



Controvérsias e CTS: analisando os textos da produção científica em Ensino CTS no Brasil

Controversies and STS: analyzing the texts of scientific production in STS Teaching in Brazil

Thiago Brañas de Melo

Instituto Federal do Rio de Janeiro, câmpus São Gonçalo (IFRJ)
Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ)
thiagobranas@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-1477-2047>

Márcia Bengio de Albuquerque

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ)
marciabengio@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-2660-979X>

Álvaro Chrispino

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ)
alvaro.chrispino@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-9914-3471>

Resumo:

Este trabalho tem como objetivo extrair de artigos em periódicos quais termos textuais melhor traduzem a relação entre as controvérsias científico-tecnológicas e o Ensino CTS na produção acadêmica brasileira. Para tanto, filtramos, de um banco de 244 artigos de Ensino CTS publicados até 2016, 15 textos que representam a controvérsia como temática e utilizamos a técnica de Mineração de Texto (com a ferramenta Sobek) sobre eles para gerar uma rede de termos textuais mais relevantes neles contidos. Nos resultados, os termos "ciência", "sociedade" e "ensino" despontaram como os mais centrais, sendo eles cercados de outros 9 termos adjacentes que mostram uma frequente relação com eles. Ademais, notamos a ausência de outros elementos mais sociais, filosóficos e políticos, como as questões ambientais, a ética, as tomadas de decisões, a economia e as políticas públicas, que são elementos matrizes das controvérsias. Esperamos que os dados desta pesquisa possam ser observados para um aprimoramento do campo por meio de ações de gestão do conhecimento.

Palavras-chave: Ensino CTS (ciência, tecnologia e sociedade); controvérsias; produção científica; Brasil; mineração de texto.

Resumen:

Este trabajo tiene como objetivo extraer de artículos en periódicos los términos textuales que mejor traducen la relación entre las controversias científico-tecnológicas y la enseñanza CTS en la producción académica brasileña. Para ello, seleccionamos, a partir de una base de



datos compuesta por 244 artículos de Enseñanza CTS publicados hasta 2016, 15 textos que representan la controversia como temática y, después de eso, utilizamos la técnica de Minería de Texto (con la ayuda de la herramienta Sobek) en ellos para generar una red de términos textuales más relevantes contenidos en ellos. En los resultados, los términos "ciencia", "sociedad" y "enseñanza" surgieron como los más centrales, rodeados por otros 9 términos adyacentes que muestran una frecuente relación con ellos. Además, observamos la ausencia de otros elementos más sociales, filosóficos y políticos, como los problemas ambientales, la ética, la toma de decisiones, la economía y las políticas públicas, que son los principales elementos de las controversias. Esperamos que los datos de esta investigación se puedan observar para una mejora en el campo a través de acciones de gestión del conocimiento.

Palabras clave: Enseñanza CTS (ciencia, tecnología y sociedad); controversias; producción científica; Brasil; minería de texto.

Abstract:

This paper aims to extract from articles in journals which textual terms best translate the relationship between scientific-technological controversies and STS Teaching in Brazilian academic production. To do so, we selected, from a database composed of 244 articles of STS Teaching published until 2016, 15 texts that represent the controversy as thematic and, after that, we use the technique of Text Mining (with the aid of Sobek tool) on them to generate a network of more relevant textual terms contained in them. In the results, the terms "science", "society" and "teaching" emerged as the most central, surrounded by other adjacent terms that show a frequent relationship with them. In addition, we note the absence of other more social, philosophical and political elements, such as environmental issues, ethics, decision making, economics and public policies, which are the main elements of the controversies. We hope that the data from this research can be observed for a field improvement through knowledge management actions.

Keywords: Teaching STS (science, technology and society); controversies; scientific production; Brazil; text mining.

Introdução

Há diversas formas de reagir diante de um conhecimento posto. Entre as mais comuns, temos a possibilidade de acatar a sua veracidade sem contrariar, ou levantar questionamentos sobre ele e sobre seu uso em determinadas situações. Ao buscar uma educação que visa mais o desenvolvimento da autonomia e da criticidade, entendemos esta última como algo a ser trabalhado em ambientes escolares, ainda mais nas sociedades contemporâneas, que valorizam sujeitos ativos que melhor fundamentam suas tomadas de decisões.

Com a finalidade de instituir um espaço respeitoso para apresentação de diversas opiniões e concepções acerca de um tema na educação científico-tecnológica, enquanto prática



pedagógica e campo de pesquisa, encontram-se técnicas e métodos que proporcionam a construção do conhecimento por meio de argumentações e contra-argumentações, como é o caso das controvérsias controladas e dos casos simulados (Martín Gordillo, 2003). Ações como essas encontram aderência ao campo de Ensino CTS, pelo seu aspecto mais relativista de interpretar o conhecimento científico-tecnológico como uma construção social (Cutcliffe, 2004).

A característica pluridisciplinar de CTS impõe às práticas do campo uma fuga do positivismo e um encontro com as abordagens mais humanistas e histórico-filosóficas (Bazzo, Linsingen e Pereira, 2003). Assim, o aprimoramento das participações sociais nos processos de tomada de decisões deve estar presente em qualquer discussão com enfoque CTS, para que se tornem mais transparentes fatores econômicos e políticos de um tema científico-tecnológico e também vontades emergentes das tradições culturais e dos estados de conveniência pessoais e coletivos.

Em particular, a questão que norteia este trabalho é elucidar quais termos textuais melhor traduzem a relação entre as controvérsias científico-tecnológicas e o Ensino CTS na produção acadêmica brasileira. Assim, metodologicamente, ele se caracteriza por uma pesquisa bibliográfica, de cunho descritivo, ou seja, observamos as publicações do campo e tiramos conclusões que instiguem a reflexão de seus componentes para melhor aprimoramento dos trabalhos futuros. Mais pragmaticamente, vale frisar que ele está inserido num projeto maior que mapeia toda a produção do campo de pesquisa de Ensino CTS no Brasil e que, dentre os 244 artigos sobre ensino CTS coletados em 31 periódicos especializados, entre 1996 e 2016, identificamos 15 deles que expõe explicitamente o trabalho de controvérsias, quando, em seus títulos, resumos ou palavras-chave, aparecem os termos controvérsia ou caso simulado como essenciais nas pesquisas relatadas.

Assim posto, organizamos este texto em algumas seções: breve revisão sobre o enfoque CTS e o uso das controvérsias no Ensino de Ciências, para elucidar a base teórica em que esta pesquisa se insere; detalhamento dos procedimentos metodológicos; e apresentação e análise dos nossos resultados.

Contextualização teórica

Apesar de haver um grupo de pensadores que busca manter uma "pura objetividade científico-tecnológica", ignorando que o conhecimento seja fruto de um sistema constantemente impactado pelo social e, simultaneamente, modificador dele, no século XX, emergiu uma gama de estudos que visava a sociedade como base para a produção do conhecimento científico-tecnológico. Eles começaram a advogar que o desenvolvimento dos conhecimentos é fruto de conjunturas sociais em espaços-tempos específicos. Essa forma de interpretar as relações em torno da ciência e da tecnologia foi sendo aperfeiçoada por uma construção coletiva de pesquisadores, ativistas e pensadores, especialmente, a partir da segunda metade do século XX. E, segundo Cutcliffe (2004), no final da década de 1960, o campo de estudos passou a ser formalmente denominado de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Com uma abordagem multidisciplinar e oriunda de discussões próprias da história, da filosofia e da sociologia, o campo CTS alcançou outras áreas de conhecimento, como a economia,



a política e a educação a fim de ampliar e propagar a nova visão de construção social da ciência e da tecnologia. Deste modo, CTS pode ser definido como campo que, "por um lado, visa explorar e compreender as muitas maneiras que a ciência moderna e a tecnologia formam a cultura, valores e instituições e, por outro, como valores modernos formam a ciência e a tecnologia" (Mansour, 2009, p. 287, tradução nossa).

Nessa concepção, surgiram cientistas e engenheiros que buscaram conhecimentos além dos tratados nos livros-texto, professores interessados em questões pedagógicas além de suas disciplinas e cientistas sociais que defenderam um conhecimento impregnado pelo contexto cultural, político e ideológico (Kumar e Chubin, 2000). Com isso, as condições para implementação de uma educação que envolvesse as questões sociais no tratamento científico-tecnológico foram se formando de modo a possibilitar uma abordagem CTS nos currículos escolares em meio a tantas outras opções postas pelas pesquisas acadêmicas. Para tanto, houve necessidade de mudanças essenciais no *status quo* do ensino de ciências e de tecnologia (Gaskell, 1982; Aikenhead, 2005), pois, ao escolher o enfoque CTS no Ensino, faz-se necessário sair da "zona de conforto" de metodologias e concepções mais tradicionais que comprometem a qualidade na prática pedagógica que deveria estar mais afinada com o mundo contemporâneo (Arxer, Zanon e Bizelli, 2018).

O Ensino CTS é uma alternativa viável para atender a necessária renovação do ensino de ciências com o intuito de suplantar os mitos de supremacia e neutralidade do conhecimento científico (Cachapuz, Gil-Pérez, Carvalho, Praia, e Vilches, 2005). Um exemplo disso é apresentado por Yager e Akcay (2008), após compararem estudantes egressos da educação secundária que tiveram a abordagem CTS no ensino de ciência com estudantes que estudaram por livros-texto tradicionais. Os autores concluíram que os estudantes após estarem num ensino CTS foram notadamente mais bem-sucedidos em:

- Promover ideias de uso de conceitos científicos em situações novas.
- Usar a criatividade, inclusive questionando, propondo possíveis explicações.
- Elaborar ensaios para validar as explicações geradas.
- Conversar sobre ciência em casa.
- Tomar atitudes na comunidade como resultado do estudo da ciência. (p. 15)

Como Rosa e Auler (2016), defendemos que não basta a simples escolha pelo Ensino CTS se ainda houver o silenciamento sobre a origem da ciência e da tecnologia, sobre as dimensões metacientíficas e metatecnológicas e sobre os valores internalizados nos artefatos. Mesmo que paulatinamente (Melo e Chrispino, 2013), a discussão deve se aprofundar para que todos os atores envolvidos no processo pedagógico minimamente se percebam socialmente responsáveis no trato das questões científico-tecnológicas (Ramsey, 1993). Isso está em consonância com o cenário de ensino CTS proposto por Waks (1992), que prevê um aprofundamento por meio de uma espiral de conhecimentos e atitudes que se inicia numa fase de autocompreensão do indivíduo até sua integração, tendo como objetivo a capacidade de construção de generalizações. Segundo o autor:



Ao movimentarem-se pelas fases da espiral, aprendizes de todas as idades podem ser guiados na formação de seus compromissos e convicções, bem como de seus valores e escolhas de estilo de vida. [...] Os aprendizes podem progredir em direção a uma responsabilidade social madura à medida que se movimentam por tais fases enfrentando e refletindo continuamente através da ciência e das questões de complexidade crescente controladas pela tecnologia. (p. 13)

Para ele, esse ciclo de responsabilidade pode ser alcançado progressivamente sejam em cursos consolidados do campo CTS, ou em enxertos em aula das diversas áreas de formações. A saber, sobre o enxerto CTS:

Trata-se de introduzir nas disciplinas já existentes nos currículos os chamados temas CTS, especialmente relacionados com acontecimentos tecnocientíficos que permitam reflexão e motivação para o estudo e debate. O tipo de material para estratégia de ensino são unidades curtas de temas CTS para alunos e para professores. (Chrispino, 2017, p. 87)

Assim, quando uma questão social afim aos conteúdos escolares proporciona debates sobre atitudes e valores humanos que permeiam o desenvolvimento científico-tecnológico, encontra-se aí uma oportunidade de abordar temas CTS que essencialmente são controversos, pois cada ator social acaba se preocupando em defender sua posição, e saber distinguir os argumentos mais técnicos em meio a debate deve ser parte da formação mais ampla na educação científico-tecnológica.

A prática de levar os estudantes a se posicionarem publicamente diante de um tema controverso não é recente, apenas foi atenuada na escolarização moderna. Segundo Flechsig e Schiefelbein (2003):

A 'disputatio' tem sua origem nas universidades da idade média, nas quais se provava a capacidade dos aprendizes, mediante um ritual, semelhante ao usado com o cavaleiro em caso de torneio. As disputas se realizavam regular e publicamente em todas as faculdades até o século XVIII, inclusive. Elas serviam ao aprendiz como apresentação pública e como exame dos exercícios de retórica. Consideravam-se como um método sistemático para buscar a verdade através de argumentações e contra-argumentações. No século XVIII, este método desapareceu paulatinamente das escolas secundárias ao prevalecer o enfoque científico moderno do iluminismo. Contudo, sobreviveu em diversas formas, em outras instituições, sobretudo, nos parlamentos, círculos de discussão e meios de comunicação. (p. 55, tradução nossa)

Ao observar o surgimento de CTS como um campo científico, após as Grandes Guerras, fica claro que a própria ideia de desenvolvimento proposta pela ascensão tecnológica do dito primeiro mundo se torna algo controverso nesse olhar do campo, pois estar à frente na corrida por armamento bélico, por avanços espaciais, por aprimoramento das comunicações e por domínio das análises e sínteses químicas e bioquímicas obrigava a sociedade muitas vezes ampliar as tolerâncias dos impactos sociais e ambientais negativos das pesquisas científico-tecnológicas. Nesse momento, saber contra-argumentar os atores sociais que detiam os poderes decisórios foi primordial para enfrentar a concepção triunfalista da ciência e da tecnologia, e evitar prejuízos socioambientais maiores dos ocorridos.



Atualmente, as controvérsias acerca das questões científico-tecnológicas podem ser suscitadas por: questões morais confrontantes com determinadas pesquisas, especialmente, envolvendo seres humanos (por exemplo, clonagem); aspectos legais, econômicos e ambientais não consensuais entre atores sociais; e disparidade de financiamento público de grandes projetos pesquisas em detrimento a outras de caráter mais social. (Nelkin, 1992; 1995; Reis, 2004). Essas realidades são naturalmente trazidas pelos estudantes e professores em suas atitudes e valores, e abordar o conhecimento sob enfoque CTS requer um descortinamento das concepções embutidas no processo argumentativo a fim de revelar a que grupo de interesse as vozes debatentes atendem.

De forma pragmática, as controvérsias científico-tecnológicas se iniciam a partir de uma polêmica que acaba gerando uma disputa de opiniões a nível epistêmico e social (Vallverdú, 2005) e, historicamente, sabemos que a conclusão de uma controvérsia, quando é possível, envolve uma gama de atores sociais com diversos interesses que geralmente apresentam um nível de estrutura relacional bem complexo, em que se encontram não apenas os fatos, mas também elementos não epistêmicos como emoções, vivências pessoais, culturas regionais e nacionais, pressões de instituições, influências políticas etc. (García-Carmona e Acevedo-Díaz, 2017). Portanto, ao trabalhar as controvérsias no ambiente escolar, inicia-se por meio de uma polêmica, mas com a ciência de que pode não haver resolução para a mesma, pois seu objetivo principal na formação dos alunos não está focado em fechar uma concepção para toda vida dos estudantes, senão é cognitivo, de exercitar o movimento de reconceitualização sobre um tema em debate (Chrispino, 2017). É como se os alunos tivessem oportunidade de imaginar outros cenários (futuros) fora de seus conceitos de vida (Martín Gordillo, 2016).

Ao avaliar o uso das controvérsias na educação científico-tecnológica, Reis (2016) nos alerta que:

A preparação dos alunos para a participação em processos avaliatórios, decisórios e de intervenção social sobre controvérsias sociocientíficas não é uma tarefa simples. A identificação das causas, a avaliação das consequências e a correção dos eventuais problemas resultantes do crescimento científico e tecnológico requerem: a) um enquadramento de conhecimentos científicos indispensáveis à apropriação de conhecimentos mais pormenorizados sobre as questões em causa; b) conhecimentos metacientíficos sobre a natureza, as potencialidades e os limites da ciência e da tecnologia; c) capacidades de pensamento crítico, tomada de decisões e resolução de problemas; d) atitudes e valores úteis à avaliação das dimensões ética e moral da ciência e da tecnologia; e) vontade, confiança e sentimento de poder para lidarem com assuntos científicos e tecnológicos do seu interesse; e f) conhecimentos sobre formas dos cidadãos intervirem ativamente na sociedade com o objetivo de contribuir para a mudança social. (p. 309)

Enfim, antes de seguir com o desenho metodológico desta pesquisa, à guisa de síntese, consideramos o trabalho com controvérsias científico-tecnológicas no ensino de CTS como uma maneira de educar criticamente para a cidadania, ao revelar a ciência como uma ação ao mesmo tempo técnica, social e política. Técnica, por tentar se manifestar numa aparente racionalidade de conteúdos. Social, por ser construída por humanos carregados de crenças, valores e interesses. E política, pois o que se vê num primeiro momento é apenas o conhecimento hegemônico, já que os demais foram suprimidos por ele. Assim, vivenciando os momentos de



discussão, os educandos podem agir com menos ingenuidade ao se depararem com situações envolvendo argumentos científico-tecnológicos que demandam tomadas de decisões.

Metodologia

Este trabalho é fruto de um projeto maior do grupo CTS e Educação, do CEFET/RJ, em que buscamos cartografar toda a produção CTS no campo de pesquisa de Ensino brasileiro. Nosso banco de artigos é composto por 244 publicações em 31 periódicos nacionais até dezembro de 2016. O instrumento de coleta utilizado nesta pesquisa para a seleção dos artigos consistiu de consulta à produção científica disponibilizada on-line. A lista dos periódicos foi obtida a partir do Qualis 2013/2016 (Avaliação feita pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Ministério da Educação – Brasil) em que foram classificados, no mínimo, como B2, cujo foco e escopo estão voltados para as pesquisas da área de Ensino de Ciências. Os periódicos utilizados foram: Acta Scientiae; Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia; Avaliação; Biodiversidade; Caderno Brasileiro de Ensino de Física; Ciência & Cognição; Ciência & Educação; Ciência e Ensino; Ciência em Tela; Ciências e Ideias; Debates em Educação Científica e Tecnológica; Educação Matemática Pesquisa; Educar em Revista; Ensaio: pesquisa em educação em ciências; Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista; Ensino, Saúde e Ambiente; Experiências em Ensino de Ciências; Investigações em Ensino de Ciências; Pesquisa em Educação Ambiental; Química Nova na Escola; Química Nova; Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Sociedade; Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia; Revista Brasileira de Ensino de Física; Revista de Ensino de Ciências e Engenharia; Revista de Ensino de Ciências e Matemática - RENCIMA; Revista de Ensino de Engenharia; Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência; Scientia Plena e Tecnologia e Sociedade.

Após a seleção dos periódicos, foi necessária a realização de duas etapas para a obtenção do nosso conjunto de artigos do Ensino CTS brasileiro. Na primeira etapa, o critério adotado para a obtenção dos artigos foi a utilização do operador booleano AND entre as palavras ciência, tecnologia, sociedade no sistema de busca avançada dos 31 periódicos. Na segunda etapa, foi feita a análise dos artigos com o propósito de certificar que estas publicações abordavam de fato o tema CTS. Esta análise foi dividida em duas partes. A primeira parte consistiu em selecionar os artigos que contivessem em seu título, resumo ou palavras-chave os termos ciência, tecnologia, sociedade ou suas variações (ciência/tecnologia/sociedade, ciência-tecnologia-sociedade, CTS, C-T-S, C/T/S). A segunda parte consistiu da análise na íntegra dos artigos que não atenderam o critério supracitado de identificação pelos metadados, mas que faziam parte do retorno no sistema de busca dos periódicos. Dessa forma, identificamos os 244 artigos.

Sobre o conjunto de artigo, uma análise foi feita em seus títulos, resumos e palavras-chave a fim de identificar quais deles tratavam de controvérsias sociocientíficas. Assim, 15 dos artigos foram selecionados, são eles:

- Baracat, A. C., e Rigolin, C. C. D. (2011) Controvérsias Sócio-Jurídicas dos Direitos Autorais na Era da Informação: propostas para Agenda de Pesquisa. *Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Sociedade*, 2(1), 12-24.



- Barbosa, L. G., Lima, M. E., e Machado, A. H. (2012). Controvérsias sobre o aquecimento global: circulação de vozes e de sentidos produzidos em sala de aula. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 14(1), 113-130.
- Campos, M. M., Ferreira, D. T., Ribeiro, E. O. R., e Freitas, N. M. S. (2013) A Controvérsia da Construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte: Como se Posicionam os Alunos do Ensino Médio. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, 3(2), 47-65.
- Flôr, C. C. (2008). Possibilidades de um caso simulado CTS na discussão da poluição ambiental. *Ciência & Ensino*, 1(2).
- Matiello, C., e Queluz, G. L. (2015). A definição da frequência de geração da UHE de Itaipu: trajetórias e controvérsias sociotécnicas. *Revista Tecnologia e Sociedade*, 11(23), 58-70.
- Navas, A. M., Contier, D., e Marandino, M. (2008). Controvérsia científica, comunicação pública da ciência e museus no bojo do movimento CTS. *Ciência & Ensino*, 1(2).
- Paiva, C. L., Zani, L. B., Duarte, I. D., e Jonis-Silva, M. A. (2013). Uso Indiscriminado de Antibióticos e Superbactérias KPC: Tema CTS Controverso no Ensino de Biologia. *Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica*, 3(1), 32-40.
- Pinheiro, N. A. P, e Bazzo, W. A. (2009). Caso Simulado no Ensino-Aprendizagem de Matemática: ensinar sob uma abordagem crítica. *Bolema*, 22(32), 101-122.
- Quevedo, J. P., Inácio, M., Wiczorkiewicz, A. M., e Invernizzi, N. (2016). A política de vacinação contra o HPV no Brasil: a comunicação pública oficial e midiática face à emergência de controvérsias. *Revista Tecnologia e Sociedade*, 12(24), 1-26.
- Reis, P., e Galvão, C. (2005). Controvérsias sócio-científicas e prática pedagógica de jovens professores. *Investigações em ensino de ciências*, 10(2), 131-160.
- Silva, L. F., e Carvalho, L. (2009). Professores de física em formação inicial: o ensino de física, a abordagem CTS e os temas controversos. *Investigações em Ensino de Ciências*, 14(1), 135-148.
- Vieira, K. R. C. F., e Bazzo, W. A. (2008). Discussões acerca do aquecimento global: uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula. *Ciência & Ensino*, 1(2).
- Xavier, P. M. A., Flor, C. C., e Rezende, T. R. M. (2013). Concepções de licenciandos em química sobre a utilização de casos simulados dentro da perspectiva CTS. *Experiências em Ensino de Ciências*, 8(2), 37-50.
- Zani, L. B., Paiva, C. L., Duarte, I. D., e Jonis-Silva, M. A. (2013). A técnica da controvérsia controlada sob a perspectiva do enfoque CTS: uma contribuição para o ensino de biologia. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 6(2), 62-75.
- Zuin, V. G., e Freitas, D. (2008). A utilização de temas controversos: estudo de caso na formação de licenciandos numa abordagem CTSA. *Ciência & Ensino*, 1(2).



A partir daí, compilamos o texto desses artigos em um único arquivo e sobre esse documento fizemos uma mineração de texto. A propósito dessa metodologia, Morais (2007, p. 42) nos explica que:

Considerada uma evolução da área de Recuperação de Informações (RI), Mineração de textos (Text Mining) é um Processo de Descoberta de Conhecimento, que utiliza técnicas de análise e extração de dados a partir de textos, frases ou apenas palavras. Envolve a aplicação de algoritmos computacionais que processam textos e identificam informações úteis e implícitas, que normalmente não poderiam ser recuperadas utilizando métodos tradicionais de consulta, pois a informação contida nestes textos não pode ser obtida de forma direta, uma vez que, em geral, estão armazenadas em formato não estruturado.

Os benefícios da mineração de textos pode se estender a qualquer domínio que utilize textos, sendo que suas principais contribuições estão relacionadas à busca de informações específicas em documentos, a análise qualitativa e quantitativa de grandes volumes de textos, e a melhor compreensão do conteúdo disponível em documentos textuais.

A mineração de texto utiliza algoritmos computacionais para extrair dos textos termos mais relevante e relacioná-los numa rede de interações. Para esse fim, escolhemos a ferramenta Sobek, desenvolvida pelo grupo de pesquisa GTech.Edu, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Brasil), visto que nela já se encontram implementados todos os processos computacionais voltados para a Língua Portuguesa (Reategui, Epstein, Lorenzatti e Klemann, 2011). O resultado do tratamento dado pelo Sobek sobre os 15 artigos em questão está representado na rede abaixo (Figura 1), em que a dimensão dos nós está relacionada com a frequência dos termos nos textos. Essa rede é o objeto de análise.

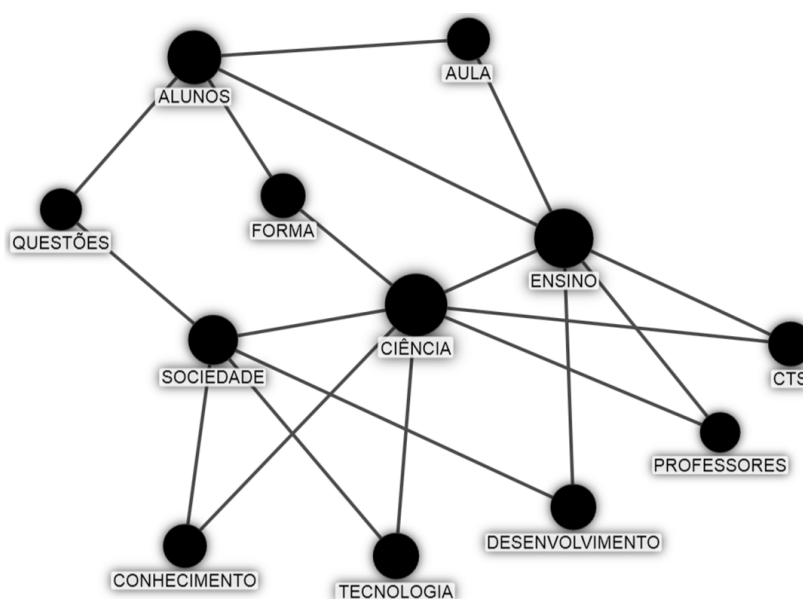


Figura 1 – Rede de termos gerada pelo software Sobek



Considerações analíticas

A tradução de uma situação posta de forma bruta numa representação de rede se apresenta como uma rica metodologia de gestão do conhecimento, pois possibilita mapear padrões e conexões entre entes talvez pouco perceptíveis em traçados objetivos, ou seja, a rede dá uma estrutura de base para que futuras decisões não sejam tomadas por interpretações puramente subjetivas. Neste caso, a representação dos textos como uma rede nos permite enxergar mais precisamente as colocações textuais e, conseqüentemente, as intenções dos autores da área em suas escritas. Nela, percebemos que há termos que são centrais e termos que são pontes entre conceitos. Observando essa estrutura relacional, avaliamos que:

- Há três termos mais centrais para o trabalho das controvérsias com o enfoque CTS: "sociedade"; "ciência"; e "ensino". Em Araújo (2009), já havia um apontamento de que, no Brasil, CTS está fortemente ligado às questões educacionais e de ensino quando se trata da produção acadêmica nacional. Não apenas nesta pesquisa, como em outras que visam mapear o Ensino CTS no país (Toledo, Albuquerque, Chrispino e Böck, 2016; Rocha, Gonzalez, Bruno e Chrispino, 2017), esses termos aparecem como se fossem uma síntese do campo, pois revelam que o Ensino de CTS acaba sendo tratado como uma linha de pesquisa dentro do campo de Ensino de Ciências e que seu principal objetivo é discutir os efeitos da ciência sobre a sociedade e da sociedade sobre a ciência. Mais especificamente, os pesquisadores acabam não se desvinculando de suas formações científicas disciplinares e vinculam a relação CTS ao Ensino de Biologia, ao Ensino de Química e ao Ensino de Física. Isso não representa um desmérito quando se pensa em melhorar a visão tradicional das disciplinas obrigatoriamente curriculares da educação básica, mas é válido ressaltar a necessidade de inserção de outras culturas epistemológicas no Ensino CTS brasileiro, pois, como argumenta Bauer (1990), cada disciplina que compõe a pluridisciplinariedade de CTS traz consigo a riqueza de suas atitudes, hábitos e práticas que são fundamentais para o sucesso do campo CTS.

- "Alunos" é outro termo relevante nas estruturas textuais do campo, quando observamos a quantidade de correlações entre ele e outros conceitos principais. Além de seu elo direto e óbvio com o "Ensino", ele tem a característica de aparecer na rede aliado a outro termo fazendo ponte entre os três nós (temas) mais centrais. "Questões" ligam a "sociedade" aos "alunos", isso nos leva a crer que CTS e controvérsias podem ser vistos na educação por estudos de casos sociais específicos. Metodologicamente, alguns autores utilizam o conceito "questões sociocientíficas" como sinônimo de controvérsias, nas palavras de Reis e Galvão (2005, p. 137):

As questões sociocientíficas consistem em controvérsias sociais suscitadas pelas eventuais implicações (econômicas, políticas, ambientais, éticas, etc.) de inovações científicas e tecnológicas e não em disputas acadêmicas internas e restritas à comunidade científica.

Continuando a analisar os elos com o termo "alunos", a rede apresenta as formas dos alunos entenderem a ciência, como se quisesse fazer aflorar as concepções dos alunos acerca do conceito "ciência". E mais, "aula" está em tríade com os alunos e o ensino, ou seja, nos induz a conjecturar que a educação formal ainda prevalece como ambiente de formação com o enfoque CTS, nos parecendo que o alcance dessa abordagem nos meios de divulgação científica é limitado.



- Ainda em torno dos três termos centrais, encontramos outros cinco que dão formato aos debates controversos no Ensino CTS. O primeiro deles é o próprio acrônimo CTS que aparece fortalecendo a ligação entre Ensino e Ciência, principalmente, se mostrando como uma linha de pesquisa e ação na educação científica. Outro nó nesse mesmo contexto traz um dos atores sociais mais importante da área: os "professores". Sejam motivados por razões pessoais ou por políticas públicas, são os responsáveis pela parte ativa de qualquer transformação e inovação educacional. "Contribuir para efetivar um ensino das ciências segundo uma orientação CTS [...] exige que se trabalhe com os professores para que possam enfrentar os novos desafios com confiança, segurança e iniciativa" (Tenreiro-Vieira e Vieira, 2005, p. 184). Adjacentemente à questão docente, na nossa rede de semântica, o conhecimento, a tecnologia e o desenvolvimento são tratados como pontos de reflexão no campo CTS, esses entes não estão apenas no âmbito educacional, mas são partes essenciais das pesquisas com vieses mais históricos, filosóficos, sociológicos e políticos (Sábato e Botana, 1968).

Apesar de o resultado da análise mostrar-se muito familiar às discussões recorrentes apresentadas em periódicos e eventos de CTS, algumas questões devem ser levadas em conta para aprimoramento das futuras pesquisas. Como já observado por outros pesquisadores (Layton, 1988; Acevedo Díaz, 1996), a tecnologia fica aquém da ciência nos textos publicados, soando como se os autores não se propusessem sair de suas zonas de conforto, isto é, podem não estar encaminhando o debate para além de suas formações iniciais em ciências básicas (biologia, química e física). Também causa estranheza a ausência de outros elementos mais sociais, filosóficos e políticos, como as questões ambientais, a ética, as tomadas de decisões, a economia e as políticas públicas, que são elementos matrizes das controvérsias (Chrispino, Lima, Albuquerque, Freitas e Silva, 2013).

Reis (2013) nos instiga a avançar para além dos debates das controvérsias em CTS, para as ações políticas. Mas, ao analisarmos os textos sobre as controvérsias, percebemos que as palavras utilizadas pelos autores revelam que ainda estamos trabalhando com uma rede muito limitada de conceitos para existir uma evolução da teoria para a prática política. Por isso a importância de estudos como este, em que tentamos contribuir para uma gestão do conhecimento já produzido. Não se trata de apenas de transformar o texto em dados. Almejamos dar um caráter mais organizacional ao campo, pois julgamos que assim a comunidade científica de Ensino CTS não se torne um agrupado de ilhas isoladas em que o conhecimento acaba se repetindo sem apuramento. Gerir o conhecimento é "transformar o conhecimento gerado pelos indivíduos (tácito) em informação (explícito), de modo a subsidiar a geração de idéias, a solução de problemas e o processo decisório em âmbito organizacional" (Valentim, 2008, p. 4).

Enfim, continuamos nosso trabalho de mapeamento do campo de Ensino CTS no Brasil no intuito de sempre alimentar uma autocrítica para que não caíamos na monotonia de alguns temas de pesquisa, pois senão dificultaremos a consolidação de uma formação mais ampla que CTS almeja, de revelar o ser humano plenamente presente nos processos que aparentam ser puramente técnicos. Neste sentido, podemos auxiliar no melhor entendimento de como o Ensino CTS se transforma em intervenções escolares efetivas e que ações de gestão do ensino mais contribuem para sua efetivação.



Referências

- Acevedo Díaz, J. A. (1996). La tecnología en las relaciones CTS. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 035-44.
- Aikenhead, G. (2005). Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se le llame. *Educación Química*, 16(2), 114-124.
- Araújo, R. F. (2009). Os grupos de pesquisa em ciência, tecnologia e sociedade no Brasil. *Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Sociedade*, 1(1), 81-97.
- Arxer, E. A., Zanon, D. A. V., e Bizelli, J. L. (2018). Contribuições do processo reflexivo para o entendimento da prática docente. *Dialogia*, (28), 121-132.
- Bauer, H. H. (1990). Barriers against interdisciplinarity: implications for studies of science, technology, and society (STS). *Science, Technology, & Human Values*, 15(1), 105-119.
- Bazzo, W. A., Linsingen, I. V., e Pereira, L. T. V. (2003) *Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)*. Madrid: OEI.
- Cachapuz, A., Gil-Pérez, D., Carvalho, A. D., Praia, J., e Vilches, A. (2005). *A necessária renovação do ensino das ciências*.
- Chrispino, A. (2017). *Introdução aos Enfoques CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade – na Educação e no Ensino*. OEI.
- Chrispino, A., Lima, L. S., Albuquerque, M. B., Freitas, A. C. C., e Silva, M. A. F. B. (2013). A área CTS no Brasil vista como rede social: onde aprendemos? *Ciência & Educação*, 19(2), 455-479.
- Cutcliffe, S. H. (2004). *Ideas, máquinas y valores: Los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Barcelona: Anthropos Editorial.
- García-Carmona, A., & Acevedo-Díaz, J. A. (2017). Understanding the nature of science through a critical and reflective analysis of the controversy between Pasteur and Liebig on fermentation. *Science & Education*, 26(1-2), 65-91.
- Gaskell, P. J. (1982). Science Education for Citizens: Perspectives and Issues. I. Science, Technology and Society: Issues for Science Teachers. *Studies in Science Education*, 9, 33-46.
- Kumar, D. D., e Chubin, D. E. (Eds.). (2000). *Science, technology, and society: A sourcebook on research and practice*. Springer Science & Business Media.
- Layton, D. (1988). Revaluing the T in STS. *International Journal of Science Education*, 10(4), 367-378.
- Mansour, N. (2009). Science-technology-society (STS) a new paradigm in science education. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 29(4), 287-297.
- Martín Gordillo, M. (2003). Metáforas y simulaciones: alternativas para la didáctica y la enseñanza de las ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(3), 377-398.
- Martín Gordillo, M. (2016). La ciencia, el futuro y las aulas: algunas propuestas didácticas sobre perspectiva. *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 11(33), 113-142.
- Melo, T. B., e Chrispino, A. (2013). Concepção de não neutralidade dos modelos matemáticos: uma experiência no ensino médio. *Educação Matemática Pesquisa*, 15(1), 125-146.
- Morais, E. A. M. (2007). *Contextualização de documentos em domínios representados por ontologias utilizando mineração de textos* (Dissertação de Mestrado). Instituto de Informática,



Universidade Federal de Goiás, Brasil.

- Nelkin, D. (Ed.) (1992). *Controversy: politics of technical decisions*. London: Sage Publications.
- Nelkin, D. (1995). Science controversies: The dynamics of public disputes in the US. In S. Jasanoff, G. Markle, J. Petersen & T. Pinch (Eds.), *Handbook of science and technology studies* (pp. 444-456). Thousand Oaks: Sage.
- Ramsey, J. (1993). The science education reform movement: Implications for social responsibility. *Science Education*, 77(2), 235-258.
- Reategui, E., Epstein, D., Lorenzatti, A., e Klemann, M. (2011) Sobek: a Text Mining Tool for Educational Applications. *International Conference on Data Mining* (p. 59-64), Las Vegas, Estados Unidos.
- Reis, P. (2004). *Controvérsias sócio-científicas: Discutir ou não discutir? Percursos de aprendizagem na disciplina de Ciências da Terra e da Vida* (Tese de Doutorado). Lisboa: Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Reis, P. (2013). Da discussão à ação sócio-política sobre controvérsias sócio-científicas: uma questão de cidadania. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, 3(1), 1-10.
- Reis, P. (2016). A Educação em Direitos Humanos através da discussão e ação sociopolítica sobre controvérsias sociocientíficas e socioambientais. In R. D. V. L. Oliveira & G. R. P. C. Queiroz (Coord.). *Tecendo diálogos sobre direitos humanos na educação em ciências* (pp. 305-318). São Paulo: Livraria da Física
- Rocha, M. L., Gonzalez, A. H. G., Bruno, N. V., e Chrispino, A. (2017). Representatividade da Biologia em CTS Por Meio de Análise por Redes Sociais. *Revista Contexto & Educação*, 32(102), 81-99.
- Sábato, J. A., e Botana, N. (1968). La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina. *Revista de la Integración*, INTAL, Buenos Aires, 1(3).
- Schiefelbein, E., e Flechsig, K. H. (2003). *Veinte modelos didácticos para América Latina*. Washington: OEA – Organización dos Estados Americanos.
- Tenreiro-Vieira, C., e Vieira, R. M. (2005). Construção de práticas didático-pedagógicas com orientação CTS: impacto de um programa de formação continuada de professores de ciências do ensino básico. *Ciencia & Educação*, 11(2), 191-211.
- Toledo, C. E. R., Albuquerque, M. B., Chrispino, A., e Böck, B. S. (2016). Os temas de pesquisa que orbitam o enfoque CTS: uma Análise de Rede sobre as Teses publicadas no Brasil. *Indagatio Didactica*, 8(1), 1367-1686.
- Valentim, M. L. P. (2008). Gestão da informação e gestão do conhecimento em ambientes organizacionais: conceitos e compreensões. *Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação*, 1(1), 1-16.
- Vallverdú, J. (2005). ¿Cómo finalizan las controversias?: Un nuevo modelo de análisis: la controvertida historia de la sacarina. *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 2(5), 19-50.
- Waks, L. J. (1992). The responsibility spiral: a curriculum framework for STS education. *Theory into Practice*, 31(1), 13-19.
- Yager, R. E., e Akcay, H. (2008). Comparison of student learning outcomes in middle school science classes with an STS approach and a typical textbook dominated approach. *RMLE Online*, 31(7), 1-16.