



Identificação e análise das abordagens/perspectivas da Educação CTS apontadas em teses de doutorado da área de Ensino de Ciências

Identification and analysis of STS approaches in PhD theses on science education

Elisangela Matias Miranda

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)
elisangelamiranda@ufgd.edu.br

Resumo:

A presente pesquisa identificou e analisou as abordagens/perspectivas da Educação CTS apontadas em teses de doutorado da área de ensino de ciências defendidas no período de 1992 a 2009. Portanto, é um estudo do tipo estado do conhecimento, no qual, utilizou-se a metodologia de Análise Qualitativa de Conteúdo. Constatou-se que as abordagens de educação CTS que mais foram usadas são a de Raciocínio Lógico e a Sociocultural. Mesmo existindo consenso na comunidade acadêmica, diferentes interpretações sobre a educação CTS foram detectadas no período abordado, revelando um campo que se encontra em processo de construção dinâmica.

Palavras-chave: Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS); Estado do conhecimento; Análise de teses.

Abstract:

This research identified and analyzed approaches on/perspectives of STS education referred to in science teaching doctoral theses, between 1992 and 2009. Therefore, this is State of the Art study using Qualitative Content Analysis. The STS education approaches used the most were: Logical Reasoning and Sociocultural. Despite the consensus among the academic community, different interpretations on STS education were detected, during the focus period, revealing a field that is undergoing a dynamic construction process.

Keywords: Science-Technology-Society (STS); State of knowledge; Doctoral theses analysis.

Resumen:

Este estudio identificó y analizó los enfoques/perspectivas de la Educación CTS aportados en las tesis doctorales del área de enseñanza de las ciencias defendidas desde 1992 hasta 2009. Por lo tanto, se trata de un estudio del tipo estado de conocimiento, en el que se utilizó la metodología de análisis cualitativo del contenido. Se encontró que los enfoques de la educación CTS más comúnmente utilizados son los razonamientos lógicos y socioculturales. Aunque existe consenso en la comunidad académica, fueron detectadas diferentes interpretaciones de la educación CTS en el periodo de tiempo estudiado, revelando un campo que está en proceso de construcción dinámica.

Palabras-clave: Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS); Estado de Conocimiento; Análisis de tesis.



Introdução

Nos dias atuais, torna-se imprescindível que a população tenha acesso a conhecimentos básicos de ciência e tecnologia, uma vez que os seus impactos estão presentes em diversas áreas, podendo ser observados, por exemplo, em setores industriais tradicionais como a indústria do aço, em que a automação tecnológica já está presente em todo processo, ou no trabalho realizado em um escritório no qual os funcionários lidam diariamente com um arsenal tecnológico. Diante disso, o ensino de ciências seguindo a educação CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) aponta para objetivos que visam estabelecer relações entre os conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais no desenvolvimento de conteúdos escolares.

Além desses argumentos de cunho econômico, Miller (2000, p. 22) considera que “a preservação dos governos democráticos no Século 21 pode depender da expansão da compreensão pública da ciência e tecnologia”. Assim, o entendimento dos cidadãos acerca das disputas relativas às inovações científicas e tecnológicas bem como sua atuação para deliberar e participar de discussões que envolvam conflitos políticos relacionados à ciência e à tecnologia tem um papel fundamental para a manutenção da democracia. Contudo, isso só será possível com o desenvolvimento de uma “consciência científica e tecnológica” da população que a educação CTS pode corroborar.

Contextualização teórica

Os estudos CTS surgiram em um momento de grande comoção social, em parte como reação à ociosidade sociocultural dos anos 1950, tanto dos acadêmicos quanto dos ativistas, que começaram a plantar dúvidas sobre o caráter benéfico da ciência e da tecnologia, que era consenso no período seguinte ao fim da Segunda Guerra. Neste período surgiram os questionamentos que colocaram em dúvida o modelo linear, o qual pregava que a “ciência e a tecnologia eram as bênçãos puras que a sociedade em geral acreditava que eram” (Cutcliffe, 2003, p. 8), e a necessidade de um novo contrato com a ciência e com a tecnologia, pois muitas vezes suas criações resultavam em benefícios desigualmente distribuídos ou geravam dúvidas entre seus custos e riscos (Sismondo, 2006).

Para Cutcliffe (2003), Charles Percy Snow foi um dos autores mais influentes no início dos estudos CTS, com sua obra *The Two Cultures and the Scientific Revolution* publicada em 1959 e com a edição revisada *The Two Cultures: and a Second Look* publicada em 1964. Nestas publicações Snow relatou a metaforicamente a existência de uma grande lacuna entre a cultura científica e as literárias, que deveria ser superada através de pontes que possibilitassem o progresso do conhecimento humano em benefício social diminuindo-se assim o analfabetismo científico.

Show reconheceu que entre estas duas culturas «havia todo tipo de posições intermediárias», incluindo a da tecnologia e a da engenharia, e inclusive a das Ciências Sociais, das quais sugeriu que «estavam se convertendo em algo como uma terceira cultura». No entanto, sua metáfora sobre as “duas culturas” moldou em grande medida o discurso no interior do campo CTS (servindo ainda em grande parte como referência deste discurso). (Cutcliffe, 2003, p. 15)

Segundo Linsingen (2007) a metáfora de Snow ainda é muito discutida, pois nela existem questões atuais sobre as interações CTS. O autor também relata que:



essa metáfora é bastante significativa para as reflexões pedagógicas da educação científica e tecnológica, na medida em que possibilita a imersão de questões relacionadas às interações dos campos disciplinares da tecnociência com o seu entorno sociocultural, notadamente ausente na formação profissional, bem como de aspectos da complexidade das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, a que se acrescenta necessariamente a natureza, transformada pelo conjunto das atividades científico-tecnológicas. (Linsingen, 2007, p. 6)

Para Fisher (2005) a metáfora de Snow também representa o embate do papel da ciência e da tecnologia para a solução de problemas, principalmente dos novos desafios surgidos no início do século XXI. Nesse contexto, o conhecimento científico passa a ser "hoje a forma oficialmente privilegiada de conhecimento e sua importância para a vida das sociedades contemporâneas não oferece contestação" (Santos, 2003, p. 17).

Em relação à nomenclatura dada aos estudos CTS Osorio (2010, p. 49) relata que desde seu surgimento teve-se diferentes nomeações como, por exemplo, "Estudos Sociais da Ciência (*Social of Science Studies*), Estudos da Ciência (*Science Studies*), Estudos da Ciência e da Tecnologia (*Science & Technology Studies – S&TS, Science and Technology Studies – STS, Study of Science, Technology, and Society – SSTs*). " Todas estas denominações, segundo o autor, podem ser consideradas equivalentes, contudo possuem origens diferentes. Osorio (2010) destaca que o termo "Estudos Sociais da Ciência" se vincula às pesquisas de tradição europeia que discutiram a sociologia dos conteúdos da ciência visando assim distinguir-se de investigações que tinham como foco a sociologia clássica que realizavam análises das instituições científicas. O termo STS (CTS) ou "*Studies STS*" (Estudos CTS) é mais vinculado aos estudos de tradição norte-americana, que segundo o autor representa as pesquisas realizadas nas décadas de 1960 e 1970 que investigaram os aspectos práticos relacionados às consequências dos desenvolvimentos da Ciência e da Tecnologia para a Sociedade (González, 2005).

Cutcliffe e Mitcham (2001, p. 43) apresentam uma comparação de três perspectivas de estudos CTS, diferenciadas por correntes políticas, questões de poder e método. A primeira perspectiva é denominada "*Science and Technology Shape Society*" (Ciência e Tecnologia Modelando a Sociedade) e compreende as décadas de 1950 a 1960, nela a tecnologia é definida como uma consequência da ciência. A variável independente é a tecnologia, que se relaciona com a ciência e a sociedade numa através de beneficiadores e vítimas. A política nesta conjuntura atua tanto na projeção ou rejeição dos desenvolvimentos científicos. A estrutura principal de poder é a tecnológica e os estudos são voltados aos impactos tecnológicos.

A segunda perspectiva é denominada "*Society Shapes Science and Technology*" (Sociedade Modelando a Ciência e Tecnologia) e abrange os estudos CTS desenvolvidos entre as décadas de 1970 a 1980. Nela a tecnologia é definida como uma consequência do desenvolvimento científico, sendo a sociedade a variável independente, que se relaciona com a ciência e a tecnologia num jogo de interesses. A política neste contexto atua tanto na possibilidade de autonomia dos envolvidos quanto na criação de redes entre eles. A estrutura principal de poder é a da negociação e os estudos são direcionados à criação de artefatos.

A terceira perspectiva descrita por Cutcliffe e Mitcham (2001) é denominada "*Interactive Approaches*" (Abordagens Interativas) tendo seu início na década de 1990, a tecnologia é definida como causa e consequência do desenvolvimento da ciência, a variável independente



são os grupos sociais, que se relacionam com a ciência e a sociedade numa relação “seamless web” (rede homogênea). A política nesta situação opera no desenvolvimento da democracia. A estrutura principal de poder é a geração de equipes de discussão e os estudos são voltados para direcionar os envolvidos.

Em linhas gerais, os estudos CTS têm mostrado que mesmo:

as ciências modernas são o resultado emergente e situado da interseção e articulação dinâmica de atores humanos, entidades vivas não humanas, matérias de vários tipos, instrumentos, competências diversas, recursos institucionais e financeiros. Por construção entende-se o processo através dos quais elementos ou entidades heterogêneas (atores humanos, outros seres vivos, instrumentos, matérias, recursos institucionais, competências, tecnologias) são articulados de modo a dar origem a algo que não existia antes, e que não se limita a uma simples soma de elementos previamente existentes. (Nunes, 2003, p. 67)

No campo educacional, é importante destacar que um dos objetivos centrais da educação CTS, segundo Santos (1999, p. 25):

é o desenvolvimento de uma cidadania responsável – uma cidadania individual e social para lidar com problemas que têm dimensões científicas e tecnológicas, num contexto que se estende para além do laboratório e das fronteiras das disciplinas. Tornar a ciência revestida de mais significado para o aluno, de forma a prepará-lo melhor para lidar com as realidades da vida atual e para poder planificar o seu próprio futuro, é uma das suas aspirações básicas.

A educação CTS também visa a compreensão das relações CTS e o desenvolvimento das capacidades de pensamento criativo por meio de metodologias interativas de aprendizagem: resolução de problemas, tomada de decisões, discussão em grupo, representação de papéis, análise de estudos de casos históricos, debate, discussões de questões controversas, ação cívica na comunidade utilizando os meios de comunicação e outros recursos da comunidade (Aikenhead, 2000). Corroborando isso, Garritz (1994, p. 218) relata que a educação CTS:

não é uma forma especial de educação (como a educação ambiental, a educação para a saúde etc.), não é tampouco uma maneira de ordenar conteúdos em um currículo ou de selecioná-los; são outras as vias que caracterizam essa corrente. CTS é uma reforma educativa que implica uma mudança de grande alcance em que os conteúdos perdem sua importância relativa e o meio de instrução resulta em ser o mais relevante.

Portanto, partindo deste contexto histórico propõe-se identificar e analisar as abordagens/perspectivas da Educação CTS apontadas em teses de doutorado da área de Ensino de Ciências.

Metodologia

O presente artigo corresponde a um recorte da pesquisa do tipo estado do conhecimento, desenvolvida pela autora em nível de doutorado, intitulada “Tendências da perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) nas áreas de Educação e Ensino de Ciências: uma análise a partir de teses e dissertações brasileiras e portuguesas” (Miranda, 2012). Deste modo, realizou-se a identificação e análise de teses e dissertações defendidas nos programas de pós-graduação das áreas de Educação, de Ensino de Ciências e Matemática e correlatos de universidades públicas brasileiras e portuguesas defendidas no período de 1992 a 2009. Esse período inicia-se com a



localização da primeira dissertação defendida sobre a educação CTS no Brasil e se conclui com os trabalhos defendidos até o ano de 2009, pois a autora da pesquisa finalizou as análises no ano de 2010 para seu exame de qualificação no doutorado e posterior defesa.

Adotou-se como referencial teórico-metodológico a Análise Qualitativa de Conteúdo; utilizando-se o modelo fechado de análise, que consiste na escolha "a priori de categorias, apoiando-se em um ponto de vista teórico, que se propõem o mais frequentemente submeter à prova da realidade" (Laville & Dionne, 1999, p. 219). Destaca-se aqui, que se trata de um artigo, que objetivou aprofundar algumas das análises já realizadas na tese de doutorado da autora. Portanto, não serão apresentadas as análises dos descritores¹ de (i) ao (ix) ((i) orientador do trabalho; (ii) grau acadêmico; (iii) ano de defesa; (iv) instituição onde o trabalho foi defendido; (v) área de formação do pesquisador; (vi) área de conhecimento; (vii) nível de ensino; (viii) foco temático e (ix) gênero de trabalho acadêmico) (Miranda, 2012), devido as limitações de espaço impostas pela apresentação do artigo. Assim, apresenta-se somente a análise aprofundada do descritor (x) abordagem/perspectiva CTS das teses de doutorado defendidas em universidades públicas brasileiras e portuguesas.

Na análise e interpretação do descritor adotou-se a estratégia da Análise Qualitativa de Conteúdo nomeada por Laville e Dionne (1999, p. 227) como "emparelhamento". Segundo as autoras, esta estratégia também é chamada de:

pattern-matching consiste em emparelhar ou, mais precisamente, em associar os dados recolhidos a um modelo teórico com finalidade de compará-los. Essa estratégia supõe a presença de uma teoria sobre a qual o pesquisador apoia-se para imaginar um modelo do fenômeno ou da situação em estudo.

O modelo teórico consistiu na adoção de um conjunto de categorias definidas a priori, construídas a partir dos referenciais teóricos adotados e a estratégia de análise por emparelhamento. As categorias adotadas são as estabelecidas por Pedretti e Nazir (2011) denominadas *Aplicação/Design, Histórica, Raciocínio Lógico, Sociocultural e Socioecojustice*.

Discussão dos resultados

Por ser esse artigo um recorte da tese de doutorado defendida pela autora, apresenta-se somente a análise de vinte e uma teses de doutorado defendidas em universidades brasileiras (Doc. 2, 9, 10, 15, 19, 20, 21, 33, 41, 44, 46, 49, 57, 74, 76, 79, 80, 90, 93, 96 e 100) e quatro defendidas em universidades portuguesas (Doc. PT 2, 4, 6 e 34). As referências dos documentos analisados podem ser consultadas em Miranda (2012), bem como o detalhamento dos critérios dessa seleção que se encontra no terceiro capítulo do referido trabalho. Inicialmente apresenta-se uma síntese das abordagens de ensino estabelecidas por Pedretti e Nazir (2011) seguida pelas análises dos documentos com excertos. Na Figura 1 apresenta-se a tabulação da categorização realizada.

¹ "Descritor é o termo que será empregado, para indicar os aspectos a serem observados na classificação e descrição das teses e dissertações, bem como na análise de suas características e tendências. Em outros estudos são utilizadas denominações distintas, como indicador, item, porém representando algo semelhante ao termo aqui referido" (Megid, 1999, p. 35).

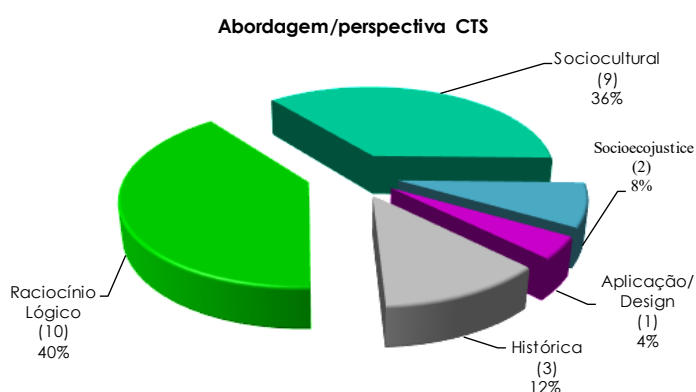


Figura 1. Abordagem/perspectiva CTS das teses brasileiras e portuguesas.

Abordagem Aplicação/Design: enfatiza o desenvolvimento de atividades do tipo resolução de problemas através da concepção de novas tecnologias ou modificação das tecnologias existentes, trabalhando as relações entre a ciência e a tecnologia com um enfoque utilitário. A principal crítica segundo Pedretti e Nazir (2011, p. 9) relaciona-se ao reforço da “noção de que a tecnologia é uma parte necessária da sociedade e que há uma solução tecnológica para muitos dos problemas das sociedades”. Para as autoras, esta noção não se mostra adequada, pois pode “incentivar os alunos a tornar-se apenas dependente de soluções tecnológicas para todos os problemas” (p. 9). Outra crítica relaciona-se à possibilidade de reforçar junto aos alunos que o desenvolvimento científico é livre de valores ao conceber que a construção de artefatos ocorre sem discussões sobre os fatores políticos, econômicos e seus impactos sociais e ambientais.

O único documento inserido nesta categoria é o Doc. 46 que investigou:

a construção de conceitos de Física Moderna e sobre a natureza da Ciência com o apoio da hipermídia, que envolveu a produção e avaliação de um software educacional. A proposta didática fundamentou-se na Teoria da Aprendizagem de Ausubel, em orientações para a implementação de sistemas hipermídia educacionais e em abordagens derivadas da pesquisa em Ensino de Ciências, dentre as quais o enfoque Ciência- Tecnologia-Sociedade, ponderações quanto à importância pedagógica da História e Filosofia da Ciência e considerações sobre a inserção de Física Moderna no Ensino Médio. (Doc. 46, p. 4)

No Doc. 46 os alunos desenvolveram habilidades de resolução de problemas utilizando o *software* como uma tecnologia. Observa-se também que foi enfatizado a importância do ensino com objetivo utilitário e prático, baseado na transmissão de conhecimentos disciplinares de física moderna e nas relações entre a ciência e a tecnologia.

Abordagem Histórica: possibilita a compreensão da “ciência como um empreendimento humano” que é histórico e sofre influências sociais (Pedretti & Nazir, 2011, p. 10). Essa abordagem visa o desenvolvimento de estratégias que evoquem emoções, criatividade e a valorização intrínseca da ciência, “mostrando a ciência como um excitante, interessante e digno campo de estudo para seu próprio bem” (Pedretti & Nazir, 2011, p. 10). Também possibilita o rompimento do estereótipo de



que quem constrói o desenvolvimento da ciência e da tecnologia é o homem branco e ocidental por meio da discussão histórica e atual da contribuição de homens e mulheres de diferentes grupos étnicos. A principal crítica à abordagem *Histórica* se relaciona ao enfoque excessivo dado em sala de aula às histórias de sucesso da ciência, muitas vezes retratando o cientista como um herói que dificilmente passou por algum fracasso ou dificuldade para chegar ao conhecimento científico.

Dentro da abordagem *Histórica* foram categorizadas duas pesquisas desenvolvidas no Brasil e uma em Portugal, respectivamente Doc. 9 e 57 e Doc. PT. 4, que serão analisadas na sequência.

A pesquisa desenvolvida no Doc. 9 desenvolve um guia de estudos que emprega a história da ciência como instrumento para inserir, no ensino de Biologia em nível médio, "a discussão de alguns importantes aspectos do processo de produção de conhecimentos na ciência" (Doc. 9, p. 5). A principal característica da abordagem *Histórica* é contemplada quando o autor descreve o que espera com o uso do guia:

contribuir para que o aluno (a) compreenda melhor o que é a ciência, (b) esteja melhor preparado para participar de debates e processos de tomada de decisões que envolvam aspectos científicos e (c) desenvolva sua capacidade de analisar criticamente os vários discursos que circulam em seu dia a dia. (Doc. 9, p. 5)

No Doc. 57, a autora estuda a visão dos gestores e empreendedores de incubadoras de empresas de base tecnológica sobre as relações CTS e realiza uma discussão de como possibilitar aos estudantes "uma visão sobre ciência, tecnologia, inovação e sociedade que lhes permita tomar decisões críticas e racionais na concepção e no desenvolvimento de inovações tecnológicas, bem como na sua utilização" (Doc. 57, p. 8). A autora propõe que a educação CTS deve possibilitar a compreensão da ciência e da tecnologia como empreendimentos humanos, a tomada de decisões responsáveis em relação aos desenvolvimentos científicos e tecnológicos e a compreensão das:

questões sociais da mudança científico-tecnológica, favorecendo a edificação de atitudes, valores e normas, de maneira que os estudantes possam participar ativa e responsavelmente do debate político e público sobre questões relacionadas com o desenvolvimento de inovações científico-tecnológicas. (Doc. 57, p. 225)

No Doc. PT 4 a autora desenvolveu e avaliou um programa de formação continuada de professores de Química que aborda a História da Ciência no desenvolvimento das sessões fundamentadas em "perspectivas contemporâneas da Filosofia das Ciências" (p. 138). Objetivando:

promover reflexão sobre características das ciências, dos cientistas e do conhecimento científico, confrontando perspectivas tradicionais e perspectivas consideradas mais adequadas à atualidade. (Doc. PT 4, p. 452)

Abordagem Raciocínio Lógico: tem o intuito de discutir no ensino de ciências a compreensão das questões sociocientíficas relacionadas às interações CTS. Pressupõe desenvolver competências para resolver "tarefas cognitivas complexas, incluindo a compreensão de várias perspectivas, o pensamento crítico e a tomada de decisão" (Pedretti & Nazir, 2011, p. 12).

O atual raciocínio lógico é baseado no princípio fundamental de que qualquer problema sociocientífico, não importa o quão complexo, pode ser tratado eficazmente por meio de análise da ciência por trás do problema e de raciocínio lógico de um modo positivista sobre suas consequências. O foco é melhorar a compreensão do aluno e/ou tomada de decisão sobre as



questões sociocientíficas, incentivando-o a pensar a maneira como os cientistas fazem.

Nessa abordagem há quem considere importante desenvolver a compreensão da complexidade das questões sociocientíficas, enquanto outros relatam que não basta compreender, é preciso ir mais além e possibilitar aos alunos a tomada de decisões, de modo a desenvolver a cidadania e a responsabilidade cívica juntamente com o raciocínio lógico. Na sala de aula, podem ser utilizados diferentes modelos de discussão, como os de análise "risco/benefício, análise das partes interessadas e utilização de argumentação e modelos de tomada de decisão" (Pedretti & Nazir, 2011, p. 12).

Existem várias críticas à abordagem Raciocínio Lógico. Uma delas se relaciona ao fato de serem desconsiderados fatores ditos "não lógicos", como "sentimentos, valores, espiritualidade, normas culturais e políticas" (Pedretti & Nazir, 2011, p. 12). Nesse sentido, é importante unir aspectos lógicos a não lógicos em situações de ensino baseado na resolução de situações-problema. Outro problema relaciona-se às atividades construídas que não desenvolvem uma visão humanista da ciência, podendo, assim, de modo inconsciente, desenvolver nos alunos uma visão linear, fria e mecanicista sobre a ciência, ou podendo até gerar a desvalorização dos sentimentos e da moral, "minar formas alternativas de conhecimento e alienar determinados grupos de alunos" (Pedretti & Nazir, 2011, p. 12). Outra crítica destaca a hipótese de que os alunos deveriam ser mais habilidosos para tomar uma decisão sociocientífica, contudo, estudos revelam que diversos fatores interferem no modo de pensar.

Dentro da abordagem *Raciocínio Lógico* foram categorizadas sete pesquisas desenvolvidas no Brasil (Doc. 2, 19, 20, 41, 49, 74 e 80) e três em Portugal (Doc. PT. 2, 6 e 34), que serão analisadas na sequência.

Na pesquisa desenvolvida no Doc. 2 a autora avaliou o impacto de propostas curriculares CTS para o ensino de ciências e biologia e quais as condições que podem causar alterações na atividade docente. Foi discutido que o ensino de ciências pode colaborar para o desenvolvimento de competências no estudante que o levam a realizar várias tarefas, incluindo a compreensão de várias perspectivas, o pensamento crítico e tomada de decisão para o exercício da cidadania.

No Doc. 19, o autor realizou discussões com um grupo de professores através de entrevistas semiestruturadas, pautadas em nove situações que contemplaram temáticas vinculadas à ciência e à tecnologia, tomadas de decisão e reflexão sobre questões sociocientíficas, tais como: "manipulação genética, clonagem, produção/distribuição de alimentos – carência alimentar, poluição, automação/robotização – desemprego, internet, crise energética" (Doc. 19, p. 141).

O terceiro documento é a tese desenvolvida no Doc. 20, que consiste:

o objetivo da investigação é analisar o processo pedagógico estabelecido em sala de aula, quando da abordagem de ASC, visando a identificar avanços e limitações e discutir implicações para o currículo e para o processo de formação de professores em relação aos propósitos do letramento científico e tecnológico na perspectiva de formação para a cidadania. (Doc. 20, p. 20)

O autor também defende em sua pesquisa um ensino que tem pontos em comum com a abordagem humanística.

Pois acreditar em uma educação humanística é acreditar no potencial transformador dos seres



humanos. É aceitar e acreditar na existência humana e na sua capacidade de mudar o seu destino. Por isso defendemos a tese de que os aspectos sociocientíficos são elementos constitutivos de educação humanística e que devem ser incorporados aos currículos das disciplinas científicas. (Doc. 20, p. 296)

Na investigação desenvolvida no Doc. 41 a autora discute a:

possibilidade de inserção do enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no conhecimento matemático do Ensino Médio. (...) Tal inserção se deu por meio da Educação Matemática Crítica, como forma de promover nos educandos a formação de atitudes crítico-reflexivas em termos da relação da matemática com o contexto científico-tecnológico e social. (Doc. 41, p. 6)

Essa discussão assemelha-se muito a abordagem *Raciocínio Lógico*, visto que para a autora, o ensino deve envolver o contexto social com o intuito de possibilitar o desenvolvimento cognitivo e reflexivo para que os alunos possam “julgar, avaliar os custos e benefícios” tanto em relação aos conhecimentos científicos e tecnológicos quanto em relação aos conceitos éticos e de valores envolvidos (Doc. 41, p. 184).

A autora do Doc. 49 identificou por que os professores do ensino médio não consideram “questões relacionadas aos temas contemporâneos no contexto escolar” (p. 9). A preocupação da inserção de tais temas está relacionada com um ensino de biologia que possibilite a tomada de decisões e a compreensão das relações CTS que podem estar inseridas nos discursos dos especialistas. A autora também revela a preocupação com a alfabetização científica, que, segundo ela, pode contribuir para a “formação do estudante-cidadão que frequenta o Ensino Médio” (Doc. 49, p. 9).

Na pesquisa desenvolvida no Doc. 74 são discutidos os obstáculos que levam os professores a não implementarem o enfoque CTS em suas aulas. Para isso o autor trabalhou com um grupo de professores de Física do ensino médio de escolas públicas do Rio de Janeiro, aplicando uma atividade formativa “que teve como tema norteador a produção e o consumo da energia elétrica, cuja abordagem esteve apoiada nas diretrizes do enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS)” (p. 9). O autor relata que:

Ao assumirmos criticamente os objetivos do enfoque CTS, encontramos indicativos que, além de conhecimentos/informações necessárias para a participação mais qualificada da sociedade, necessitamos, também, iniciar a construção de uma cultura de participação. (Doc. 74, p. 36)

Quanto à tomada de decisão, o autor relata que:

A tomada de decisão frente a um problema da vida real de um cidadão ocorre a partir de indefinições próprias do nosso cotidiano, o que admite discussões, negociações e um grande número de possibilidades de escolha, diferentemente do que ocorre na solução de problemas acadêmicos, onde as questões envolvidas são sempre muito bem definidas. (Doc. 74, p. 47)

No Doc. 80 a autora discute que o ensino deve possibilitar o desenvolvimento da criticidade e da emancipação do sujeito para que este possa exercer sua cidadania. Ao considerar essas metas para o ensino, a autora considera o ensino de ciências como um meio de promover a democracia e a cidadania e no qual a sociedade passa a ser formada por pessoas socialmente responsáveis que sabem reconhecer, por exemplo, quais aspectos políticos, éticos, econômicos, sociais e comunitários estão envolvidos num texto de divulgação científica.

As pesquisas representadas pelos documentos PT 2, 6 e 34, desenvolvidas em universidades



portuguesas, foram categorizadas dentro da abordagem *Raciocínio lógico*.

Segundo o Doc. PT 2, tanto o pensamento crítico quanto a educação CTS “são hoje tendências e finalidades da educação, em geral, e da relativa às ciências, em particular” (p. 142). Nesse sentido, a educação em ciências, ao possibilitar a alfabetização científica, permite também à apreensão do mundo contemporâneo e o desenvolvimento da cidadania.

O Doc. PT 6 que objetivou:

estudar a forma como um grupo de professores e alunos de Ciências da Terra e da Vida (11º ano) interpretam e reagem às controvérsias sociocientíficas recentes, divulgadas pelos meios e comunicação social. (Doc. PT 6, p. 5)

As ações desenvolvidas se pautaram na realização de atividades relacionadas à tomada de decisão sobre questões científicas e tecnológicas pelos professores envolvidos na pesquisa e no destaque ao papel da educação científica para a promoção de competências que possibilitem “envolvimento dos cidadãos em processos de discussão, avaliação, decisão e ação social, relativamente às questões sociocientíficas com as quais a sociedade atual é confrontada.” (Doc. PT 6, p. 359).

A autora do Doc. PT 34 desenvolveu um curso de formação continuada direcionado para professores de ciências e pautado pela justificativa de que é necessário que estes aprendam a desenvolver práticas mais compatíveis com os princípios defendidos pelo atual currículo nacional e pelos movimentos CTS. Essas atividades tiveram como intuito desenvolver a reflexão de que o ensino de ciências numa perspectiva CTS deve:

favorecer a participação cidadã responsável e democrática na avaliação e no controlo das implicações sociais da ciência e da tecnologia, contribuindo também para o desenvolvimento pessoal, cultural e social dos alunos. (Doc. PT 34, p. 37)

Abordagem Sociocultural: surge da necessidade do ensino de ciências passar a considerar a ciência e a tecnologia segundo interpretações que estão inseridas na sociedade e, portanto, envolvidas em “atividades políticas, econômicas e culturais” (Pedretti & Nazir, 2011, p. 15). Dessa forma, o ensino de ciências passa a considerar a ciência e a tecnologia como “uma conquista intelectual e cultural importante, e incorporada em diversas Sociedades complexas” (p. 15). Segundo as autoras, essa abordagem pode ser enfocada de dois modos: o primeiro considera “os aspectos socioculturais da ciência e da educação científica” e o segundo modo trata dos “aspectos sociopolíticos da ciência e da educação científica” (p. 15). Dentro deste contexto, Pedretti e Nazir (2011), salientam que a abordagem *Sociocultural* na educação CTS pode tornar a ciência mais acessível aos alunos por diminuir o “tratamento desigual dos sistemas de conhecimento” possibilitando a valorização da identidade e do conhecimento tradicional, que no Brasil seria, entre outros, o dos indígenas, dos quilombolas, etc.

Contudo, esta situação pode ser problemática visto que muitos concordam que “a ciência e o conhecimento alternativo permanecem filosoficamente opostos entre si e não podem ser combinados para formar um programa coerente de ensino de ciências” (p.16). A dificuldade de desenvolver atividades que levem os estudantes a compreensão da existência de um diálogo entre



as diferentes formas de conhecimento científico e tradicional é uma crítica a essa abordagem.

Na abordagem *Sociocultural* foram categorizadas nove pesquisas desenvolvidas no Brasil (Doc. 10, 15, 21, 33, 44, 76, 79, 90 e 100), as quais serão analisadas na sequência.

Na investigação desenvolvida no Doc. 10 o autor realizou uma crítica ao ensino de engenharia, que por décadas se apresenta extremamente positivista e, portanto, segundo o autor, eminentemente reprodutivo e acrítico. As reflexões sobre a necessidade de conexão entre o ensino de engenharia, a cultura vigente, a sociedade e a proposição de novas estruturas curriculares revelam preocupações da abordagem *Sociocultural*, que visa um ensino que amplie a compreensão dos desenvolvimentos científicos e tecnológicos inseridos em um contexto sociocultural.

No Doc. 15 foi desenvolvida e analisada uma atividade didática baseada na abordagem "Aprendizagem Centrada em Eventos", o evento escolhido foi o acidente radioativo de Goiânia, pois:

possibilita a discussão de diferentes aspectos ligados à economia, saúde, meio ambiente, risco social e pessoal. Por outro lado, sua compreensão envolve o entendimento de questões científicas e tecnológica da atualidade. (Doc. 15, p. 5)

Nessa atividade visou-se o desenvolvimento da alfabetização científica e tecnológica ao estabelecer um ambiente didático propício para o trabalho da dimensão científica e de suas inter-relações com as dimensões social e tecnológica.

O Doc. 21 realiza uma análise crítica da formação em engenharia baseada na competência técnica, sugerindo novos enfoques educacionais, centrados no ensino tecnocientífico e nas dimensões sociocultural e ambiental.

Considera-se que o ensino de engenharia deve, subjacente ao necessário aprimoramento tecnocientífico, possibilitar a compreensão do contexto em que se desenvolve a atividade científico-tecnológica e das suas finalidades mais amplas, potencializando a participação democrática dos engenheiros no que diz respeito ao caráter de suas produções, às definições das políticas científicas e tecnológicas, à permanente avaliação dos riscos e impactos da atividade e à definição de parâmetros acordados com todos os setores da sociedade para o que deve ser socialmente relevante. (Doc. 21, p.17)

O autor do Doc. 33 analisou as concepções presentes tanto em textos produzidos por professores de Física e Química de uma universidade federal brasileira quanto nas suas falas quando questionados sobre ciência, tecnologia e aspectos sociais. O autor também destaca o papel dos docentes participantes como sujeitos sociais que constituem a sociedade, que deve se situar nas discussões CTS.

A investigação desenvolvida no Doc. 44 revela que a sociedade ainda reconhece a atividade científica como masculina, o que representa a predominância de uma visão estereotipada do cientista por parte da sociedade. As discussões CTS relacionadas ao gênero podem ser inseridas no campo da formação de professores com o intuito, segundo a autora, de possibilitar a "construção de uma cultura científica e tecnológica crítica, que se estenda aos vários setores da sociedade atual" (Doc. 44, p. 197), tal como na abordagem *Sociocultural*, de possibilitar a alteração de ideias na sociedade, ou seja, "mudar suas visões para poder transformar" (p. 197).



O Doc. 76 ao estudar "as concepções de Tecnologia e educação tecnológica de professores do ensino médio" (p. 4) discute algumas questões da abordagem *Sociocultural*, pois o autor destaca que a:

Tecnologia faz parte da cultura da sociedade atual, e o acesso a essa cultura é essencial para o exercício da plena cidadania. Assim, ser capaz de entender a Tecnologia e julgar suas consequências é fundamental para a participação nas decisões da sociedade atual. (Doc. 76, p. 4)

No Doc. 79 o autor propõe que o ensino deve elucidar para a sociedade as influências políticas, econômicas e culturais sobre o desenvolvimento e inserção da ciência e da tecnologia. Segundo o autor somente o acesso à cultura científica e tecnológica possibilita "o exercício da plena cidadania. Assim, ser capaz de entender a tecnologia e julgar suas consequências é fundamental para a participação nas decisões da sociedade atual." (p. 202). Nessa direção, o autor observa que o ensino universitário está indo contra estes pressupostos. Em suas palavras:

O ensino apresentado nas universidades, na maioria das vezes, constitui-se por fragmentos de ciência e de tecnologia desconectados entre si e destes com outros campos de conhecimento, impedindo o estabelecimento de qualquer relação com a sociedade. (Doc. 79, p. 202)

O Doc. 90 investiga os diversos significados do termo "problema", especificamente os relacionados ao enfoque CTS presentes na linha da resolução de problemas e os "problemas que envolvem as contradições sociais, na perspectiva educacional freireana" (p.7). Em suas palavras:

A cultura torna-se parte da natureza humana, e passa a evoluir a partir das interações que vão sendo estabelecidas entre os sujeitos participantes. Assim, se o desenvolvimento humano é cultural, também é histórico. (Doc. 90, p. 23)

No Doc. 100 a autora constata que os cientistas que realizam pesquisa de base possuem uma visão cientificista, na qual desconsideram que o "campo científico se organiza e se autorregula e como esses mecanismos estão vinculados ao sistema social e à cultura." (Doc. 100, p. 13). Segundo a autora:

A posição cientificista, dos cientistas da pesquisa de base analisados nesse trabalho, de certo modo, restringe o espaço por onde a educação pode transitar e isso implica fazer considerações sobre eventuais desdobramentos como, por exemplo, questionar a participação da sociedade nos assuntos para os quais a ciência não tem um posicionamento definido, questões essas que fazem parte da vida cotidiana, com as quais a ciência e a tecnologia têm, atualmente, contribuídas. em seus discursos, a perspectiva da participação social esteve ausente de suas falas, indicando que o relacionamento, para eles, entre ciência e sociedade deve ser mantido através de uma via de sentido único, isto é, aquela que parte da ciência em direção à sociedade. (Doc. 100, p. 13)

Abordagem Socioecojustice: surge em decorrência dos questionamentos sobre a necessidade da educação possibilitar a geração de pessoas mais ativistas "onde o foco não é simplesmente sobre a compreensão dos impactos da ciência e da tecnologia na sociedade e no ambiente, mas em criticar e resolver esses problemas" através da capacidade de atuação e ação humana no mundo (Pedretti & Nazir, 2011, p. 17). As atividades devem desenvolver o "senso de justiça", o pensamento crítico e habilidades para resolver problemas. O intuito destas atividades é possibilitar aos alunos



desenvolver habilidades para fazerem "escolhas democráticas" (p. 17). Em relação às críticas, estas se relacionam ao fato dessa abordagem ser "extremamente tendenciosa, privilegiando um direito democrático baseado na filosofia ocidental" (Pedretti & Nazir, 2011, p. 17), e a dificuldade de superação pelos professores do paradoxo ideológico:

que por um lado, enfatiza a emancipação e autonomia, mas por outro lado insiste em que esta só pode ser alcançada dentro de um quadro filosófico muito específica. Um grande desafio para os professores que optarem por trabalhar com essa abordagem relaciona-se a negociação desta tensão e a elaboração de atividades que navegam a linha tênue entre a doutrinação e empoderamento. (Pedretti & Nazir, 2011, p. 17)

Dentro da abordagem Socioecojustice foram categorizadas duas pesquisas desenvolvidas no Brasil, Doc. 93 e 96 que serão analisadas na sequência.

No Doc. 93, a autora discutiu as possibilidades relacionadas:

à aprendizagem de Avaliação de Impacto Tecnológico (AIT) para reflexão e análise dos desafios que o processo de inovação tecnológica e a problemática ambiental acarretam à docência e Educação em Engenharia. (p. 8)

Em suas conclusões a autora propõe para a superação dessas lacunas a prática de AIT articulada com o enfoque em CTS e subsidiada pelo referencial freiriano.

No documento Doc. 96 o autor analisa a integração de aspectos políticos, econômicos e culturais no currículo de um curso técnico de nível médio objetivando a formação de cidadãos responsáveis civicamente. Cidadãos reconhecem quais são os impactos ambientais causados pelo desenvolvimento científico e tecnologia e saiba propor soluções de que minimizem esses impactos e preservem o meio ambiente.

Conclusões

Passados mais de 20 anos da publicação dos primeiros trabalhos acadêmicos produzidos no campo da educação CTS, constata-se que só na última década este campo se consolidou. Esta consolidação pode ser constatada pelo crescente número de grupos de pesquisas registrados no Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq, que até o segundo semestre de 2015, possuíam mais de 105 grupos de pesquisa certificados por suas instituições de origem, bem como, pelo aumento na última década de teses e dissertações, fato relacionado ao processo de expansão e consolidação da Pós-Graduação em Educação e em Ensino de Ciências.

De modo geral, as análises revelaram que, mesmo existindo consenso entre a comunidade acadêmica envolvida nos estudos CTS, diferentes interpretações surgem ao longo das décadas, revelando assim um "um campo em permanente construção e reconstrução" (Bernardo; Vianna; Silva, 2011, p. 376). Como constatado nesta investigação, não há uma única definição para o enfoque CTS, ou como os autores relatam:

a unanimidade sobre o significado do enfoque CTS para o ensino de ciências é algo que está distante de ser alcançada e essa pluralidade de entendimentos pode ser fruto da complexidade que envolve as relações CTS e das diferentes concepções dos teóricos que se dedicam a interpretá-la. (Bernardo, Vianna, & Silva, 2011, pp. 375-376)



Aibar e Quintanilla (2002) relatam que a heterogeneidade presente no campo da educação CTS, apesar de possibilitar a existência de cooperação interdisciplinar entre os pesquisadores do campo, não possibilita grandes discussões ou confrontos entre eles por motivos disciplinares, já que é possível verificar diferenças tanto metodológicas quanto teóricas presentes nas distintas áreas da educação CTS, demonstrando assim que a interdisciplinaridade em muitos estudos é superficial.

Dessa forma, apesar da diversidade de classificações, as características comuns aos estudos CTS são a preocupação em estudar e ressaltar os aspectos sociais presentes nas relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade; a realização de críticas à visão da ciência como uma atividade pura e neutra; a rejeição de estilos tecnocráticos; a promoção da participação pública na tomada de decisões; a aceitação da presença de fatores epistêmicos e não epistêmicos nos processos de criação e consolidação de afirmações do conhecimento científico e tecnológico; a desmistificação das visões distorcidas sobre a ciência; a discussão de temas vinculados à inovação, as políticas públicas, a educação, aos dilemas éticos, a enfoques de gênero, a construção de saberes, etc.

Referências

- Aibar, E., & Quintanilla, M. A. (2002). *Cultura tecnológica: estudios de ciencia, tecnología y sociedad*. Barcelona: Horsori Editorial.
- Aikenhead, G. S. (2000). STS science in Canada: from policy to student evaluation. In D. D. Kumar, & D. E. Chubin (Eds.), *Science, technology, and society: a sourcebook on research and practice* (pp. 49-89). New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Cutcliffe, S. H., & Mitcham, C. (2001). *Vision of STS – counterpoints in science, technology, and society studies*. Albany: State University of New York.
- Cutcliffe, S. H. (2003). *Ideas, máquinas y valores: los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Barcelona: Editorial Anthropos.
- Fisher, E. (2005). Lessons learned from the Ethical, Legal and Social Implications program (ELSI): Planning societal implications research for the National Nanotechnology Program. *Technology in Society*, 25(3), 321-328.
- Garritz, A., (1994). Ciencia-Tecnología-Sociedad en la enseñanza. A diez años de iniciada la corriente. *Educ. Quím*, 5(4), 217-223.
- González, W. J. (2005). *Science, technology and society: a philosophical perspective*. A Coruña: Netbiblo.
- Hodson, D. (2009). *Teaching and learning about science: Language, theories, methods, history, traditions and values*. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.
- Laville, C., & Dionne, J. (1999). *A construção do saber - Manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas*. Belo Horizonte: Editora UFMG.
- Linsingen, I. von. (2007). Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. *Ciência & Ensino*, 1, 1-16.



- Megid Neto, J. (1999). *Tendências da pesquisa acadêmica sobre o ensino de ciências no nível fundamental*. Tese de Doutorado em Educação. Campinas: Universidade Estadual de Campinas.
- Miller, J. D. (2000). *The Development of Civic Scientific Literacy in the United States*. In D. D. Kumar, & D. E. Chubin (Eds.), *Science, technology and Society. A Sourcebook on Research and Practice* (Cap. 2, p. 21-47). New York: Kluwer Academic/ Plenum Publishers.
- Miranda, E. M. (2012). *Tendências da perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) nas áreas de Educação e Ensino de Ciências: uma análise a partir de teses e dissertações brasileiras e portuguesas*. Tese de Doutorado em Educação. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos. Consultado em http://www.bdttd.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado/tde_arquivos/15/TDE-2013-10-25T090008Z-5688/Publico/5532.pdf
- Nunes, J. A. (2003). Um discurso sobre as Ciências 16 anos depois. In B. S. Santos (Ed.), *Conhecimento Prudente para uma Vida Decente: um discurso sobre as ciências revisitado* (2 ed., pp. 59-83). São Paulo: Cortez.
- Osorio Marulanda, C. (2010). Algunas orientaciones sobre la construcción de los estudios en ciencia, tecnología y sociedad. *Revista CS*, [S.l.], 45-67. Consultado em http://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/revista_cs/article/view/460
- Pedretti, E., & Nazir, J. (2011). *Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On. Science Education*, 1-26.
- Santos, B. S. (2003). *Conhecimento Prudente para uma Vida Decente: um discurso sobre as ciências revisitado* (2.ª Ed.). São Paulo: Cortez.
- Santos, M. E. V. M. (1999). *Desafios pedagógicos para o século XXI. Suas raízes em fontes de mudança de natureza científica, tecnológica e social*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Santos, M. E. V. M. (2005). Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS. Rumo a "novas" dimensões epistemológicas. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad CTS*, 2(6), 137-157.
- Sismondo, S. (2006). *An introduction to Science and Technology Studies*. Oxford: Blackwell Publishing.