de ciências acrescido de uma série de pequenos estudos de conteúdo de CTS integrados aos tópicos de ciências, com a função de explorar sistematicamente o conteúdo de CTS. Esses conteúdos formam temas unificadores.
4. Disciplina científica (Química, Física e Biologia) por meio de conteúdo de CTS	Os temas de CTS são utilizados para organizar o conteúdo de ciências e a sua sequência, mas a seleção do conteúdo científico ainda é feita a partir de uma disciplina. A lista dos tópicos científicos puros é muito semelhante àquela da categoria 3, embora a sequência possa ser bem diferente.
5. Ciências por meio do conteúdo de CTS	CTS organiza o conteúdo e sua sequência. O conteúdo de ciências é multidisciplinar, sendo ditado pelo conteúdo de CTS. A lista de tópicos científicos puros assemelha-se à listagem de tópicos importantes a partir de uma variedade de cursos de ensino tradicional de ciências.
6. Ciências com conteúdo de CTS	O conteúdo de CTS é o foco do currículo. O conteúdo relevante de ciências enriquece a aprendizagem.
7. Incorporação das Ciências ao conteúdo de CTS	O conteúdo de CTS é o foco do currículo. O conteúdo relevante de ciências é mencionado, mas não é ensinado sistematicamente. Pode ser dada ênfase aos princípios gerais da ciência.
8. Conteúdo de CTS	Estudo de uma questão tecnológica ou social importante. O conteúdo de ciências é mencionado somente para indicar uma vinculação com as ciências.

Fonte: Adaptado de Aikenhead, 1994 *apud* Santos; Mortimer, 2000, p. 125.

O objetivo central de uma educação orientada pelo enfoque CTS é contribuir para que os educandos construam conhecimentos, habilidades e valores que lhes permitiriam participar de maneira responsável de processos decisórios relativos a problemas sociais relevantes (SANTOS; MORTIMER, 2000). Para tanto, Auler (2007) indica que uma proposta de educação científica com tal perspectiva é norteada por três pressupostos balizadores interdependentes: abordagem de temas de relevância social, a interdisciplinaridade e a democratização de processos decisórios.

A pesquisa aqui apresentada tem como *corpus* de análise sete dissertações de mestrado profissional, localizados a partir de uma pesquisa no portal eletrônico de teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) a partir do termo de busca ciência, tecnologia e sociedade e suas variações, cujo recurso didático-metodológico fosse o Ensino por Investigação (EI) (CARVALHO, 2013). Realizamos a análise de conteúdo dos dados (BARDIN, 1977), numa perspectiva de pesquisa qualitativa, com o objetivo de conhecer a centralidade dos conteúdos de CTS na sequência didática (SD) que integra cada um dos produtos educacionais, considerando as categorias de currículo definidas por Aikenhead. Para tanto, empregamos as categorias de currículos CTS como descritas anteriormente na Tabela 1.

Análise

A análise foi realizada de acordo com a centralidade das discussões das questões CTS nos currículos de EC. A categoria 1 - “Conteúdo de CTS como elemento de motivação”, contempla os trabalhos de Fernandes (2012) e Almeida (2016), enquanto a categoria 4 - “Disciplina científica (Química, Física e Biologia) por meio de conteúdo de CTS”, abarca as demais dissertações que compõem o *corpus* analisado: Rubino (2010), Rodrigues (2014), Cardoso (2017), Pedrosa (2017) e Cunha (2018). A análise dos trabalhos é apresentada na sequência aqui disposta, seguida de alguns apontamentos sobre aspectos comuns a todas as pesquisas.

Fernandes (2012) desenvolveu duas atividades a partir do conteúdo sistema de unidades de medidas, com o acréscimo das discussões CTS de forma sistemática em quatro aulas. Na primeira atividade, o trabalho foi composto pela exibição de vídeos sobre irregularidades nas medidas de produtos em supermercados, a coibição das possíveis infrações pelos órgãos reguladores e a utilização de prospectos com preços de produtos de supermercados reais pelos estudantes, comparando-os aos de um supermercado fictício. A segunda atividade, objetivava que os estudantes percebessem que “(...) o ato de efetuar uma medição consiste em fazer uma comparação entre o tamanho do instrumento e o que se pretende medir” (FERNANDES, 2012, p. 69). Para tanto, deveriam a partir de um texto fictício que relatava a construção de uma réplica da Arca de Noé responderem à seguinte questão: “Você acha que seria possível colocar um casal de cada espécie [de animais] na *Enterprise*², assim como foi feito por Noé com sua arca? Justifique a sua resposta” (FERNANDES, 2012, p. 69). A SD foi centrada nos conteúdos científicos, não explorando as relações CTS para além do aspecto utilitário dos sistemas de medidas.

No trabalho de Almeida (2016), o conteúdo de termodinâmica é o eixo da organização curricular e os “(...) textos de apoio elaborados para as sessões de discussão das relações de CTSA” (ALMEIDA, 2016, p. 63) têm a função de despertar e/ou motivar os estudantes para o seu estudo. Assim, o conteúdo de CTS atua como elemento de motivação, como dito anteriormente. O trabalho foi estruturado em cinco Sequências de Ensino por Investigação (SEI) e a relação empreendida pela autora entre os diferentes conteúdos e os temas CTS pode ser observada, por exemplo, na SEI nº 01, cujos temas dos textos utilizados foram a camuflagem do camaleão, a crise hídrica e a evaporação de açudes na região do semiárido do nordeste brasileiro e os debates e decisões sobre o uso dos termômetros de mercúrio.

Por sua vez, o trabalho de Rubino (2010), como os demais, toma os conteúdos CTS escolhidos como norte para a organização dos conteúdos de ciências. O autor afirma que o trabalho desenvolvido estaria entre as categorias 5 e 6, uma vez que “o tema da dissertação – efeito estufa – norteou a escolha dos conteúdos de Física a serem estudados e a sua sequência” (RUBINO, 2010, p. 21). Entretanto, contrapomo-nos a esse entendimento porque a SD criada pelo autor refere-se apenas aos conteúdos da componente curricular Física e a organização da SD não é feita a partir do tema CTS proposto, mas tomado como elemento para o ensino dos conceitos exclusivamente científicos.

Rodrigues (2014) propôs um trabalho que, em suas palavras, seria classificado como currículo três. Discordamos dessa classificação, pois o tema degradação da energia compõe todas as atividades desenvolvidas, unificando o conteúdo CTS contemplado na SD. Essa compreensão do autor pode decorrer da ausência de clareza de conceituação de tecnologia e sociedade,

² *Enterprise*: nave estelar ficcional da franquia de entretenimento *Star Trek*, originalmente exibida no filme “Jornada nas estrelas” (1969). Disponível em <http://www.adorocinema.com/series/serie-288/> Acesso em 21 out 2020.

campos intrínsecos ao trabalho. Nossa inferência advém de três aspectos: (i) do entendimento do autor de que degradação da energia é um tema da Física; (ii) da separação que o autor faz entre “sociedade” e “dia a dia dos alunos” e (iii) da inobservância de que os objetos utilizados em pequenos vídeos que exibem situações cotidianas na atividade 2 constituem-se como artefatos tecnológicos e que não apenas uma máquina para geração de energia é um aparato tecnológico.

O trabalho de Cardoso (2017) é composto por quatro blocos de sequências de atividades, onde os conteúdos de ciências são organizados a partir de temas CTS: bloco 1: acidente radiológico de Goiânia (GO); bloco 2: meia vida de fármacos; bloco 3: visita técnica a uma empresa que “utiliza radiação para controle de qualidade em seu processo produtivo” (CARDOSO, 2014, p. 125); e bloco 4: queda de avião no Mar de Java em dezembro de 2014. Uma das atividades realizadas no bloco 3 tem por objetivo "(...) compreender que o uso da técnica de gamagrafia para fins de controle de qualidade traz benefícios para a sociedade, [pois] pode promover a redução dos custos envolvidos na produção de bens e materiais" (CARDOSO, 2014, p. 140), revelando-nos uma relação entre ciência e sociedade estabelecida no viés do desenvolvimento linear, mantendo a tríade C-T-S numa suposta neutralidade.

Organizado em três etapas, Cunha (2018) desenvolveu um trabalho com temas que giraram em torno do uso dos veículos automotores e dos trens supercondutores. Na primeira etapa, o professor-pesquisador utilizou textos a partir dos quais os estudantes deveriam responder questões e dialogar sobre os colegas, culminando com a realização de um “debate simulado”. Nele, os estudantes atuaram em três grupos distintos: defensores do uso de veículos automotores, defensores do trem supercondutor e “juízes”, que decidiram qual grupo foi mais convincente. As questões apresentadas aos estudantes possuem uma centralidade na esfera CT e aponta para soluções que passam por atitudes individuais, esvaziando a possível e necessária problematização de ordem macroestrutural a ser desenvolvida junto aos estudantes. A etapa seguinte foi realizada a partir da exibição de um vídeo sobre os trens supercondutores, seguida do diálogo com os estudantes visando especular sobre os conteúdos científicos envolvidos. A terceira etapa visou o estudo de conteúdos de ciências relacionados aos temas CTS abordados.

Por fim, Pedroso (2017) desenvolveu um trabalho organizado em cinco momentos. Os estudantes, partindo do problema inicial “descrevam o que vocês acreditam que poderia acontecer se uma bomba atômica caísse em São Paulo”, desenvolveram atividades subsidiadas em textos e vídeos, cujo objetivo principal foi desenvolver o conceito da energia de repouso. Ao longo de todo o texto, o autor enfatiza a importância da representação matemática do conceito científico ($E=m.c^2$), assim como destina uma das atividades especificamente para o trabalho com os eventos das bombas atômicas no Japão na segunda guerra mundial associando-os à figura de Albert Einstein. A SD é encerrada com a produção pelos estudantes de vídeos sobre a situação da instalação de uma usina nuclear fictícia na região na qual moravam, momento da atividade que visou contemplar a retomada da discussão da questão social original. Ressaltamos o comprometimento teórico-metodológico no desenvolvimento das etapas da SD do trabalho, pois Pedroso (2017) utiliza integralmente a estratégia de ensino proposta por Aikenhead (1994 *apud* SANTOS; MORTIMER, 2000, p. 121 – 122) na realização das atividades com os estudantes como indicado no seu produto educacional.

Embora a maioria absoluta das dissertações estudadas tenha produtos educacionais estruturados a partir de um conteúdo CTS, há um esvaziamento de atividades que contemplem as **diferentes interações** das esferas CTS, como indicadas na Figura 1. Assim, os estudantes são chamados a responderem às práticas propostas em sala de aula respaldados quase que exclusivamente em elementos científicos, isto é, considerando apenas as interações CT. Os aspectos valorativos, culturais e éticos são pouco cotejados, incorrendo no risco de validar e/ou reforçar a

compreensão do modelo linear de progresso, do determinismo tecnológico e das decisões tecnocráticas (AULER, 2007).

Considerações finais

Neste trabalho apresentamos as relações entre os conteúdos de CTS e os conteúdos científicos que integram os produtos educacionais de sete dissertações de mestrados profissionais que contemplam o referido enfoque e tomaram o EI como perspectiva didático metodológica.

Compreendemos as propostas desenvolvidas nas SD como promissoras ao avançarem para além de práticas que reduzem as atividades com a componente curricular Física ao estudo de fórmulas matemáticas e conceitos desconectados do mundo (SANTOS, 2007). Entretanto, há um esvaziamento nas SD no que tange às questões subjetivas que perpassam as interações entre as esferas ciência, tecnologia e sociedade.

Entendemos como necessário debruçarmo-nos novamente sobre o *corpus* buscando compreendermos as interrelações dos produtos educacionais e as dimensões teóricas acerca de CTS por eles explicitadas. Temos indícios de que, apesar da contemporaneidade de alguns dos trabalhos, os estudos carecem abranger as dimensões da interdisciplinaridade e democratização de processos decisórios, para além da abordagem de temas de relevância social.

Referências

- ALMEIDA, M. K. S. X. de. **Física Térmica com ênfases curriculares em CTSA e Ensino por Investigação**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física. Natal, junho de 2016.
- AULER, D. Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, Campinas, v. 1, p. 1-20, 2007.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1997.
- CARDOSO, S. P. **Física das Radiações: um enfoque CTS para alunos do Ensino Médio da área industrial**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Mestrado Profissional em Ensino de Física. Rio de Janeiro, abril de 2017.
- CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org.) **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- CUNHA, A. S. **Levitando com a Física**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Mestrado Profissional em Ensino de Física. Rio de Janeiro, janeiro de 2018.
- FERNANDES, S. S. **Uma proposta de atividades investigativas envolvendo sistema métrico**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Mestrado Profissional em Ensino de Física. Rio de Janeiro, fevereiro de 2012.
- PEDROSO, M. A. **As contribuições da articulação entre o Ensino por Investigação e o enfoque CTS para o desenvolvimento de conceitos de Física Moderna no Ensino Médio**. Universidade Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Mestrado Profissional em Ensino de Física. Vitória, 2017.

RODRIGUES, C. F. M. **Irreversibilidade e degradação da energia numa abordagem para o Ensino Médio**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Mestrado Profissional em Ensino de Física. Rio de Janeiro, janeiro de 2014.

ROSO, C. C.; AULER, D; DELIZOICOV, D. Democratização em Processos Decisórios em CT: O Papel do Técnico. **ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**. Florianópolis, v. 13, n. 1, p. 225-249, 2020.

RUBINO, L. N. **A Física envolvida no fenômeno do efeito estufa – uma abordagem CTS para o Ensino Médio**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Mestrado Profissional em Ensino de Física. Rio de Janeiro, dezembro de 2010.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, vol. 12, n. 36, p. 474-550, 2007.

_____. Significados da educação científica com enfoque CTS. *In: CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas*. W. L. P. dos Santos e D. Auler (Orgs.). Brasília: Editora UnB, 2011.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 110-132, jul-dez 2000.