

Os Temas de Pesquisa que Orbitam o Enfoque CTS: Uma Análise de Rede sobre a Produção Acadêmica Brasileira em Ensino

Research Issues Orbiting the STS Approach: A Network Analysis of the Brazilian Academic Production in Education

Thiago Brañas de Melo, Brasil

Fernanda Costa da Cruz de Pontes, Brasil

Marcia Bengio de Albuquerque, Brasil

Marco Aurelio Ferreira Brasil da Silva, Brasil

Alvaro Chrispino, Brasil

Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) é um enfoque que reconhece a ciência e a tecnologia como processos sociais complexos e que se instituiu na confluência de diversos campos de pesquisa. Este artigo tem como objetivo identificar quais temas de pesquisa apresentam uma aproximação à CTS na produção acadêmica brasileira da área de Ensino. Para tanto, optamos, como ferramenta metodológica, pela utilização da Análise de Rede sobre as palavras-chave de 144 artigos publicados em periódicos da área. Ao visualizar a rede, a imagem gerada se assemelhou a um orbital, apresentando CTS no núcleo e as outras 173 palavras-chave a seu redor. Baseado nas medidas de centralidade dessa rede, identificamos as vinte palavras-chave mais relevantes, que compuseram um conjunto de temas de pesquisa conectados à CTS. A análise qualitativa desse conjunto gerou uma revisão da produção brasileira de Ensino CTS.

Palavras-chave: Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS); Análise de Rede; orbital de palavras-chave; periódicos de Ensino; CTS Brasil.

Science-Technology-Society (STS) is an approach that recognizes science and technology as complex social processes and that established at the confluence of several search fields. This article aims to identify the research themes that are related to STS in the Brazilian academic production. Therefore, as methodological tool, to opted for using the Network Analysis on the keywords of 144 articles published in journals of the field. When viewing the network, the generated image resembled an orbital, showing STS in the center and the other 173 keywords around it. Based on the network centrality measures, we identify the twenty most relevant keywords, which composed a set of research themes connected to STS. The qualitative analysis of this set generated a review of the Brazilian production in STS Education.

Keywords: Science-Technology-Society (STS); Network Analysis; orbital of keywords; journals of Education; STS Brazil.

Introdução

A área que atualmente chamamos de Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) não tem uma única origem, sendo resultado de diversos estudos e movimentos interdisciplinares das últimas décadas. Exemplos de desdobramentos CTS são os movimentos sociopolíticos questionadores do uso indiscriminado da tecnologia e os estudos filosóficos, sociológicos e históricos da ciência e da tecnologia.

Para Cutcliffe (2003):

A missão central do campo [acadêmico] CTS, até o momento, tem sido expressar a interpretação da ciência e da tecnologia como um processo social. Deste ponto de vista, a ciência e a tecnologia são vistas como projetos complexos em que os valores culturais, políticos e econômicos nos ajudam a configurar os processos tecnocientíficos, que, por sua vez, afetam os mesmos valores e a sociedade que os detém. (CUTCLIFFE, 2003, p. 18, tradução nossa)

Essa interpretação proporciona um enfoque CTS a diversos campos, como a antropologia da ciência, a filosofia da tecnologia, a política científica e tecnológica, e a educação. Para melhor compreensão, Cutcliffe (2003) divide a área CTS em três vieses: programas voltados para as Políticas Públicas; programas de Estudos sobre Ciência e Tecnologia; e programas de CTS propriamente ditos.

Os programas voltados para as Políticas Públicas “ênfatizam a necessidade de, e a preparação em estudos de política de atuação e gestão adequadas” (CUTCLIFFE, 2003, p. 107, tradução nossa). Cutcliffe (2003) afirma que essa vertente surgiu, nas décadas de 1960 e 70, principalmente da preocupação de engenheiros e de gestores de tecnologia com um contexto sociotécnico mais amplo. Para González García et al. (1996) esse viés está mais centrado em uma tradição norte-americana e foi estimulado especialmente por alguns movimentos sociais de contracultura, com ênfase na ecologia e no pacifismo. Na América Latina esta abordagem, apresentada por Dagnino et al. (1996), recebe a denominação de Pensamento Latino-americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS), resultado de um conjunto de ideias de pesquisadores preocupados com a política científica e tecnológica na região. O desenho almejado pelo PLACTS incentivava uma produção local de conhecimento, para combater uma imposição descontextualizada de um conhecimento importado (SILVA, 2015).

Os Estudos sobre Ciência e Tecnologia (ECT) surgiram a partir de debates “entre historiadores, sociólogos e filósofos em relação às insuficiências das explicações de aspecto internalista sobre a natureza, origem, desenvolvimento e financiamento da ciência e da tecnologia” (CUTCLIFFE, 2003, p. 111, tradução nossa). González García et al. (1996) destacam o Programa Forte, com Barry Barnes, David Bloor e Steven Shapin,

como um marco desses estudos, influenciado por uma tradição mais europeia e pela busca de uma “ciência da ciência”. Tal programa interpreta a produção de conhecimento científico e tecnológico como um processo social, enquanto os ECT buscam uma discussão mais teórica. Esta diferenciação dos Programas de Políticas Públicas, fez com que Fuller (1997) denominasse de Alta Igreja, os Estudos sobre Ciência e Tecnologia, e de Baixa Igreja os movimentos preocupados com as Políticas Públicas, pelo seu caráter mais prático.

Cutcliffe (2003) chama de CTS propriamente dito uma vertente que surgiu no final da década de 1960 e que, em sua origem, está relacionada às necessárias mudanças na educação superior.

Esses cursos e programas põem ênfase especialmente na educação geral para uma cidadania responsável e inteligente em uma sociedade altamente científica-tecnológica. Como tal, podem insistir na alfabetização científica/técnica para uma cidadania prática e/ou uma análise contextual da ciência e da tecnologia como um fim em si mesmo. (CUTCLIFFE, 2003, p. 116, tradução nossa)

Como se pode averiguar, a formação em CTS acabou atingindo a educação científica e tecnológica em todos os níveis de escolaridade, pois não importando o nome que se desse, emergiu uma cultura capaz de “mudar o status quo mediante a humanização do currículo de ciência, de modo que tivesse relevância para a maioria dos estudantes” (AIKENHEAD, 2005, p. 114, tradução nossa).

No Brasil, o enfoque CTS se concentrou mais em pesquisas do campo educacional, notadamente, em temas relativos ao ensino de ciências (ARAÚJO, 2009). Esse fato justifica escolhermos a área de Ensino como foco de pesquisa, para contribuir com uma melhor compreensão de como a área CTS está sendo construída.

Este trabalho tem como objetivo identificar quais temas de pesquisa são afins à área CTS enquanto enfoque de pesquisa em ensino no Brasil. Para tanto, vislumbramos a área da seguinte forma: CTS estaria no foco de nossa pesquisa e outros temas apareceriam em seu entorno de acordo com a sua ligação com CTS. Além disso, quanto mais forte a ligação, mais perto de nosso foco central o tema estaria.

O presente texto se divide em três partes: a primeira é uma revisão sobre o enfoque CTS, suas possíveis origens e conceituações; na segunda parte, trazemos a Análise de Redes como a metodologia elencada para gerar um resultado que respondesse ao nosso objetivo; e a terceira parte é uma análise qualitativa da produção da área CTS no Brasil, visando interpretar como se dá a ligação entre o enfoque CTS e os principais temas que o orbitam.

Metodologia

Para avaliar quais os temas afins de CTS nas pesquisas nacionais, consultamos as edições eletrônicas de 26 revistas indexadas pelo Qualis da área de Ensino (triênio 2011-2013). São elas: Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia; Avaliação

- Revista da Avaliação da Educação Superior; Biodiversidade; BOLEMA; Caderno Brasileiro de Ensino de Física; Ciência & Cognição; Ciência & Educação; Ciência e Ensino; Ciência em Tela; Educação & Realidade; Educação Matemática Pesquisa; Educar em Revista; Ensaio - Pesquisa em educação em ciências; Experiências em Ensino de Ciências; Investigações em Ensino de Ciências; Pesquisa em Educação Ambiental; Química Nova; Química Nova na Escola; Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Sociedade; Revista Brasileira de Ensino de Física; Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência; Revista de Ensino de Ciências e Engenharia; Revista de Ensino de Ciências e Matemática – RENCIMA; Revista de Ensino de Engenharia; Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad; e Tecnologia e Sociedade.

Nessas revistas, buscamos as palavras ‘ciência’, ‘tecnologia’ e ‘sociedade’, juntas ou separadas e obtivemos um total de 144 artigos publicados entre os anos de 1996 e 2014¹. Sobre esse conjunto, surgiu um questionamento: se CTS fosse um centro de uma rede conexa, quais temas de pesquisa estariam orbitando a seu redor? Na busca por uma resposta plausível, optamos por usar a Análise de Redes para gerar uma possível modelagem da realidade da área.

Quando se pensa em um modelo em rede, “as relações indicam uma conexão entre duas ou mais pessoas ou coisas [que] podem abranger o compartilhamento, a entrega ou a troca de uma grande variedade de recursos” (HAYTHORNTHTHWAITE, 1996, p. 326, tradução nossa). E, “um dos maiores objetivos ao estudarmos como as coisas se conectam é compreender como esta conectividade influencia a funcionalidade e os processos relacionados a estas coisas” (FIGUEREDO, 2011, p. 345). Neste caso, percorremos uma rede formada pelas palavras-chave dos artigos do nosso corpus de pesquisa para descobrir quais temas de pesquisa têm mais centralidade numa rede em que CTS está no cerne.

Optamos por fazer esta análise a partir de palavras-chave, pois estas representam de forma abrangente as áreas temáticas dos artigos. Extraímos para uma planilha as palavras-chave de 137 artigos, pois 7 dos artigos selecionados não as apresentavam. Para estratificar dados demasiado heterogêneos, criamos algumas equivalências, como, por exemplo, tornar a palavra-chave “abordagem CTS” na palavra-chave “CTS”, e generalizações, como, por exemplo, incluir “livro didático” como “material didático”.

Toda rede é formada por vértices (ou nós) e por ligações que podem ser denominadas arestas ou arcos, estas se houver uma conexão direcionada entre os nós. Nossa rede tem como vértices as palavras-chave e, como arestas, o fato de estarem ligadas por pertencerem a um mesmo artigo. Para elucidar, tomemos como exemplo três artigos, que contêm as seguintes palavras-chave: formação de professores, abordagem CTS, PIBID e qualidade da água (SILVA; MORTIMER, 2012); casos simulados, CTS e formação de Professores (XAVIER; FLOR; REZENDE, 2013); CTS, currículo e efeito estufa (TOMMASIELLO, 2012). Após equivalência, a sub-rede formada ficou como a representada pela Figura 1.

¹ Esse quantitativo foi uma ampliação da pesquisa feita por Chrispino et al. (2013a; 2013b), que havia identificado 88 artigos de CTS nos periódicos da área entre os anos de 1996 e 2010.

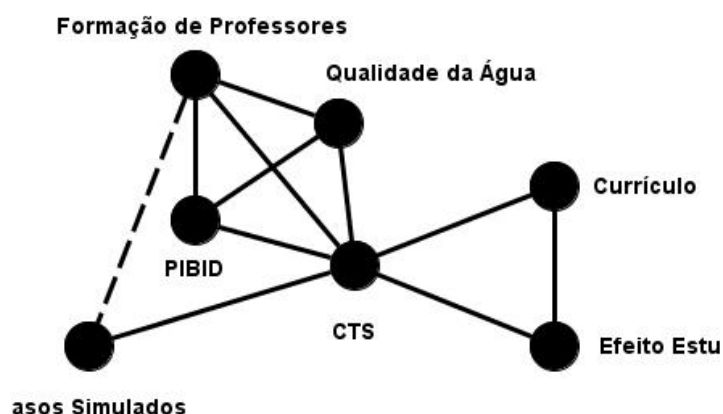


Figura 1. Um exemplo de sub-rede formada pelas palavras-chave

Assim, a Figura 1 mostra como a rede se compõe através das conexões encontradas entre os vértices e as arestas. Após gerar a rede de palavras-chave de todos os artigos, o grafo correspondente a ela continha 199 vértices e 651 arestas. Como nem todas as palavras-chave estavam interligadas, extraímos a maior componente conexa dessa rede, formada por 174 vértices e 623 arestas, na qual o tema CTS estava presente.

O próximo passo consistiu na definição dos temas principais, o que fizemos com o estabelecimento de critérios que apontaram as palavras-chaves mais centrais. Apesar de não haver um consenso sobre a definição de centralidade de uma rede, medidas desse tipo são usadas desde, pelo menos, a metade do século XX (Freeman, 1979). A centralidade é um dos conceitos mais estudados na análise de rede social. De acordo com Borgatti (2005), foram desenvolvidas várias medidas, incluindo a centralidade do grau, a centralidade de proximidade, centralidade de intermediação, a centralidade do autovetor, a centralidade da informação, a centralidade de intermediação de fluxo, dentre outras. A centralidade é, como sugere o próprio nome, uma maneira matemática de encontrar o ponto mais central de uma rede. Para evitar resultados carregados de vícios decorrentes de critérios específicos, adotamos três medidas de centralidade que, usadas em conjunto, evitam discrepâncias e conduzem a informações mais fidedignas. São elas: proximidade, intermediação e autovetor.

Na medida de centralidade de proximidade, “quanto maior a centralidade de proximidade de um vértice, menor a distância média do vértice para qualquer outro vértice” (OKAMOTO; CHEN; LI, 2008, p.187, tradução nossa). Isto significa dizer que quanto mais próximo um vértice é para todos os outros vértices, a informação pode alcançá-los mais facilmente. Na medida de intermediação, o critério é o número de conexões entre diferentes sub-redes que um vértice é capaz de fazer. Vértices com uma centralidade de intermediação alta agem como pontos de controle da comunicação entre eles, ou seja, “a intermediação é uma medida relacional” (LEYDESDORFF, 2007, p. 1305, tradução nossa). Já a centralidade de autovetor de um vértice é influenciada pela importância que seus vértices vizinhos têm na rede, ou seja, mesmo que um vértice tenha poucas ligações na rede, ele pode ser considerado um vértice central se ele tiver

ligações com vértices importantes (BONACICH, 1987).

Como toda pesquisa, precisamos realizar um corte em nossa amostra. Em busca de rigor, para que uma palavra-chave entre em nosso escopo de análise, definimos como parâmetro o fato de a palavra ter as medidas de centralidade de proximidade, de intermediação e de autovetor entre os 30 maiores valores de cada uma dessas centralidades. Assim, unimos as três medidas de importância para verificar o quanto essas palavras-chave se compõem na grande rede do ensino CTS, considerando o quanto elas ocupam posições centrais, o quanto elas se conectam com outras palavras-chave do mesmo tema e o quanto elas interagem com seus pares, no sentido de se relacionar mais intimamente ou mais distalmente com o núcleo CTS.

Resultados

Na Tabela 1, listamos as palavras-chave que atenderam ao critério de estar entre os 30 maiores valores da centralidade de proximidade, da centralidade de intermediação e da centralidade de autovetor de nossa rede, bem como suas posições no *ranking*, do maior para o menor valor, de cada uma das centralidades².

Tabela 1. Palavras-chave e suas centralidades

(continua)

| Palavra-chave | Centralidade de Proximidade | | Centralidade de Intermediação | | Centralidade de Autovetor | |
|----------------------------------------|-----------------------------|------|-------------------------------|------|---------------------------|------|
| | Valor | Rank | Valor | Rank | Valor | Rank |
| CTS | 0.7621 | 1° | 0.8075 | 1° | 0.6692 | 1° |
| Abordagem temática | 0.4626 | 18° | 0.0036 | 25° | 0.0750 | 22° |
| Alfabetização científica e tecnológica | 0.5014 | 5° | 0.0644 | 5° | 0.2086 | 5° |
| Ambiente | 0.4915 | 11° | 0.0087 | 18° | 0.0873 | 16° |
| Cidadania | 0.4943 | 10° | 0.0229 | 12° | 0.0781 | 20° |
| Contextualização | 0.5014 | 4° | 0.0094 | 17° | 0.0682 | 23° |
| Controvérsia | 0.4626 | 19° | 0.0054 | 22° | 0.0811 | 18° |
| Currículo | 0.4943 | 9° | 0.0354 | 8° | 0.1350 | 6° |
| Educação | 0.4701 | 15° | 0.0314 | 10° | 0.1017 | 10° |
| Educação científica e tecnológica | 0.5029 | 3° | 0.0695 | 2° | 0.2514 | 3° |
| Educação profissional | 0.4565 | 28° | 0.0078 | 20° | 0.1149 | 7° |
| Ensino de ciências | 0.5274 | 2° | 0.0511 | 6° | 0.3589 | 2° |
| Ensino de física | 0.5000 | 6° | 0.0678 | 3° | 0.0913 | 13° |
| Ensino de química | 0.4792 | 12° | 0.0072 | 21° | 0.0585 | 26° |

² Em nossa pesquisa, usamos o *software* Pajek. Nele, os algoritmos que calculam as três medidas de centralidade estão implementados e são acessados nos comandos do menu Network → Create Vector → Centrality. Em Batagelj e Mrvar (2002), há detalhes matemáticos dos algoritmos e a forma que eles foram implementados no Pajek.

Tabela 1. Palavras-chave e suas centralidades

(continuação)

| Palavra-chave | Centralidade de Proximidade | | Centralidade de Intermediação | | Centralidade de Autovetor | |
|-------------------------|-----------------------------|------|-------------------------------|------|---------------------------|------|
| | Valor | Rank | Valor | Rank | Valor | Rank |
| Formação de professores | 0.4986 | 7° | 0.0368 | 7° | 0.2170 | 4° |
| Material didático | 0.4957 | 8° | 0.0649 | 4° | 0.1131 | 8° |
| Paulo Freire | 0.4589 | 23° | 0.0040 | 24° | 0.0873 | 15° |
| Prática pedagógica | 0.4753 | 13° | 0.0028 | 28° | 0.0928 | 12° |
| Revista científica | 0.4714 | 14° | 0.0029 | 27° | 0.0625 | 25° |
| Tecnologia | 0.4577 | 24° | 0.0050 | 23° | 0.0584 | 27° |
| Temas sociocientíficos | 0.4577 | 25° | 0.0021 | 29° | 0.0978 | 11° |

Ao realizar uma média aritmética com o *ranking* das três medidas de centralidade que cada tema apresenta na tabela 1, temos como resultado um número que reflete a posição de centralidade do tema. Quanto menor o número, mais próximo de CTS (que é o nosso 'núcleo'). Com isso, é possível elencar os temas com ligações mais fortes com CTS da seguinte forma: educação científica e tecnológica (2,67); ensino de ciências (3,33); alfabetização científica e tecnológica (5,00); formação de professores (6,0); material didático (6,67); ensino de física (7,33); currículo (7,67); educação (11,67); cidadania (14,00); contextualização (14,67); ambiente (15,00); prática pedagógica (17,67); educação profissional (18,33); controvérsia (19,67); ensino de química (19,67); Paulo Freire (20,67); abordagem temática (21,67); temas sociocientíficos (21,67); revista científica (22,00); e tecnologia (24,67).

Nossa pesquisa vislumbra o enfoque CTS relacionado a outros temas de pesquisa (representados aqui pelas palavras-chave). Desta forma, construímos a partir das medidas de centralidade, calculadas neste trabalho, uma rede na qual CTS se encontra no centro da imagem, como se fosse um núcleo, e os demais temas a seu redor, como se estivessem orbitando-o (Figura 2). Para visualizar melhor a posição de cada tema na rede, dividimos nossa amostra nas seguintes partições: a primeira contém a palavra-chave CTS e ela se encontra mais ao centro da rede; concentrada mais perto de CTS se encontra a partição com as outras 20 palavras-chave da Tabela 1; e a terceira partição é formada pelas demais 153 palavras-chave.

Na imagem gerada na Figura 2, podemos ver os vértices (palavras-chave) representados pelos círculos, e as conexões entre eles (arestas) pelas linhas que os ligam. Dois tipos de filtros, baseados nas medidas de centralidade apresentadas anteriormente foram representados: tamanho e cor. Quanto maior o círculo representativo da respectiva palavra-chave, maior a sua posição no *ranking* de centralidades. Com isso, o círculo central, representativo de CTS, é o maior de todos, e aqueles que o orbitam seguem as diferentes gradações. A cor se refere ao nosso campo de corte. Na impossibilidade de tratar de todos os temas, elegemos os 20 primeiros, a partir dos critérios de centralidade

adotados. CTS, por ser o centro da rede, apresenta a cor vermelha (ou mais clara), os 20 primeiros temas em fúcsia (ou de coloração intermediária) e as 153 palavras-chave restantes em azul escuro (ou mais escuros).

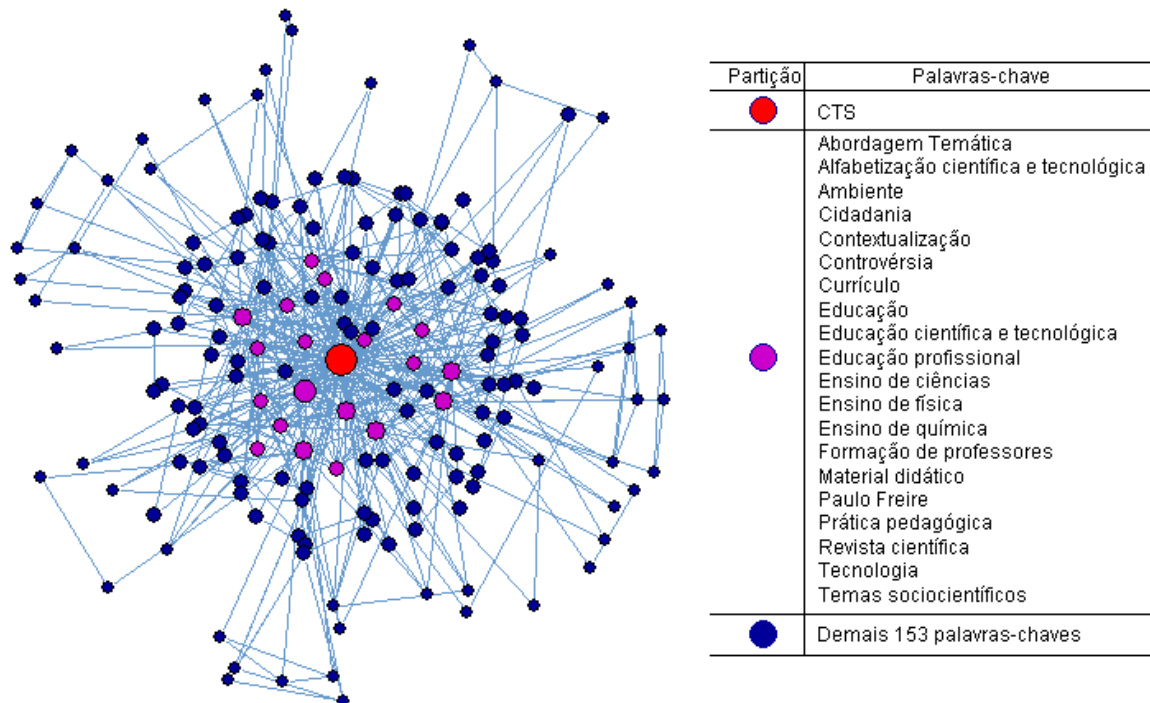


Figura 2. Rede de palavras-chave ligadas a CTS

Assim, a figura 2 evidencia que o campo de estudos CTS é extremamente heterogêneo. Em 137 artigos analisados, encontramos uma variedade de 174 vértices, ou seja, 174 palavras-chave diferentes. É necessário enfatizar que, além de possuir mais de uma palavra-chave, cada artigo possuía pelo menos uma palavra-chave diferente dos demais, o que nos explicita a variedade dos trabalhos. A nosso ver, as divergências não resultam em uma falta de identidade de CTS, mas podem representar uma interdisciplinaridade associada ao tema.

Encontramos ainda que a maioria das palavras-chave que ocupou as primeiras posições possui íntima relação com a educação científica. Portanto, os artigos se mostram coerentes, fazendo a ligação entre o campo do ensino e o campo CTS. Porém, não pudemos deixar de observar a ausência de algumas temáticas fundadoras de CTS (por exemplo, sociologia da ciência e da tecnologia, e política científica e tecnológica) nos artigos de ensino analisados. Na transposição das ideias de um campo para outro, como nas ideias de CTS para o ensino, acreditamos ser de extrema importância a visita aos campos fundadores, que evitam a distorção de ideias ou a compartimentalização de uma área que nossos próprios resultados comprovam ser multimoda.

Por fim é mister frisar que, a análise de redes nos permite ter uma visão panorâmica de como se comporta uma área, seja ela CTS ou qualquer outra. A metodologia escolhida, ainda que não tão popular quanto outras na área de ensino, apresenta uma

visão dos dados capaz de trazer amplitude e o tratamento de um número elevado de dados. Assim como metodologias de análise de conteúdo e suas derivadas, ela apresenta categorizações retiradas do próprio material de análise, porém, não de forma qualitativa, mas quantitativa. Isso permite que trabalhem tantos artigos quantos a literatura nos dispuser. Essa abordagem diferenciada se traduz não só em novas informações, como novas possibilidades de desenho de estudo, de gestão, de entendimento e de perspectiva de vieses e de lacunas da área CTS.

Aspectos relacionais das palavras-chave que orbitam CTS

Para analisar como os temas que orbitam CTS estão relacionados a essa área, buscamos, nos textos que compuseram nosso escopo de pesquisa, elementos qualitativos que traduzissem as conexões por nós encontradas. Vale pontuar que algumas das palavras-chave são discutidas conceitualmente nos artigos e outras são postas como destaque por serem elementos empíricos das referidas pesquisas. Por isso, na redação deste texto, daremos olhares diferenciados a cada termo abordado, baseado na ênfase que os próprios artigos em análise apresentam.

A expressão “educação científica e tecnológica” é usada genericamente na literatura para indicar qualquer atitude que transponha os saberes científicos e tecnológicos para o objetivo educacional, à parte do objetivo dos empreendimentos científicos e tecnológicos em si, podendo estar relacionada com os contextos de empoderamento (VALENTE, 2002) ou com as soluções para o baixo rendimento escolar e a redução do interesse dos alunos em áreas científicas e tecnológicas (DEMO, 2004). Além desses sentidos restritos, há ainda a possibilidade de interpretar o termo em seu sentido mais amplo e interdisciplinar: o da promoção da cultura científica (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2004). Nesta visão, não é mais possível manter uma educação sem perguntar o “para quê” na mesma medida do “como” e do “o quê”. As discussões CTS “[...] indicam a necessidade de explorar os conhecimentos sob um caráter mais amplo.” (ANGOTTI; AUTH, 2001, p.23). Essa visão converge com os objetivos da educação científica contemporânea e, conseqüentemente, torna esta abordagem um dos caminhos possíveis na perseguição deste objetivo, pois:

A ciência como cultura valoriza a dimensão formativa e cultural da educação científica. O reconhecimento do valor cultural e ético da ciência, nas suas interações com a tecnologia e com a sociedade, não é apenas dos dias de hoje. (SANTOS, 2009, p. 534)

Em relação à alfabetização científica e tecnológica, apesar da dificuldade de delimitação do conceito (LAUGKSCH, 2000), encontramos panorama semelhante, dado que esta expressão é uma concepção teórica. Na tentativa de elaborar os significados possíveis da alfabetização científica e tecnológica, Vázquez et al. (2003, p. 82-83, tradução nossa), valem-se de vários autores para tratá-los de três maneiras distintas:

- Lema que resume como palavra-chave os propósitos de reforma do ensino de ciências

de um amplo movimento internacional de especialistas em educação científica.

- Metáfora que serve para expressar de maneira geral as finalidades e os objetivos da educação científica.
- Mito cultural que, ainda que expressado originalmente desde uma perspectiva crítica, se pode reformular como a utopia que representa um ideal a se perseguir.

Ademais, a alfabetização científica e tecnológica pode extrapolar o espaço da escola, quando ressaltado seu caráter universal visando o *slogan ciência para todos os cidadãos*. Nesse sentido, Chassot (2003) defende que, mais que uma proposta, a alfabetização científica é uma oportunidade de inclusão social, ainda que as pelezas da sua realização estejam em debate. Coroando a indubitável relação entre a alfabetização científica e tecnológica e o pensamento CTS de forma geral, Dagnino (2014), que também vislumbra na alfabetização científica e tecnológica e nos campos CTS uma estratégia de inclusão social, dilata os horizontes do ensino CTS. Sendo assim, a tão estreita relação entre a alfabetização científica e tecnológica e o ensino CTS por nós evidenciada através da análise das publicações da área não só se justifica como se apresenta como premente no ensino de ciências contemporâneo.

Reconhecendo que a educação é um dos pilares da sociedade contemporânea (CARDINALI et al., 2012), quando os artigos que tratam do enfoque CTS se encontram nesse campo, em via de regra, há uma tentativa de ressignificar o ensino de ciências exposto pela educação formal, como destacado por Siqueira-Batista et al. (2010):

A 'natureza' das ciências da natureza, suas relações com a tecnologia – quiçá pensadas em termos de tecnociência – e seu papel na educação para a vida em sociedade são temas recorrentes na agenda do pensamento, no Ocidente, ao longo dos últimos séculos. (SIQUEIRA-BATISTA et al., 2010, p. 480)

Para tanto, uma distinção entre educação científica e tecnológica e o ensino de ciências (ou das disciplinas específicas) deve ser exposta, mesmo que nesse âmbito não seja possível traçar limites bem definidos. O ensino é um processo muito próprio do ambiente escolar, em que o aprendizado de um conteúdo específico é o foco e há uma sistemática bem planejada, com a finalidade de que os alunos obtenham um conhecimento mínimo estabelecido por questões didáticas. A educação tem um sentido mais amplo e abarca os metaconhecimentos próprios do ambiente local e global. Por isso, pode estar presente em diversos contextos, sejam eles formais ou não (PORTO; ZIMMERMANN; HARTMANN, 2010). Assim, quando se trata da educação científica e tecnológica, especialmente, sob o enfoque CTS, o contexto educacional remete a questões não apenas internas à ciência e à tecnologia, pois estes conhecimentos não estão desconectados da realidade (TEIXEIRA, 2003).

Algumas saídas são apontadas nas pesquisas na área de ensino de ciências a fim de situar os conteúdos científicos em um tempo-espaço. Por exemplo:

- Gurgel e Mariano (2008) propõem a introdução da história e da sociologia da ciência no ensino das ciências para que “os aprendizes reconheçam a Ciência e a Tecnologia como produtos humanos, marcados por sucessos e fracassos, como resultado de complexas condições sociais, culturais, conflitos, diferenças de atitudes, valores, modos de pensar dos grupos históricos” (p. 69).
- Porto, Zimmermann e Hartmann (2010) estimulam a interação entre museu e escola, acreditando “que a educação formal e não-formal, se reforçam mutuamente e que as atividades museológicas motivam a aprendizagem” (p. 55), no caso específico dessa pesquisa, a aprendizagem de física.
- Santos, Amaral e Maciel (2010, 2012a, 2012b) utilizam as aulas de química, na educação profissional, para trabalhar temas que envolvem elementos da química experimental, como: sabão, detergente, cachaça e cerveja. Segundo as autoras, o ensino de química sob o enfoque CTS potencializa o aumento das interações dialógicas em sala de aula.
- Também na educação profissional, Araújo e Formenton (2012) se apropriaram do enfoque CTS para tratar das fontes alternativas de energia automotiva no ensino de física, almejando proporcionar uma formação mais ampla, incentivadora de valores humanos, como a solidariedade e o bem coletivo.

Como se pode perceber, o enfoque CTS no ensino de ciências busca conciliar os conteúdos disciplinares com fatos sociais mais amplos. Nesse sentido, a contextualização aparece como uma ferramenta ideológica utilizada em diversos ambientes educacionais. Entende-se por contextualização em CTS, a ação que “privilegia o estudo de contextos sociais com aspectos políticos, econômicos e ambientais, fundamentado em conhecimentos das ciências e tecnologia” (SILVA; MARCONDES, 2010, p. 105).

Macedo e Silva (2010) alertam para a necessidade de reconhecer em qual perspectiva de contextualização um trabalho é alicerçado, pois há, pelo menos, cinco delas identificadas pelos autores: a contextualização como enunciado de fatos corriqueiros e cotidianos; a contextualização para exemplificação e aplicabilidade de conceitos; a contextualização histórica-sociocultural; a contextualização submetida ao sistema produtivo e ao mercado de trabalho; e a contextualização articuladora de temas sociais e conceitos científicos e tecnológicos.

A contextualização que articula os temas sociais e conceitos científicos e tecnológicos é a mais visada pelo enfoque CTS. Uma das preocupações dos pesquisadores da área é a forma como ela acontece nos materiais didáticos, quando ela acontece (MACEDO; SILVA, 2010; SILVA; MARCONDES, 2010). Reconhece-se que poucos materiais didáticos contextualizados da forma esperada pelo enfoque CTS são encontrados facilmente para serem usados por professores das áreas científicas e tecnológicas (AMARAL; XAVIER; MACIEL, 2009; TRÓPIA; VIANA; GUIMARÃES, 2013). Assim, uma possível saída seria o fomento de pesquisas visando à construção de materiais próprios que possibilitem a criação de cenários nos quais o conhecimento seja uma chave para a solução de problemas (SAMAGAIA; PEDUZZI, 2004).

A escolha do material didático a ser usado no ensino é uma questão curricular,

mas “a noção de desenvolvimento curricular refere-se, essencialmente, ao seu processo de construção, ou seja, à sua concepção, à sua implementação e à sua avaliação” (FERREIRA; MORAIS; NEVES, 2010). Assim, para Ferreira, Morais e Neves (2010), a construção e manutenção de um currículo é um processo que deve ser colaborativo, envolvendo vários entes com diferentes perspectivas do processo de ensino-aprendizagem, pois este é um processo iminentemente político situado em um espaço-tempo.

A orientação do currículo pelo enfoque CTS visa, entre seus objetivos, vencer um currículo hegemônico, chamado de tradicional, focado nos saberes e competências exclusivamente disciplinares. Questões sociais devem estar presentes não apenas no currículo oficial da educação científica, mas nas escolas, a fim de proporcionar uma interação, importante para a democracia, entre ciência, tecnologia e sociedade (AMORIM, 2001; CASSAB, 2008).

Para isso, um dos conceitos que deveriam ser abordados pelos currículos orientados pelo enfoque CTS é a tecnologia e suas diversas concepções – apesar de esta diversidade não ser trabalhada na educação científica e tecnológica escolar em suas amplitudes (SILVA et al., 2015). Tal fato é atestado pela recente pesquisa de Böck (2014), ao demonstrar que no universo de artigos que utilizamos para esta pesquisa, somente 1,72% deles foram escritos por autores específicos da área da tecnologia. Veraszto et al. (2013) apresentam diversas concepções acerca da tecnologia: intelectualista (processos progressivos e acumulativos); utilitarista (tecnologia como sinônimo de técnica); tecnologia como sinônimo de ciência; instrumentalista (tecnologia como sinônimo de artefatos tecnológicos); neutralidade (tecnologia não é boa, nem má); determinismo (tecnologia autoevolutiva); universalidade (tecnologia independente de contexto sociocultural); pessimismo tecnológico; otimismo tecnológico; e sociossistema. Por considerar que “a tecnologia é determinada pela interação de diferentes grupos através de relações sociais, políticas, econômicas, ambientais, culturais, entre outras” (VERASZTO et al., 2013, p.765), os autores de CTS consideram que a ideia de sociossistema é propícia para se trabalhar em uma educação tecnológica (SILVEIRA; BAZZO, 2009).

Outro ponto de destaque nos currículos orientados pelo CTS é o ambiente. As questões ambientais estiveram, e estão, em posição de destaque nas discussões em torno da construção social da ciência e da tecnologia, e, principalmente, nas falas que revelam os impactos negativos da utilização da ciência e da tecnologia. Isso pode ser representado pela valorização da publicação ‘Primavera Silenciosa’ de Rachel Carson, de 1962, que é elencada pelo movimento CTS como uma obra precursora, ao promover o debate a respeito do uso de substâncias não orgânicas, como o DDT (dicloro-difenil-tricloro-etano) e o BHC (hexacloreto de benzeno), nas práticas inseticidas e herbicidas. Segundo Carson, na época, havia o uso desses materiais de maneira indiscriminada e, conseqüentemente, a primavera chegava “sem ser anunciada pelo regresso dos pássaros; e as madrugadas se apresentam estranhamente silenciosas, nas regiões em que outrora se enchiam da beleza do canto das aves” (CARSON, apud ARAÚJO; SILVA, 2012, p. 104).

Discutir a temática ambiental, em um enfoque CTS, não é entrelaçar o ambiente às decisões tecnicistas, cujo objetivo é deixar a ciência acima dos conflitos e disputas ambientais e naturalizar a degradação ao ambiente como preço a ser pago pelo progresso tecnológico (SILVA; CARVALHO, 2012). O enfoque CTS traz a discussão para um nível mais social, buscando tornar crítica a relação sociedade-natureza, posicionando o homem como parte da natureza e corresponsável pelos riscos ambientais.

A partir do momento que se reflete sobre o contexto da produção do conhecimento científico e tecnológico, emergem outras questões controversas, além das ambientais. O debate sobre a natureza da ciência e da tecnologia toca em pontos que não possuem consenso. Faz parte da educação CTS a construção da criticidade, de modo que o sujeito saiba lidar com as diversas opiniões presentes no contexto no qual a ciência e a tecnologia não sejam os únicos elementos entre diversos pressupostos decisórios.

Para Reis (2005), trazer as controvérsias para o ensino gera potencialidades:

- a) Na construção de uma cultura científica indispensável a uma cidadania participativa.
- b) Na construção de conhecimentos relevantes para a vida em sociedade, transmitindo a ideia de que a escola não é uma coisa à parte, dissociada da vida real.
- c) Na motivação dos alunos e na estimulação da sua curiosidade.
- d) No desenvolvimento intelectual dos alunos, nomeadamente, através da promoção de capacidades de pensamento crítico.
- e) No desenvolvimento moral dos alunos através da clarificação de valores.
- f) Na construção de um conceito de ciência como empreendimento: (1) humano, influenciado por valores; e (2) colectivo, cujo avanço depende decisivamente da discussão de ideias e de opiniões.
- g) Na mudança de um conceito de ciência como disciplina bem delimitada, com respostas seguras em que a incerteza, a dúvida e o debate não são admissíveis. (p. 155)

O uso de controvérsia no ensino de ciências remete diretamente à educação CTS por meio de temas sociocientíficos. No enfoque CTS, um tema não serve apenas de introdução a um conhecimento científico, ele compõe todo um cenário revelador da complexa interação entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. Segundo Santos, Amaral e Maciel (2010), a abordagem por meio de temas sociocientíficos potencializa o processo de interação em sala de aula por meio de situações vivenciadas e expõe as atitudes, valores e concepções acerca da ciência e da tecnologia.

Nas pesquisas brasileiras, há uma tentativa de convergência entre o enfoque CTS e a proposta dos temas geradores de Paulo Freire. Auler (2003) tem chamado essa confluência de “abordagem temática”. Para este autor, apesar de não haver consenso no modo de escolha dos temas entre os pressupostos freireanos e os trabalhos com enfoque CTS, essa aproximação: propicia uma compreensão crítica sobre interações

entre Ciência-Tecnologia-Sociedade, com tentativa de superação do modelo de decisões tecnocráticas, da perspectiva salvacionista, redentora atribuída à Ciência-Tecnologia, e do determinismo tecnológico; contribui para a superação do ensino propedêutico; e é uma alternativa ao ensino meramente disciplinar.

Outro tema de proximidade no orbital em torno de CTS são as revistas científicas. A ciência está presente na tríade CTS e a divulgação de resultados por meio de periódicos é um dos produtos mais palpáveis da produção do conhecimento científico. Por isso, as revistas científicas estão no escopo da produção brasileira das pesquisas com o enfoque CTS, seja como um elemento pedagógico-epistemológico, como em Cardinali et al. (2012), seja como objeto de pesquisa, como em Chrispino et al. (2013a).

Considerações finais

Os impactos e desdobramentos da ciência e tecnologia têm se apresentado em velocidade ainda incompatível com nossa capacidade, enquanto sociedade organizada, de analisar, avaliar e decidir criticamente sobre sua atuação e seus rumos. O esforço de pesquisadores brasileiros em superar este desafio, ao defender o enfoque CTS no ensino, pode ser melhor entendido ao se apresentar os temas mais centrais de suas abordagens, o que também deposita luz sobre uma área multidisciplinar em franca expansão e com fronteiras não definidas. As contribuições para o desenvolvimento da área são fundamentais diante do cenário atual, em que pesquisas apontam que as concepções acerca da interação entre ciência, tecnologia e sociedade apresentam ingenuidades por parte dos professores, desde a sua formação inicial (GURGEL; MARIANO, 2008). Nesse contexto, percebemos que muitas vezes as concepções ao final da graduação, e na prática cotidiana do professor já em exercício, acabam sendo tão ou mais ingênuas que as concepções de graduandos no início de sua graduação (BENNÁSSAR et al., 2011) – concepções distorcidas acerca do conceito de tecnologia são um dos casos em que isso ocorre de forma mais evidente (CHRISPINO et al., 2011).

Alguns estudos apontam que uma possível saída para as concepções se tornarem mais adequadas é discutir e implementar práticas pedagógicas, sob o enfoque CTS, com professores em formação inicial e com professores em exercício (CASSIANI; VON LINSINGEN, 2009; TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2005). A visualização do enfoque CTS como um campo acadêmico orbitado por diversos temas de pesquisa, ajuda a entender como estamos construindo este caminho. Na verdade, esta visão geral permite perceber pontos fortes e pontos fracos no conjunto da produção, da mesma forma que identifica tendências e intencionalidades do Ensino CTS.

A análise deste arranjo nos aponta um alinhamento do foco dos pesquisadores com relevantes instituições da área, ao tratar a educação científica e tecnológica e o ensino de ciências como temas mais centrais. Isto porque instituições nacionais e internacionais, como a Esocite-BR (Associação Brasileira de Estudos Sociais das Ciências e das Tecnologias), a 4S (Society for Social Studies of Science) e a EASST (European Association for Studies of Science and Technology) preconizam fortemente o

desenvolvimento e a promoção da educação CTS nos diversos níveis de ensino. Contudo, apresenta também a tecnologia como tema menos central, justamente aquele em que estudantes e professores apresentam concepções mais ingênuas e equivocadas, conforme apresentamos acima. A análise qualitativa dessas ligações, realizada na seção ‘Aspectos relacionais das palavras-chave que orbitam CTS’, gerou uma revisão do enfoque CTS na educação, baseada na produção acadêmica brasileira da área de ensino, o que contribui para a consolidação da área, além de poder alicerçar futuras pesquisas na linha CTS.

Nesta revisão, o enfoque CTS se revelou como um tema de pesquisa que apresenta afinidades com outros temas, recebendo contribuições de várias áreas, o que reforça seu caráter aberto e multidisciplinar. Uma inferência que fazemos – ao perceber a riqueza do orbital analisado – é que CTS representa mais do que um conjunto de técnicas ou um tema de propriedade de um grupo de pesquisadores. CTS representa um meio cultural que canaliza várias fontes, de forma a contribuir para o desenvolvimento de uma visão crítica, histórica e contextualizada da organização, produção e aplicação da ciência e da tecnologia como um processo social.

Uma etapa seguinte poderá contemplar um estudo das relações destas palavras-chaves com os autores dos artigos analisados, bem como com as instituições a que estão vinculados, permitindo conhecer a visão e a abordagem própria de cada autor e instituição na grande área de conhecimento que é o Ensino CTS.

Financiamento

Este trabalho foi desenvolvido com o auxílio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq por meio de recurso do Edital Universal 2013.

Referências

AIKENHEAD, G. Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se le llame. **Educación Química**, v. 16, n. 2, 2005.

AMARAL, C. L. C.; XAVIER, E. S.; MACIEL, M. D. Abordagem das relações Ciência/Tecnologia/Sociedade nos conteúdos de funções orgânicas em livros didáticos de Química do Ensino Médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 1, p. 101–114, 2009.

AMORIM, A. C. R. O que foge do olhar das reformas curriculares: nas aulas de biologia, o professor como escritor das relações entre ciência, tecnologia e sociedade. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 47–65, 2001.

ANGOTTI, J. A. P.; AUTH, M. A. Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. **Ciência & Educação** v. 7, n. 1, p. 15–27, 2001.

ARAÚJO, A. B.; SILVA, M. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade; Trabalho e Educação: possibilidades de integração no currículo da Educação Profissional e Tecnológica.

Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências, v. 14, n. 1, p. 99, 2012.

ARAÚJO, M. S. T.; FORMENTON, E. R. Fontes Alternativas de Energia Automotiva no Ensino Médio Profissionalizante: análise de uma proposta contextualizada de ensino de física em um curso técnico. **Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.5, n.1, p.33–61. mai. 2012.

ARAÚJO, R. F. Os grupos de pesquisa em ciência, tecnologia e sociedade no Brasil. **Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Sociedade**, v. 1, n. 1, p. 81–97, 2009.

AULER, D. Alfabetização científico-tecnológica: um novo “paradigma”? **Ensaio – pesquisa em educação em ciências**, v. 5, n. 1, p. 1–16, 2003.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 2, p. 1–13, 2001.

BATAGELJ, V.; MRVAR, A. Pajek - Analysis and Visualization of Large Networks. In: MUTZEL, M.; JÜNGER, M.; LEIPERT, S. **Graph Drawin 2001**. Berlin: Springer, 2002.

BENNÁSSAR, A.; VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M. A.; GARCÍA-CARMONA, A. (Org.). **Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología**. Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI, 2011.

BÖCK, B. S. Ciência, Tecnologia e Sociedade e a construção social da tecnologia no Brasil: uma representação por análise de redes sociais. 2015. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2015.

BONACICH, P. Power and centrality: A family of measures. **American Journal of Sociology**. p. 1170–1182, 1987.

BORGATTI, S. P. Centrality and network flow. **Social Networks**. v.27, n.1, p.55–71, 2005.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. **Ciência & Educação** v. 10, n. 3, p. 363–381, 2004.

CARDINALI, S. M. M.; PINTO, B. P.; GARCIA, T. C. M.; FRENEDOZO, R. C. Construção de revista eletrônica científica mediando processos de ensino-aprendizagem em biotecnologia e meio ambiente: uma abordagem CTS no ensino técnico CEFET/MG. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 3, n. 3, p. 617–626, 2012.

CASSAB, M. A democracia como balizadora do ensino das ciências na escola: como discutir este desafio? **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, n. 2, 2008.

CASSIANI, S.; VON LINSINGEN, I. Formação inicial de professores de Ciências: perspectiva discursiva na educação CTS. **Educar em Revista**, n. 34, p. 127–147, 2009.

CHASSOT, A. Alfabetização Científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação** v. 22, p. 89–100. mar. 2003.

CHRISPINO, A.; LIMA, L. S.; ALBUQUERQUE, M. B.; FREITAS, A. C. C.; SILVA, M. A. F. B. A área CTS no Brasil vista como rede social: onde aprendemos? **Ciência & Educação**, v. 19, n. 2, p. 455–479, 2013.

CHRISPINO, A.; SILVA, M. A. F. B.; ANTONIOLI, P.; NIGRO, F. As crenças de professores e alunos sobre a tecnologia. In: BENNÁSSAR, A.; VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M. A.; GARCÍA-CARMONA, A. (Org.). **Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología**. Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI, 2011.

CUTCLIFFE, S. H. **Ideas, máquinas y valores: los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad**. Barcelona: Anthropos Editorial, 2003.

DAGNINO, R.; THOMAS, H.; DAVYT, A. El pensamiento en ciencia, tecnología y sociedad en Latinoamérica: una interpretación política de su trayectoria. **Redes**, v. 3, n. 7, p. 13–52, 1996.

DAGNINO, R. Para que ensinar CTS? **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 10, n. 3, 2014.

DEMO, P. **Aprendizagem no Brasil: ainda muito por fazer**. [S.l.]: Mediação, 2004. .

DIAS, R. A.; BALESTIERI, J. A. P.; MATTOS, C. R. Um exercício de uso racional da energia: o caso do transporte coletivo. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 23, n. 1, p. 7–25, 2006.

FERREIRA, S.; MORAIS, A. M.; NEVES, I. P. Concepção de currículos de ciências. Análise dos princípios ideológicos e pedagógicos dos autores. **Educação & Realidade**, v. 35, n. 1, p. 283–309, 2010.

FIGUEIREDO, D. R. Introdução a Redes Complexas. In: SOUZA, A. F. D.; MEIRA JR., W. **Atualizações em Informática 2011**. [S.l.]: PUC-RJ, 2011. p. 303–358.

FREEMAN, L. C. Centrality in social networks conceptual clarification. **Social networks**, v. 1, n. 3, p. 215–239, 1979.

FULLER, S. Constructing the High Church-Low Church Distinction in STS Textbooks. **Bulletin of Science, Technology & Society**, v. 17, n. 4, p. 181-83, 1997.

GONZÁLEZ GARCÍA, M. I., LÓPEZ CERESO, J.A. y LUJÁN LÓPEZ, J. L. **Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología**. Madrid: Technos, 1996.

GURGEL, C. M.; MARIANO, G. E. Concepção de neutralidade e objetividade da ciência e tecnologia na formação de professores de ciências: argumentos para a inserção da história e sociologia da ciência na construção do conhecimento científico. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 1, 2008.

- HAYTHORNTHWAITE, C. Social network analysis: An approach and technique for the study of information exchange. **Library & information science research**, v. 18, n. 4, p. 323–342, 1996.
- LAUGKSCH, R. C. Scientific literacy: A conceptual overview. **Science education** v. 84, n. 1, p. 71–94, 2000.
- LEYDESDORFF, L. “Betweenness Centrality” as an Indicator of the “Interdisciplinarity” of Scientific Journals. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 58, n. 9, p. 1303–1309, 2007.
- MACEDO, C. C.; SILVA, L. F. Contextualização e Visões de Ciência e Tecnologia nos Livros Didáticos de Física Aprovados pelo PNLEM. **Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 3, n. 3, p. 1-23, 2010.
- OKAMOTO, K.; CHEN, W.; LI, X. Y. Ranking of closeness centrality for large-scale social networks. In: Preparata, F. P.; Wu, X.; Yin, J. (Org.). **Frontiers in Algorithmics** 5059. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2008. p. 186–195.
- PORTO, F. S.; ZIMMERMANN, E.; HARTMANN, A. M. Exposições Museológicas para Aprendizagem de Física em Espaços Formais de Educação: um estudo de caso. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 1, p. 26–62, abr. 2010.
- REIS, P.; GALVÃO, C. Controvérsias sócio-científicas e prática pedagógica de jovens professores. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 131–160, 2005.
- SAMAGAIA, R.; PEDUZZI, L. O. Q. Uma experiência com o Projeto Manhattan no Ensino Fundamental. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 2, p. 259–276, 2004.
- SANTOS, M. S.; AMARAL, C. L. C.; MACIEL, M. D. Temas sociocientíficos “cachaça” em aulas práticas de química na educação profissional: uma abordagem CTS. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 1, p. 227, 2012a.
- SANTOS, M. S.; AMARAL, C. L. C.; MACIEL, M. D. Temas sociocientíficos “sabão e detergente” em aulas práticas de química na educação profissional: uma abordagem CTS. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 3, n. 3, p. 405–418, 2012b.
- SANTOS, M. S.; AMARAL, C. L. C.; MACIEL, M. D. Temas sociocientíficos (Cachaça e Cerveja) em aulas práticas de Química na educação profissional: uma abordagem CTS. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 3, n. 2, 2010.
- SANTOS, M. E. V. M. Ciência como cultura: paradigmas e implicações epistemológicas na educação científica escolar. **Química Nova** v. 32, n. 2, p. 530–537, 2009.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 95–111, 2001.
- SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. Visões de contextualização de professores de química na elaboração de seus próprios materiais didáticos. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 1, p. 101–117, 2010.

SILVA, L. F.; CARVALHO, L. M. A temática ambiental e as diferentes compreensões dos professores de física em formação inicial. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 2, p. 369–383, 2012.

SILVA, M. A. F. B.; MELO, T. B.; BÖCK, B. S.; CHRISPINO, A. A contribuição da construção da tecnologia para a abordagem CTS: desafios a partir dos resultados PIEARCTS. **Interacções**, v. 11, n. 34, p. 201–221, 2015.

SILVA, P. B. C. Ciência, Tecnologia e Sociedade na América Latina nas décadas de 60 e 70: Análise de obras do período. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Educação) – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2015.

SILVA, P. S.; MORTIMER, E. F. O projeto água em foco como uma proposta de formação no PIBID. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 4, p. 240–247, 2012.

SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. Ciência, tecnologia e suas relações sociais: a percepção de geradores de tecnologia e suas implicações na educação tecnológica. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 3, p. 681–694, 2009.

TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento CTS no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 177–190, 2003.

TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R. M. Construção de práticas didático-pedagógicas com orientação CTS: impacto de um programa de formação continuada de professores de ciências do ensino básico. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 191–211, 2005.

TOMMASIELLO, M. G. C. CTS no currículo de cursos de licenciatura: ideias dos alunos sobre efeito estufa. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 3, n. 3, p. 231–242, 2012.

TRÓPIA, G.; VIANA, F. E. C.; GUIMARÃES, A. Q. Análise de discurso ambiental e científico no recurso didático “protocolo para avaliação da saúde de rios e lagoas”, utilizado em projetos de educação ambiental em Minas Gerais, Brasil: reflexões a partir do enfoque CTSA. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 76–87, 2013.

VALENTE, M. O. Literacia e educação científica. In: Literacia e cidadania: convergências e Interfaces. **Atas...** Évora: Centro de Investigação em Educação “Paulo Freire” e Departamento de Pedagogia e Educação da Universidade de Évora, 2002.

VÁZQUEZ ALONSO, A.; ACEVEDO DÍAZ, J. A.; MANASSERO MAS, M. A. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias** v. 2, n. 2, p. 1, 2003.

VERASZTO, E. V.; SILVA, D.; CAMARGO, E. P.; BARROS FILHO, J. Concepções de tecnologia de graduandos do Estado de São Paulo e suas implicações educacionais: breve análise a partir de modelagem de equações estruturais. **Ciência & Educação**, v. 19, n. 3, p. 761–779, 2013.

XAVIER, P. M. A.; FLOR, C. C.; REZENDE, T. R. M. Concepções de licenciandos em química sobre a utilização de casos simulados dentro da perspectiva CTS. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 8, n. 2, p. 37–50, 2013.

Thiago Brañas de Melo

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro - IFRJ
Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ
Rio de Janeiro, Brasil
thiago.branas@ifrj.edu.br

Fernanda Costa da Cruz de Pontes

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ
Rio de Janeiro, Brasil
febiologia@gmail.com

Marcia Bengio de Albuquerque

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ
Rio de Janeiro, Brasil
marciabengio@gmail.com

Marco Aurelio Ferreira Brasil da Silva

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ
Rio de Janeiro, Brasil
marcobrasil2508@gmail.com

Alvaro Chrispino

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ
Rio de Janeiro, Brasil
alvaro.chrispino@gmail.com

Recebido em 16 de abril de 2015
Aceito para publicação em 12 de julho de 2016