

O desenvolvimento de uma Ação Didático-Formativa sobre CTS na formação inicial de professores de Ciências

Palavras-chave: Ciência-Tecnologia-Sociedade, Educação Científica, Ação Didático-Formativa, Formação Docente.

Área temática: Enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA)

Resumo: Este trabalho trata do desenvolvimento experimental de uma ação didático-formativa (ADF) no contexto da formação inicial de professores de ciências da natureza sobre as relações ciência-tecnologia-sociedade (CTS). O objetivo geral da ADF foi tornar professores de ciências em formação mais propensos na adoção do enfoque CTS. Buscou-se abordar quatro eixos temáticos: a racionalidade científica, o desenvolvimento tecnológico, os pressupostos do movimento CTS e a educação científica CTS. Tais eixos foram estruturados em torno da apresentação de conhecimentos conceituais interdisciplinares e discussões articuladas a partir de aspectos sociocientíficos. Empregou-se duas metodologias: uma para o desenvolvimento da intervenção e outra para avaliação dos impactos da intervenção. A primeira delas buscou atender o prescrito por Waks (1992) na Espiral da Responsabilidade. A segunda se dará pela aplicação de pré e pós teste - Questionário de Opiniões sobre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade, para avaliar a prevalência das categorias Ingênua, Adequada e Plausível.

Introdução

O trinômio Ciência-Tecnologia-Sociedade - CTS, corresponde a uma inovação proposta no campo da educação em resposta ao avanço da Ciência e Tecnologia e seu impacto direto sobre a vida social, deflagrando transformações sociais radicais (CEREZO et. al, 2003). Estas reflexões tomam espaço sob a égide dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade, um campo de estudos interdisciplinar que tem por objeto as próprias relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade. García, Cerezo e Lujan (1996), cuja contribuição para a divulgação de tais estudos continua sendo referência no campo CTS, categorizam a área em três subáreas: (a) Estudos acadêmicos; (b) Estudos em políticas públicas; e (c) Estudos na educação. Neste último, a reflexão surge do entendimento de que

[...] as finalidades e interesses sociais, políticos, militares e econômicos que resultam no impulso dos usos de novas tecnologias implicam enormes riscos, porquanto o desenvolvimento científico-tecnológico e seus produtos não são independentes de seus interesses. (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p.72)

O paradigma supracitado, cujo ápice se deu nos anos 80 e 90, continua servindo de suporte para diversas propostas relativas à educação científica. Muito

embora a ênfase a diferentes aspectos possa variar, o ponto fulcral do ensino CTS é proporcionar, numa perspectiva cidadã, a educação científica e tecnológica aos estudantes para que possam “construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões” (SANTOS, 2008, p.112). Atualmente, portanto, esta proposta converge para uma educação científica cujo objetivo é a disseminação de uma ciência cidadã, voltada para a participação social.

Do ponto de vista técnico, os objetivos da educação CTS se consubstanciam em: (a) aquisição de conhecimento - conceitos de CT e sobre a CT para a vida pessoal, cívica e cultural; (b) desenvolvimento de habilidades de aprendizagem - processos de investigação científica ou tecnológica para reunir informação, solucionar problemas e tomar decisões, e (c) desenvolvimento de valores e ideias - lidar com as interações entre ciência, tecnologia e sociedade em questões locais, políticas públicas e problemas globais (BYBEE, 1987).

Strieder (2012), após elaborar extensivo estado da arte sobre educação CTS esquematizou-a como articuladora de três parâmetros: (a) Racionalidade Científica, (b) Desenvolvimento Tecnológico e (c) Participação Social. A interação e profundidade nas quais se apresentam esses parâmetros dá origem a uma matriz que explicita a variedade de perspectivas que podem ser assumidas atualmente sob o slogan “educação CTS”.

À despeito de não ser algo inteiramente novo, é frequente que a abordagem seja objeto de diversas aplicações no campo do ensino de ciências, figurando de forma significativa em pesquisas apresentadas em eventos da área. O XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), realizado no ano de 2017, por exemplo, registrou em seus Anais 110 trabalhos submetidos na área de Alfabetização científica e tecnológica, abordagens CTS e CTSA.

O interesse pela educação científica CTS está consolidado, sendo possível encontrar respaldo para a proposta inclusive em documentos oficiais tais como as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, nos editais do Programa Nacional de Livro Didático e na Matriz de Referência do Exame Nacional do Ensino Médio, conforme apurado por Strieder e colaboradores (2016).

Para este desafio de uma Educação Científica orientada para prática social e em consonância com os objetivos da Educação CTS, é necessário que a formação docente acompanhe tais discussões, pois ensinar ciências no cenário atual requer que os professores compreendam as origens das inovações científicas e tecnológicas; lutem contra as desigualdades impostas pelo capital e pelo exercício do poder; e abram novos horizontes aos estudantes no sentido de se desenvolverem humana e integralmente (NASCIMENTO et. al., 2012).

Devemos dotar professores de ciências de subsídios teóricos e práticos voltados para estimular condutas reflexivas e transformadoras que viabilizem a construção de estratégias de ensino-aprendizagem cuja tônica seja o desejo de investigar e agir sobre seus contextos de atuação e da compreensão da complexa relação ciência-tecnologia-sociedade (NASCIMENTO et. al. 2012).

Unidades CTS podem se apresentar de diversas formas. A abordagem CTS no ensino de ciências se ancora em uma visão particular que, segundo Aikenhead (2005), representa uma tentativa de superar os fracassos da abordagem tradicional

baseados em evidências como decréscimo de matrículas nos cursos de ciências, acarretada por uma imagem distorcida de Ciência presente no currículo, e inaptidão em integrar conteúdos curriculares de ciências com o cotidiano dos educandos.

Considerando o exposto, nosso objetivo geral é desenhar, implementar e avaliar uma ação didático-formativa (ADF) que aborde os princípios teórico-analíticos do campo CTS através de aspectos sociocientíficos no contexto da formação inicial de professores de Ciências da Natureza – Biologia, Física e Química.

Tal proposta classifica-se conforme a literatura (WAKS, 1990; AIKENHEAD, 1994), como um programa CTS puro ou de conteúdo CTS, no qual o foco são questões tecnológicas ou sociais, e conteúdo científico propriamente dito é mencionado, mas apenas para indicar uma correlação com a ciência. Os alunos não são avaliados em conteúdo científico puro em qualquer grau apreciável.

Neste trabalho são apresentados os resultados parciais desta pesquisa que está em curso a nível de mestrado. Os resultados obtidos preliminarmente foram alcançados na fase de desenvolvimento da ADF, cujo objetivo foi colocar estudantes de licenciatura em ciências da natureza em contato com aspectos sociocientíficos – ASC, numa perspectiva CTS.

Metodologia

Caracterizada como pesquisa aplicada de desenvolvimento experimental de produto educacional, obedeceu-se ao modelo conceitual-operativo da pesquisa de tipo intervenção pedagógica. Esta envolve o planejamento e implementação de interferências, visando produzir avanços e melhorias nos processos de aprendizagem dos sujeitos participantes, ao mesmo tempo em que se compromete com a avaliação dos efeitos dessas interferências (DAMIANI et. al., 2013).

Este tipo de pesquisa é tributária da Teoria Histórico-Cultural da Atividade de Vygotsky (1997, 1999) acerca de experimentos de ensino, os quais colocavam os participantes da pesquisa em situações estruturadas, nas quais havia um problema a ser solucionado. Outra idiosincrasia deste tipo de pesquisa é envolver metodologias distintas: uma destinada a fundamentar a intervenção e outra que embasa a avaliação da intervenção.

O componente interventivo se situa a partir do diálogo com a teoria, que auxilia na compreensão da realidade e implementação da intervenção. Para isso, adotamos a espiral de responsabilidade de Waks (1992) como parâmetro didático-pedagógico no desenvolvimento da intervenção. A espiral prescreve cinco fases com o objetivo de orientar estudantes “na constituição de suas convicções e compromissos, estilo de vida, escolhas e valores, como estes incidem sobre assuntos do domínio tecnológico frente à nossa sociedade” (WAKS, 1992, p.13).

Conforme se avança na espiral, confrontando e refletindo sobre temas crescentemente complexos em ciência e tecnologia, torna-se possível desenvolver e amadurecer a responsabilidade social dos educandos. As etapas são:

- a) Auto compreensão: educandos devem compreender-se enquanto membros da sociedade e agentes responsáveis pelo meio ambiente, assimilando o sistema indivíduo-sociedade-meio ambiente como um todo interdependente, desenvolvendo corresponsabilidade pelas decisões coletivas através de tomada de decisão.

- b) Estudo e reflexão: são apresentadas as relações mantidas entre os elementos da tríade CTS, enfatizando sobretudo os impactos da ciência e tecnologia sobre a sociedade (WAKS, 1992).
- c) Tomada de decisão: considerando a natureza indeterminada das questões tratadas, educandos devem se engajar na solução de problemas e tomada de decisão (WAKS, 1992).
- d) Ação responsável: é o momento em que há o estudante é encorajado a envolver-se em um curso de ação individual ou social após ponderar escolhas entre valores subjacentes a diferentes cenários, o que implica que a educação CTS vá além da racionalidade acadêmica.
- e) Integração: é necessário ter como alvo a generalização sobre as relações CTS partindo de um assunto específico, o que torna o estudante não apenas um ator responsável, mas um indivíduo que cultiva suas responsabilidades, trazendo questões sócio científicas ilustrativas com as quais educandos possam buscar outros casos, identificar padrões, arriscar generalizações, considerar princípios e formar seu posicionamento sobre a matéria (WAKS, 1992).

Para avaliar a contribuição desta ação didático-formativa sobre o ideário dos sujeitos da formação oferecida no contexto desta pesquisa, optamos por fazer uso enquanto instrumento de coleta de dados um questionário construído a partir do Questionário de Opiniões sobre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade (COCTS) (MANASSERO-MAS, 2010), que visa diagnosticar as compreensões acerca de CTS e natureza da ciência e tecnologia, para informar e identificar seus pontos fracos, fortes, melhorar o ensino-aprendizagem da CT entre outros. O instrumento em tela foi construído a partir dos questionários *Views on Science, Technology and Society*, (AINKENHEAD, RYAN & FLEMING, 1989; AINKENHEAD & RYAN, 1992) e *Teacher's Belief about Science-Technology-Society* (RUBBA; HARKNESS, 1993) adaptado ao contexto cultural ibero-americano.

O COCTS é um banco de questões com formato de múltipla escolha, construído empiricamente para investigar as posições dos respondentes acerca de CTS a partir de um enunciado-problema seguido de um conjunto de assertivas que variam entre as categorias adequada, plausível e ingênua. Pretendemos, no próximo estágio, aplicar o instrumento antes e depois da participação dos sujeitos na ação didática, avaliando a prevalência de cada uma das categorias no pré e pós teste.

Discussão e Resultados

A ação didático-formativa (ADF) foi desenvolvida para ser implementada na modalidade à distância através do Ambiente Virtual de Aprendizagem - AVA, somando 60 horas-aula (h/a), com tutoria pela própria pesquisadora e está formatada em cinco módulos:

- i. Ambientação no AVA (5h/a);
- ii. Racionalidade científica - identificar a construção dinâmica do conhecimento científico e debater aspectos da Natureza da Ciência (15h/a);
- iii. Desenvolvimento tecnológico - questionar o modelo de desenvolvimento tecnológico;

- iv. Interações CTS - caracterizar princípios teórico-analíticos do movimento e discutir a relação entre modelos tecnocráticos e democráticos para tomada de decisão em CT;
- v. Dimensão educacional CTS - objetivos e potencialidades para o ensino de ciências.

Cada módulo, com exceção do primeiro, teve um eixo temático norteador baseado nas categorias formadas por Strieder (2012), tendo sido a categoria “participação social” se apresentado de uma forma integrada às duas anteriores e acrescida a categoria “Dimensão educacional CTS”, para abordar aspectos aplicados à educação científica. A articulação dos eixos propostos com ASC e estratégias pedagógicas empregadas são estruturadas conforme Quadro 1.

Quadro 1: Eixos, Aspectos Sociocientíficos Abordados e Estratégias Pedagógicas empregadas.

Eixos	Aspectos Abordados	Estratégias Pedagógicas
Racionalidade Científica	O uso de Agrotóxicos na agricultura: o dissenso científico	<i>Fórum de Discussão:</i> atividade de debate que projeta questionamentos sobre as representações particulares do que os estudantes pensam ser a melhor forma de viver a nível pessoal, social e mundial, visando explorar a origem de suas convicções e a tomada de decisão com base em argumentos. <i>Atividades Auto Instrutivas:</i> propõem a contextualização dos conhecimentos conceituais CTS
Desenvolvimento Tecnológico	A ética Tecnológica: o dilema dos carros autônomos	
Movimento CTS	A questão sócio ambiental e os impactos da Ciência e Tecnologia	
Educação Científica	Visões distorcidas da Ciência e Tecnologia que influenciam o ensino de ciências	Laboratório de Avaliação de Planos de Aula sob o enfoque CTS

As estratégias pedagógicas utilizadas também se articularam em enquetes, escolhas, jogos (palavra-cruzada), glossário, entre outros. Todas buscavam apresentar casos de controvérsias ilustrativas, assistindo educandos a buscar outros casos, identificar padrões, arriscar generalizações, considerar princípios e formar seu posicionamento sobre a matéria.

Quadro 2: Estratégias pedagógicas e atividades desenvolvidas.

Tipo	Caracterização
Atividade Auto Instrutiva	Representa uma atividade avaliativa no formato de questionário com questões de vários tipos (múltipla escolha, verdadeiro ou falso, correspondência, resposta curta entre outras).
Conteúdo Interativo	Essa ferramenta será responsável por promover boas práticas na inserção de conteúdos no formato texto, imagens, multimídias, entre outros. O conteúdo é distribuído em páginas, garantindo uma

	leitura relevante, produtiva e eficaz.
Fórum	Permite que participantes tenham discussões assíncronas, ou seja, discussões em que nem todos estudantes estão online simultaneamente.
Laboratório de Avaliação	Permite a coleta, revisão e avaliação por pares do trabalho dos estudantes. Os estudantes podem enviar qualquer conteúdo digital (arquivos), como documentos de texto ou planilhas e também podem digitar um texto diretamente em um campo utilizando o editor de texto.

Assumimos que o formato de espiral sugerido por Waks (1992) é simbólico e pode ser compreendido como tendo um traço dialético fundamental do *framework* em voga. Assim, considerando que a sucessão das etapas da espiral da responsabilidade não é unidimensional, mas sim tridimensional, garante-se que estas assumam diferentes amplitudes, a depender das condições em que está sendo reproduzida. Nesta perspectiva, cada um dos módulos teve seu desenvolvimento estruturado a partir da reprodução da espiral.

Em alusão às fases de Auto Compreensão (a), Ação Responsável (c) e Integração (e), os Fóruns foram desenhados tendo em consideração a apresentação de um ASC levando os cursistas a:

- Identificar suas convicções pessoais sobre os melhores modos de vida a nível pessoal, social e mundial (a);
- Reconhecer a insuficiência de critérios cognitivos ou técnicos na resolução de controvérsias sociocientíficas (c);
- Confrontar as informações e alternativas entre si de modo dialógico a fim de promover o posicionamento do cursista e tomada de decisão após processos de negociação e escolhas baseadas em razões e evidências (c);
- Pesquisar outros casos, identificando padrões, arriscando generalizações e considerando princípios para formar seu posicionamento acerca do assunto (e).

Em atendimento ao estágio de Estudo e Reflexão (b), os Fóruns resgatavam conhecimentos conceituais CTS apresentados no Conteúdo Interativo, que por sua vez, procurou privilegiar um equilíbrio entre os diferentes pontos de vista, de forma interdisciplinar e articuladora agregando elementos disciplinares de diversos currículos, sobretudo da Sociologia, História e Filosofia da Ciência.

As Atividades Auto Instrutivas reúnem questões de diversos tipos (múltipla escolha, aberta, associativa, entre outras) que trazem excertos de textos, pequenos vídeos e imagens visando perfazer o prescrito para os estágios (a), (b), (c) e (e). Diferem das demais atividades por se darem em um espaço não necessariamente dialógico, sendo individuais e não coletivas.

O Laboratório de Avaliação, constante apenas do Módulo V, foi o único formato em que se conseguiu perseguir o estabelecido pelo estágio de Ação Responsável (d), uma vez que propôs o desafio de criar um plano de aula para o ensino médio relativo a apresentação de um conteúdo científico da área de sua preferência, na perspectiva CTS. A avaliação da atividade é feita por pares, beneficiando a interdisciplinaridade. A proposta se alinha com a etapa (d) à medida que objetiva engajar educandos de forma individual e informalmente articulada para

apresentar uma produção didática orientada para aplicação prática das discussões realizadas.

Como fica evidente, a etapa de Ação Responsável (d) só foi implementada no último módulo da ADF. Tal fato se deu em razão não apenas modalidade eleita para a implementação do curso – à distância, mas também considerando outras dificuldades relativas à infraestrutura oferecida para que os estudantes se engajassem em atividades práticas para além da racionalidade científica.

Exemplos que consideramos característicos desta etapa seriam a organização de um encontro comunitário, adesão a projetos ambientais locais, acompanhamento de processos legislativos nas câmaras municipais/legislativas, assembleias estaduais ou congresso nacional sobre questões CTS.

Conclusão

A pesquisa se encontra em fase de desenvolvimento e buscamos apresentar aqui os resultados preliminares relativos ao desenho da ADF proposta. Julgamos que oferecer uma forma formativa para futuros professores de ciências e avaliar sua contribuição para a adequação ao ideário CTS justifica a relevância da presente pesquisa, considerando ainda a urgência da renovação do ensino de ciências e o estratégico papel dos docentes neste cenário.

Procuramos construir uma proposta em sintonia com os princípios teórico-analíticos do movimento CTS (SANTOS, 2007, 2008), observando as diretrizes gerais de sua dimensão educacional. Os resultados obtidos até então revelam estratégias pedagógicas desenvolvidas para materializar e aplicar o *framework* concebido por Waks (1992) em diferentes dimensões, mirando a unidade entre teoria e prática imprescindíveis para pesquisas em ensino.

A discussão aqui empreendida se revela no sentido de permitir que outros profissionais se beneficiem da criação de métodos e estratégias aqui propostos para melhorar a formação e prática de um grupo de professores em formação. Esse conhecimento também pode ser incorporado em cursos de formação inicial e/ou continuada, ou fornecer subsídios para políticas educacionais futuramente.

Referências bibliográficas

AIKENHEAD, G. Research into STS science education. **Educación Química**, v. 16, p. 384-397, 2005.

AIKENHEAD, G. S.; RYAN, A. G. e FLEMING, R. W. **Views on Science-Technology Society**, Form CDN. Mc.5. Canadá, 1989.

AIKENHEAD, G. S.; RYAN, A. G. The Development of a New Instrument: "Views on

BYBEE, R. W. Science education and the science-technology-society (STS) theme. **Science Education**, v. 71 n. 5, p. 667-683, 1987.

CEREZO, J. A. L.; LUJÁN, J. L.; GORDILLO, M. M.; et al. **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Madrid: OEI, 2003.

- DAMIANI, M.F., ROCHEFORT, R.S., CASTRO, R.F., DARIZ, M.R., PINHEIRO, S.N.S. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação UFPel**, v. 45, p.57-67, 2013.
- GARCÍA, M. I. G.; CEREZO, J. A.L.; LUJÁN, J. L. **Ciência, tecnologia y sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología**. Madrid: Tecnos, 1996.
- MANASSERO-MAS, M. **El proyecto Iberoamericano de evaluación de actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología e la sociedad (PIEARCTS): un estudio de investigación cooperativa**. In: M.D. Maciel, C.L.C. Amaral, I.R.B. Guazzelli (Org.), **Ciência, tecnologia & sociedade: Pesquisa e ensino**. São Paulo, Brasil: Terracota, 2010.
- NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR Online**, [S.l.], v. 10, n. 39, p. 225-249, 2012.
- 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. **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.
- RUBBA, P. A. e HARKNESS, W. L. Examination of Preservice and In-Service Secondary Science Teachers' Beliefs about Science-Technology-Society Interactions. **Science Education**, v.77, n.4, p.407-431, 1993.
- SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12 n. 36 set./dez. 2007
- 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, mar. 2008
- STRIEDER, R. B. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas**. 2012. Tese (Doutorado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- STRIEDER, R. B.; SILVA, K. M. A. E.; FERNANDES SOBRINHO, M.; SANTOS, W. L. P. A educação CTS possui respaldo em documentos oficiais brasileiros? **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 1, p. 86-106, 2016.
- theme. **Science Education**, v. 71, n. 5, p.667-683, 1987.
- VYGOTSKI, L. S. (1927). **Obras Escogidas**. v. 1, 2ed., Moscú: Editorial Pedagógica, 1997.
- VYGOTSKY, L. S. **The Collected Works of L.S. Vygotsky**. v. 6, New York: Plenum, 1999.
- WAKS, L. J. The responsibility spiral: A curriculum framework for STS education. **Theory Into Practice**, v. 31 n. 1, p. 13-19, 1992.