



## Sociologia interna do ensino CTS brasileiro: um ensaio por redes sociais

### Internal sociology of STS Brazilian education: an essay on social networks

**Thiago Brañas de Melo**

Instituto Federal do Rio de Janeiro, campus São Gonçalo  
thiago.branas@ifrj.edu.br

**Alvaro Chrispino**

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca  
alvaro.chrispino@gmail.com

**Márcia Albuquerque**

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca  
marciabengio@gmail.com

**Marco Aurélio Silva**

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca  
marcobrasil2508@gmail.com

#### Resumo:

Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) é um campo social e científico que busca interpretar a ciência e a tecnologia como construções sociais, promovendo um modelo multidirecional entre essas três esferas. Desde os ditos precursores desse campo, uma das preocupações tem sido a dinâmica interna da comunidade científica, que, neste trabalho, chamamos de sociologia interna. Apropriamo-nos desse olhar e, nesta pesquisa, buscamos modelar parte da realidade do campo de pesquisa do ensino CTS no Brasil, a fim de identificar quais as referências teóricas mais relevantes para os pesquisadores brasileiros e quais as instituições (grupos de interesse) se mostram mais devotados a essas referências, pois as escolhas curriculares estão intimamente ligadas às concepções dos grupos dominantes. Ao usar a Análise de Redes Sociais, como uma metodologia de pesquisa descritiva, identificamos os trabalhos de Santos e Mortimer (2002) e Auler e Delizoicov (2006) como altamente relevantes para o ensino CTS no Brasil e, depois, destacamos as instituições nacionais que mais estavam conectadas a esses trabalhos por meio das citações.

**Palavras-chave:** CTS (ciência, tecnologia e sociedade); sociologia interna da ciência; Brasil; Análise de Redes Sociais; ensino de ciência e tecnologia.

#### Resumen:

Ciencia, tecnología y sociedad (CTS) es un campo científico y social que trata de interpretar la ciencia y la tecnología como construcciones sociales, promoviendo un modelo multidireccional entre estas tres dimensiones. Desde los precursores de este campo, una de las preocupaciones ha sido la dinámica interna de la comunidad científica, que, en este trabajo, llamamos sociología interna. Nosotros nos apropiamos de esa visión y, en esta investigación, buscamos dibujar parte de la realidad del campo de la investigación de la enseñanza CTS en Brasil, con el fin de identificar las referencias teóricas más relevantes para los investigadores brasileños y qué instituciones (grupos



de interés) se muestran más de acuerdo con dichas referencias, porque las opciones curriculares están estrechamente relacionadas con conceptos de los grupos dominantes. Al utilizar el análisis de redes sociales, como metodología de investigación descriptiva, identificamos los trabajos de Santos & Mortimer (2002) y Auler & Delizoicov (2006) como altamente relevantes para la enseñanza CTS en Brasil y, en consecuencia, podemos destacar las instituciones nacionales más conectadas a estas obras a través de las citas.

**Palabras clave:** CTS (ciencia, tecnología y sociedad); sociología interna de la ciencia; Brasil; Análisis de Redes Sociales; enseñanza de la ciencia y la tecnología.

#### **Abstract:**

Science, Technology and Society (STS) is a social and scientific field that seeks to interpret science and technology as social constructions, promoting a multidirectional model between these three spheres. Back from the first precursors in the field, one of its main concerns has been the internal dynamics of the scientific community, which in this work, we call internal sociology. Following this perspective, in this research we seek to map out part of the Brazilian STS education research field in order to identify the most relevant theoretical references for Brazilian researchers, while establishing which institutions (interest groups) are more devoted to these references, since curricular choices are intimately linked to the conceptions of the dominant groups. By using Social Network Analysis as a descriptive research methodology, we identify the work of Santos and Mortimer (2002) and Auler and Delizoicov (2006) as highly relevant to Brazilian STS education, and then we highlight the national institutions more connected to these works through quotation analyses.

**Keywords:** STS (science, technology and society); internal sociology of science; Brazil; Social Network Analysis; science and technology teaching.

#### **Introdução**

Desde seus possíveis precursores, como Merton e Solla Price, o campo Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) tem entre suas preocupações o processo interno característico das pesquisas científicas. Contribuindo com esse intuito, este trabalho tem como objetivo identificar quais as instituições brasileiras usam o referencial do ensino CTS em suas produções na área de ensino. Vemos neste objetivo, uma maneira de mapear o estado da integração dos conteúdos CTS nos currículos, visto que conhecer o local de onde parte as citações aos trabalhos da área nos possibilita uma melhor compreensão do campo, pelo perfil das instituições e dos programas de pós-graduação nelas existentes.

A pesquisa foi dividida em duas partes: a primeira identifica quais os trabalhos mais relevantes no campo de ensino CTS do Brasil; a segunda aponta as instituições brasileiras que mais referenciam esses trabalhos. Além disso, temos na cientometria nossa abordagem metodológica e utilizamos a análise de redes sociais para encontrar os resultados almejados. A saber, a análise de redes sociais permite visualizar as interações sociais como redes (matemática e geometricamente, um grafo), não importando se os agentes dessas interações sejam artigos, instituições, autores, etc.



## Referencial Teórico

1. CTS é um campo que decodifica a ciência e a tecnologia como processos sociais complexos influenciados por (e influenciadores de) atitudes e valores culturais, políticos e econômicos, e que tem como objetivo principal a promoção da responsabilidade social junto às questões científicas e tecnológicas, possibilitando uma base argumentativa aos cidadãos para que eles se posicionem quando lhes forem pertinente (Cutcliffe, 2004; Ramsey, 1993).
  2. Com uma origem não bem definida, pois é um campo dinâmico e interdisciplinar, o acrônimo CTS tem diversas tradições históricas (López Cerezo, 1998; Dagnino, Thomas, & Davyt, 1996; Silva, 2015). A dita tradição europeia é oriunda dos Estudos de Ciência e Tecnologia, especialmente, do Programa Forte da sociologia do conhecimento científico. E, "tem sido tradicionalmente centrada no estudo dos antecedentes, ou dos condicionantes, sociais da ciência" (López Cerezo, 1998, p. 45). A dita tradição norte-americana emerge de uma reflexão sobre os impactos negativos da ciência e da tecnologia na sociedade, principalmente, a reflexão inerente a alguns movimentos de ativistas, como os de proteção ao meio-ambiente (López Cerezo, 1998, p. 45). Na América Latina, também houve um grupo de pesquisadores que estava preocupado com as políticas para um desenvolvimento das ciências e das tecnologias locais, buscando negar a importação compulsória do conhecimento de países dominantes na economia mundial. Às ideias desse grupo, Dagnino, Thomas e Davyt (1996) deram o nome de Pensamento Latino-americano de Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS). Esta vertente CTS foi objeto de estudo recente de Silva (2015), que agrupou informações sobre esse campo a fim de entender melhor o PLACTS.
  3. Vaccarezza (1998) apresenta duas formas de ação para o enfoque CTS: o campo CTS, voltado para os estudos acadêmicos da ciência e da tecnologia como processo social; e o movimento CTS, engajado na crítica dos impactos negativos da produção científica e tecnológica sobre a sociedade. Com o passar do tempo, o campo CTS foi sendo delimitado pelos programas de graduação e pós-graduação, e pelas publicações, formatando um campo de pesquisa.
  4. No campo CTS, encontramos muitos estudos que visam compreender o processo de construção do conhecimento científico e tecnológico. Latour e Woolgar (1997), ao discorrerem sobre a produção científica, assimilam esta a uma produção fabril, onde os artigos "são considerados pelos membros da equipe como os produtos de sua usina singular" (p. 39). Além disso, para Callon (2008), o texto científico "é visto como um objeto que define e associa entidades heterogêneas, seu desempenho e suas habilidades" (p. 152). Um único texto intermedeia toda uma rede sociotécnica. Inscrições muito simples, como o nome do periódico, de um título, o nome dos autores, citações e palavras-chave, já revelam para qual programa particular a publicação quer contribuir, formam "dramas sociotécnicos" (p. 152). Tanto que um texto está sujeito à oposição entre seu conteúdo e o contexto (Callon, 2008).
- Essas intencionalidades na produção do conhecimento científico e tecnológico levaram a Knorr-Cetina (2005) considerar que estes conhecimentos são fabricados por meio de negociação entre agentes e agências envolvidas e que, minimamente, a racionalidade científica está presente nessas negociações. Um exemplo disso é o artigo, que, ao ser publicado, precisa diminuir a ênfase dramática, inerente à prática de pesquisa, para ser aceito em uma rede de



razão (Knorr-Cetina, 2005).

O agenciamento dos grupos de interesses na construção e publicação de um artigo explica algumas reflexões dos ditos precursores do campo CTS, como Bernal e Merton. Já em 1939, Bernal mostrava uma preocupação com o que se tem publicado nos periódicos científicos, já que um pesquisador não tem tempo hábil para ler todos os artigos de sua área de interesse. A gama de periódicos faz com que a maior parte de bons artigos não se torne conhecida pelos cientistas e eles acabam perdendo seu espaço no tempo, pois não há como os pesquisadores apreciar todos os trabalhos de qualidade publicados em uma área (Bernal, 1939).

Ainda sem o conceito das relações heterogêneas na rede sociotécnica, Merton (2013) sugere uma medida para traduzir a relevância de determinados trabalhos a frente de outros trabalhos com resultados equivalentes. Ele chama de Efeito Mateus: “ao que tem, se lhe dará e terá em abundância, mas ao que não tem será tirado até mesmo o que tem” (Mateus 13, 12). Em alusão ao Evangelho, Merton transpõe essa norma para o reconhecimento de um cientista, no que ele chama de vantagem cumulativa. Esse conceito:

*Aplicado ao domínio da ciência, refere-se aos processos sociais por meio dos quais vários tipos de oportunidades de pesquisa científica, assim como as recompensas simbólicas subsequentes aos resultados daquela pesquisa, tendem a acumular-se para os praticantes individuais da ciência. Assim como também as organizações implicadas no trabalho científico. O conceito de vantagem cumulativa dirige nossa atenção para as maneiras pelas quais as vantagens comparativas iniciais, relativas à capacidade adquirida, localização estrutural e recursos disponíveis, contribuem para incrementos sucessivos da vantagem, de modo que as distancia entre os que têm e os que não têm na ciência (assim como em outros domínios da vida social) ampliam-se até que sejam refreadas por processos compensatórios. (Merton, 2013, p. 200)*

Observar sociologicamente a produção do campo sob uma percepção não isenta de valores e intencionalidade é agregar conceitualmente a abordagem CTS às pesquisas. Nesse viés, já apontamos que, como toda produção científica, a escolha de nosso objeto e referencial metodológico-analítico, por si só, impossibilita a representação fiel da realidade da área, mas pode revelar certos panoramas.

## O objeto de pesquisa: ensino CTS brasileiro

A era da informação formatou um cenário diferente para educação. Com o passar dos anos, 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 & 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. Para tanto, houve necessidade de mudanças essenciais no *status quo* do ensino de ciências e de tecnologia (Aikenhead, 2005; Gaskell, 1982).

Ziman (1980) aponta a permanente existência de uma visão materialista ingênua em que a tecnocracia é a face pública da ciência. Isso impede que os alunos a vejam de maneira mais humanística, carregada de valores.



*É por isso que existe uma necessidade urgente de ensinar mais sobre a ciência nas escolas e faculdades. Não é uma questão de subverter radicalmente cientistas e instituições tecnológicas estabelecidas, nem de desviar a corrente principal do ensino de ciências de seus meios tradicionais. A saúde do empreendimento científico depende de as pessoas terem uma imagem muito mais precisa da ciência e da tecnologia do que a compreendida a partir do currículo existente. Elas precisam olhar para dentro da Caixa Preta que envolve ciência, concebida como um instrumento de ação social. Este deve ser o objetivo fundamental do movimento para a educação CTS – não de substituir a educação científica convencional nem de modificá-la a ponto de não reconhecê-la, mas de corrigir o seu preconceito inconsciente com temas complementares. (Ziman, 1980, p. 53)*

O ensino CTS busca uma reforma curricular que tem como meta a promoção da responsabilidade social em assuntos científico-tecnológicos (Ramsey, 1993), ou seja, um balanceamento entre:

- 1. Aquisição de conhecimentos relacionados a ciência e tecnologia com três ênfases: assuntos pessoais, preocupações cívicas e perspectivas culturais.*
- 2. Utilização de competências de aprendizagem baseada em investigação científica e tecnológica por meio de uma participação efetiva em: coleta de informações, resolução de problemas e tomada de decisão.*
- 3. Desenvolvimento de valores e ideias sobre ciência e tecnologia na sociedade através de estudo de: questões locais, políticas públicas e problemas globais. (Bybee, 1987, p. 675)*

Não se trata de usar a tecnocracia para resolver todos os problemas sociais, muito pelo contrário, pensamos no cidadão formado como um agente social que contribui com suas posições e conhecimentos científico-tecnológicos quando for pertinente, mas sem esquecer-se dos valores e crenças que compõem a cultura local e global. Assim, uma educação CTS busca a desconstrução de alguns mitos e visões deformadas presentes atualmente na prática pedagógica e no senso comum, sejam eles de natureza conceitual ou atitudinal (Auler & Delizoicov, 2001; Cachapuz, Gil-Perez, Carvalho, Praia, & Vilches, 2005). Podemos citar algumas distorções: uma visão descontextualizada; uma concepção individualista e elitista; uma visão empírico-indutivista e ateorica; uma visão rígida, algorítmica e infalível; uma visão aproblemática e ahistórica (ergo acabada e dogmática); uma visão exclusivamente analítica; uma visão acumulativa, de crescimento linear; mito da superioridade do modelo de decisões tecnocráticas; mito da perspectiva salvacionista da ciência e da tecnologia; e, mito do determinismo tecnológico.

Segundo Teixeira (2003), quando se trata da realidade brasileira, CTS é tido como uma tendência mais progressista da educação em ciência, pois contrapõe as tendências não críticas de ensino. O autor posiciona CTS nesse âmbito ao reconhecê-lo como postulador de uma educação ligada ao contexto social e cultural da realidade local, que busca o não esvaziamento do humano nas práticas pedagógicas.

Outra questão da realidade brasileira é trazida por Auler e Bazzo (2001). Os autores apontam que o país tem uma história muito caracterizada pela produção agrária e pela transferência externa de meios de produção e de tecnologia. Nesse cenário, o pragmatismo e o imediatismo se tornam muito presentes na constituição cultural. Isso faz com que a população brasileira aceite mais facilmente a ciência e a tecnologia acabada, não sendo um ator ativo de suas construções. Assim, a abordagem CTS no ensino possibilitaria uma contestação do sistema nacional vigente, endossando a participação cidadã diante das questões sociopolíticas em torno da ciência e da



tecnologia.

Como opção ao sistema tradicional de ensino, mesmo que de forma momentânea (Pinheiro, Silveira, & Bazzo, 2001), as pesquisas com abordagem CTS vem se ampliando no Brasil. Seus sentidos e perspectivas versam sobre as questões científicas e tecnológicas presentes no cotidiano dos atores locais, na busca pela cidadania e de um pensar mais coletivo e do desenvolvimento da criticidade perante os argumentos postos por diversos enunciadores (Strieder & Kawamura, 2009).

Quanto à forma das pesquisas brasileiras em Ensino CTS, Freitas e Ghedin (2015) identificaram que a modalidade de formação mais presente na produção acadêmica é o Ensino Médio e os sujeitos mais investigados são os professores. Além disso, esses autores perceberam que há uma mudança nos objetivos das pesquisas, que ora estavam mais focados nas concepções dos estudantes e professores, e, nos últimos anos, as intervenções didáticas passaram a vigorar.

## Metodologia

Esta pesquisa de mapeamento possui um caráter descritivo, ou seja, ela tem “como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis” (Gil, 2002, p. 41). Assim, ela serve como fonte de dados para outras pesquisas mais analíticas, pela organização e síntese dada por ela.

Além disso, optamos por uma descrição quantitativa. Apesar de considerarmos relevantes as descrições qualitativas, por suas riquezas de conteúdo, a escolha pela abordagem quantitativa é um reconhecimento da realidade atual em que os resultados estatísticos orientam decisões em gestões públicas e privadas.

O caminho escolhido para obter os dados desta pesquisa foi a Análise de Redes Sociais (ARS). Nele, concebemos os cenários sociais como se fossem conjuntos de nós e suas relações capazes de representá-los estruturalmente. Nos últimos 30 anos, a ARS vem crescendo de maneira expressiva (Matheus & Silva, 2006). Nesse ínterim, o início da década de 1980, com a publicação de diversos manuais e o desenvolvimento de aplicativos computacionais, e o ano de 1993, com a ascensão da internet, merecem destaque (Otte & Rousseau, 2002).

Na ARS, atributos (como grupo étnico, gênero, nacionalidade, etc.) dos atores envolvidos na esfera social trabalhada recebem uma ordem secundária na análise, pois as ligações relacionais diretas entre dois atores são o foco principal do estudo (Wasserman & Faust, 1994). Dependendo do dinamismo da utilização da ARS, as redes podem explicitar um sistema em que os atributos dos atores sejam usados em conjunto com a estrutura da rede para possibilitar a criação de estratégias de ação de nível pessoal ou grupal (Marteleto, 2001).

Para fins analíticos, a rede é vista matematicamente e geometricamente como um grafo. A saber, o grafo é uma teoria que começou a ser construída por Euler, em 1736. Na teoria, dado um conjunto de vértices  $V$ , é possível identificar um conjunto  $A$  de arestas que são ligações entre dois elementos do conjunto  $V$ . Um grafo é um par  $(V, A)$ .

Pensar de forma estruturada o fluxo de informação na sociedade é se assentar “num processo epistemológico que postula que a forma das relações sociais obedece a princípios de organização



que escapam mais ou menos à consciência dos atores sociais e cuja transgressão é extremamente difícil" (Lemieux & Ouimet, 2008, pp. 12-13). Isso pode parecer reducionista, mas, na verdade, elaborar uma forma de ler os fragmentos da realidade por meio dos padrões de suas interações é uma tentativa de grande complexidade de remontar os sistemas em seus elos (Barabási, 2009).

## Primeira parte da pesquisa

Da análise de redes sociais, um dos conceitos mais relevante é o da centralidade. Nesta ideia, um vértice é relevante se ele possui uma posição central. Obviamente, a questão de centralidade é apresentada imersa em um contexto cultural. Ou seja, não há consenso sobre sua definição. Apesar disso, medidas desse tipo são usadas desde, pelo menos, a metade do século XX na análise de redes (Freeman, 1979). Freeman (1979) resgata uma ideia intuitiva para representar a centralidade de um vértice em um grafo (trabalhamos com o grafo sendo a representação geométrica e matemática de uma rede). Em um grafo formado por cinco vértices, P1, P2, P3, P4 e P5, e 4 arestas, P1-P5, P2-P5, P3-P5 e P4-P5, uma possível representação desse grafo seria uma n-estrela. De acordo com Goldbarg e Goldbarg (2012), um grafo  $G$  com  $n$  vértices é denominado estrela quando  $G$  é uma árvore que possui um vértice de grau  $n-1$  e os demais vértices de grau 1, ou seja, um grafo estrela é um grafo que possui um vértice central que é adjacente a todos os outros vértices do grafo, como desenhada na Figura 1. É intuitivo que o vértice P5 é o mais central desse grafo.

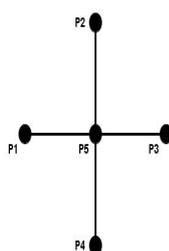


Figura 1. Grafo estrela.

Mas, nem toda relação é traduzida de forma tão simples como um grafo estrela. Se olharmos para uma rede mais complexa, percebemos a dificuldade de apontar os vértices mais centrais. Por isso, de acordo com Borgatti (2005), foram desenvolvidas várias medidas, incluindo a centralidade do grau, a centralidade de proximidade, centralidade de intermediação, a centralidade de autovetor, a centralidade PageRank, a centralidade de informação, a centralidade de intermediação de fluxo, etc. Cada qual com sua aplicabilidade em determinadas situações. Neste estudo, utilizaremos a centralidade PageRank.

A centralidade PageRank foi desenvolvida pelos fundadores da empresa Google, Brin e Page (1998),



quando eles estavam na Universidade de Stanford. O algoritmo PageRank retoma a probabilidade de um vértice ser citado, ao se escolher aleatoriamente um outro vértice da rede. Ela se diferencia da simples contagem de citações, pois, além de levar em conta o número de ligações entre os vértices, nesta, um vértice tem maior valor da métrica, se o vértice que o cita tem mais importância na rede.

Matematicamente, o valor da centralidade PageRank de um vértice  $p_k$  é dado pela fórmula descrita na figura II (Brin & Page, 1998)  $PR(p_k) = \frac{1-d}{N} + d \left( \sum_{i=1}^n \frac{PR(p_i)}{L(p_i)} \right)$ , onde  $N$  é a quantidade de vértices da rede,  $PR(p_i)$  é o valor do PageRank dos vértices que o citam,  $L(p_i)$  é o número de referências dos vértices que citam  $p_k$  e  $d$  é um fator de amortecimento implementado no PageRank para tratar os ciclos na rede (atribuímos a  $d$  o valor habitual de 0,85).

$$PR(p_k) = \frac{1-d}{N} + d \left( \sum_{i=1}^n \frac{PR(p_i)}{L(p_i)} \right)$$

Figura 2. Fórmula da centralidade PageRank.

Este mapeamento se inicia a partir de um conjunto de 146 artigos publicados em 26 revistas indexadas na área de Ensino da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), vinculada ao Ministério da Educação do Brasil. Esses artigos representam todos os publicados entre os anos de 1996 e 2014, resultados da busca pelas palavras “ciência”, “tecnologia” e “sociedade”, juntas e separadas, nas ferramentas digitais das seguintes revistas: Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia; Avaliação; Biodiversidade; Bolema – Boletim da Educação Matemática; Caderno Brasileiro de Ensino de Física; Ciência & Cognição; Ciência & Educação; Ciência e Ensino; Ciência em Tela; Educação e Realidade; Educação Matemática Pesquisa; Educar em Revista; Ensino – 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 Ciência e Tecnologia; Revista Brasileira de Ensino de Física; Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência; Revista de Ensino de Ciências e Engenharia; Rencima - Revista de Ensino de Ciências e Matemática; Revista de Ensino de Engenharia; e Tecnologia e Sociedade.

Após catalogar todas as obras citadas nas referências desses artigos, conectamo-las de maneira direcional com os artigos que as citaram, formando uma rede com 2422 vértices e 3628 arcos – estes representam as citações, conforme o grafo apresentado na figura III. Ao rodar o algoritmo PageRank para determinar os vértices mais centrais da rede, obtivemos uma classificação. As oito primeiras obras mais bem ranqueadas estão listadas na tabela 1. Estas obras apresentam uma tonalidade mais próxima ao vermelho na figura III, enquanto as obras menos centrais na rede em questão apresentam uma tonalidade mais próxima ao azul.

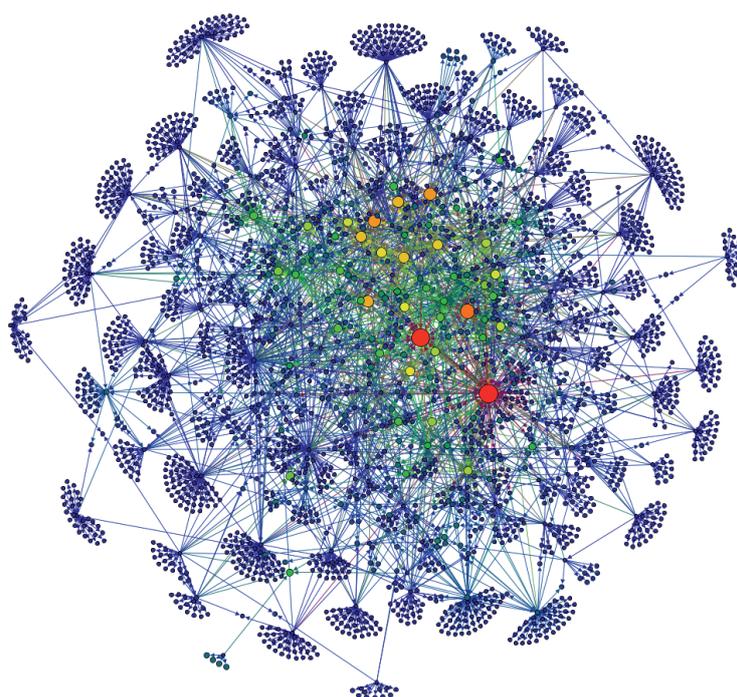
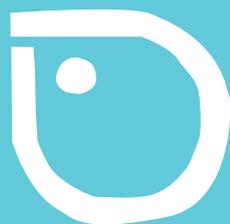


Figura 3. Rede de citações do campo brasileiro de Ensino CTS.

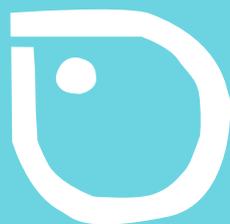


Tabela 1. Rede de citações do ensino CTS no Brasil pela centralidade PageRank.

Rank	Autores	Título	Tipo	PageRank
1	Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F.	Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira	Artigo	0.00100
2	Santos, W. L. P., & Schnetzler, R. P.	Educação em Química: Compromisso Com a Cidadania	Livro	0.00096
3	Brasil (MEC)	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio	Documento Oficial	0.00082
4	Bazzo, W. A., Linsingen, I. V., & Pereira, L. T. V. (Coords.)	Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)	Livro	0.00075
5	Freire, P.	Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática docente	Livro	0.00074
6	Auler, D., & Delizoicov, D.	Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências	Artigo	0.00072
7	Bazzo, W. A.	Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica	Livro	0.00070
8	Freire, P.	Pedagogia do oprimido	Livro	0.00068

Em um trabalho similar, Chrispino, Lima, Albuquerque, Freitas e Silva (2013) utilizou a medida de centralidade de grau sobre uma rede formada pelas referências de 88 artigos publicados em 22 periódicos nacionais, entre os anos de 1996 e 2010. Diferente da medida do algoritmo PageRank, a centralidade de grau está relacionada a contagem direta da quantidade de artigos que citaram a obra. Na tabela 2, apresentamos a listagem das 13 obras mais bem classificadas pelo trabalho de Chrispino et al. (2013).



Tabela 2. Rede de citações do ensino CTS no Brasil pela centralidade de grau de entrada (Chispino et al., 2013, pp. 464-465).

Rank	Autores	Título
1	Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F.	Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira
2	González García, M. I., López Cerezo, J. A., & Luján López, J. L.	<i>Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología</i>
3	Auler, D., & Bazzo, W. A.	Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro
4	Auler, D.	Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências
5	Bazzo, W. A.	Ciência, tecnologia e sociedade e o contexto da educação tecnológica
6	Bazzo, W. A., Linsingen, I. V., & Pereira, L. T. V. (Coords.)	Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)
7	Auler, D., & Delizoicov, D.	Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências
8	Acevedo Díaz, J. A.	Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS
9	Amorim, A. C. R.	O ensino de biologia e as relações entre ciência / tecnologia / sociedade: o que dizem os professores e o currículo do ensino médio?
10	Cruz, S. M. S. C., & Zylbersztajn, A.	O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos
11	Solomon, J.	<i>Teaching science, technology and society</i>
12	Acevedo Díaz, J. A.	Educación tecnológica desde una perspectiva CTS: una breve revisión del tema
13	Auler, D., & Delizoicov, D.	Alfabetização científico-tecnológica para quê?

Comparando as duas listagens (tabela 1 e 2), podemos fazer algumas inferências sobre a evolução das publicações brasileiras dentro do campo de Ensino CTS nos últimos anos:

- As referências nacionais, que já predominavam na área, compõe exclusivamente a listagem desta pesquisa, indicando que há uma diminuição da influência das discussões mundiais no ensino CTS brasileiro.
- A crítica de a fundamentação da área se restringir às questões educacionais, não apresentando como referências relevantes outros campos que deveriam formar a interdisciplinaridade de CTS (filosofia, sociologia, história, economia, cultura, política, etc.) continua valendo e, aparentemente, por esta pesquisa, se torna mais real.
- Dos dez autores brasileiros mais referenciados, segundo o trabalho de Chispino et al. (2013), sete também estão presentes em nossa classificação: Santos, Mortimer, Bazzo, Linsingen,



Pereira, Auler e Delizoicov.

- A obra de Paulo Freire está presente nas novas tendências das pesquisas educacionais brasileiras (Campos, 2007). O ensino CTS pode ser visto como um subcampo da educação no país e, por isso, também tem entre as suas principais referências as obras desse autor.

### Segunda parte da pesquisa

Após contemplarmos o resultado apresentado acima, surgiu o questionamento sobre como se caracterizavam as fontes das citações às obras mais relevantes da área. Optamos pela continuação da Análise de Redes Sociais como ferramenta metodológica para elaboração de uma possível resposta a esse questionamento. Mas, como nossa fonte de dados era restrita aos artigos de periódicos, foi feita uma ampliação da pesquisa pelo seguinte procedimento:

- Por considerar livros e documentos oficiais muito amplos, seguimos a direção inversa das citações na rede apenas dos dois artigos que estavam presentes na listagem que elaboramos. São eles:

(artigo A) Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F. (2002). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(2), 1-23.

(artigo B) Auler, D., & Delizoicov, D. (2006). Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 5(2), 337-355.

- Como forma de ampliar o alcance da pesquisa, utilizamos como fonte de dados o site do Google Acadêmico.

- Consideramos as citações provindas de textos dos seguintes tipos: artigos em periódicos; artigos em anais de eventos; trabalhos de conclusão de curso de graduação e de especialização (TCC); dissertações de mestrado, teses de doutorado. Desconsideramos as citações provindas de fontes diferentes desses tipos, com autoria exclusivamente de não brasileiros ou autocitações.

No dia 18 de setembro de 2015, buscamos os artigos A e B no Google Acadêmico. Segundo a ferramenta de busca, até então, o artigo A tinha 384 citações e o artigo B tinha 108 citações (Google Acadêmico, 2015). Acessamos as obras que citaram os dois artigos. Da amostra, 53 origens das citações (45 ao artigo A e 8 ao artigo B) foram desconsideradas, pois não foi possível acessá-las ou apresentaram autoria de não brasileiros, fugindo do escopo da pesquisa. Além disso, outras 32 origens das citações (22 ao artigo A e 10 ao artigo B) foram desconsideradas por se tratarem de autocitações. Para nossa análise, então, ficamos com 407 citações para analisar (317 ao artigo A e 90 ao artigo B).

Classificamos as origens das citações tanto por formato do texto, quanto pela instituição dos autores. Essas classificações podem ser conferidas, respectivamente, nas tabelas 3, 4 e 5. A tabela 4 é relativa às instituições vinculadas aos trabalhos que citaram o artigo A e a tabela 5 é relativa às



instituições vinculadas aos trabalhos que citaram o artigo B. Nas duas tabelas, iremos expor apenas as dez instituições que mais tiveram trabalhos que citaram os dois artigos, pois se fez necessário um corte analítico, já que houveram 77 instituições brasileiras vinculadas aos trabalhos que citaram o artigo A e 38 aos trabalhos que citaram o artigo B.

Tabela 3. Formato das obras que citaram os artigos A e B.

Formato do texto	Artigo A	Artigo B
Artigo em periódico	97	37
Artigo em anais de evento	125	28
TCC	12	0
Dissertação de mestrado	67	13
Tese de doutorado	16	12
Tota de citações	317	90

Tabela 4. Instituições vinculadas às obras que citaram o artigo A.

Instituição	Citações
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)	38
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)	30
Universidade de Brasília (UnB)	21
Universidade de São Paulo (USP)	21
Universidade Estadual Paulista (Unesp)	16
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)	16
Universidade Federal da Bahia (UFBA)	11
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)	11
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)	11
Universidade Cruzeiro do Sul (Unicsul)	9

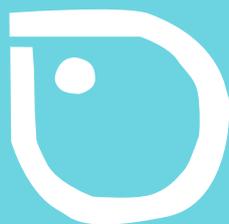
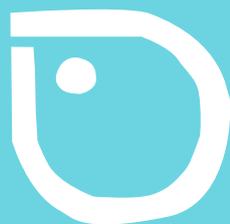


Tabela 5. Instituições vinculadas às obras que citaram o artigo B.

Instituição	Citações
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)	15
Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)	9
Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)	9
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)	7
Universidade Estadual Paulista (Unesp)	6
Instituto Oswaldo Cruz (IOC)	5
Universidade de São Paulo (USP)	5
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)	5
Universidade Federal de Goiás (UFGO)	4
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)	4

Algumas considerações podem ser tecidas sobre as listagens que arrolam as instituições como origens dos trabalhos que citaram os dois artigos:

- Seis instituições se fizeram presentes nas duas listagens. Essas apresentam pelo menos um programa de pós-graduação na área de Ensino.
- As unidades federativas de São Paulo, Rio de Janeiro, Santa Catarina e Paraná são as mais representativas entre as citações aos dois artigos, com destaque para a Universidade Federal de Santa Catarina, que concentra boa parte das autorias.
- As instituições que mais citam os trabalhos estão predominantemente no Sudeste e no Sul do Brasil. Nenhuma instituição do Norte e apenas uma instituição do Nordeste e uma do Centro-Oeste do país aparecem nas listagens.
- Há relação entre instituição de atuação profissional com o número de citações. Um dos autores do artigo A, trabalha na Universidade de Brasília, um dos autores do artigo B trabalha na Universidade Federal de Santa Maria e o outro trabalha na Universidade Federal de Santa Catarina.
- Há relação entre instituição de formação com o número de citações. Um dos autores do artigo A e um do artigo B concluíram seus doutorados na Universidade de São Paulo, e um dos autores do artigo B concluiu seu doutorado na Universidade Federal de Santa Catarina.
- Uma divergência entre as citações aos dois artigos está no fato da Universidade Estadual de Campinas ter um considerável número de autoria nos trabalhos que citaram o artigo B, mas, nesta pesquisa, não teve nenhum trabalho de autoria vinculada a esta universidade que citasse o artigo A.



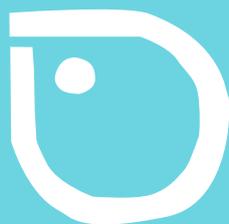
## Consideração final

Este trabalho, de cunho descritivo, teve como objetivo mais geral revelar a sociologia da produção científica brasileira na área de Ensino CTS, agindo de maneira mais específica na rede sociotécnica formada pelos autores, trabalhos publicados e as citações contidas neles. Para tal, a Análise de Redes Sociais serviu como um instrumento para alcançarmos as descrições que almejávamos.

De posse dos resultados, cabe à comunidade, que compõem o campo de pesquisa do ensino CTS no país, se permitir realizar questionamentos sobre o agenciamento na rede interna à área, visto que não devemos, sob o enfoque CTS, perceber os dados de forma puramente racionalista, pois eles são construídos com um teor de subjetividade próprio da natureza humana.

## Referências

- Acevedo Díaz, J. A. (1995). Educación tecnológica desde una perspectiva CTS. Una breve revisión del tema. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 2(3), 75-84.
- Acevedo Díaz, J. A. (1996). Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. *Revista Borrador*, 13, 26-30.
- Aikenhead, G. (2005). Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se le llame. *Educación Química*, 16(2), 114-124.
- Amorim, A. C. R. (1997) O ensino de biologia e as relações entre ciência / tecnologia / sociedade: o que dizem os professores e o currículo do ensino médio? In *6º Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia* (pp. 74-77). São Paulo: USP.
- Auler, D., & Bazzo, W. A. (2001). Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação (Bauru)*, 7(1), 1-13.
- Auler, D., & Delizoicov, D. (2001). Alfabetização científico-tecnológica para quê? *Ensaio pesquisa em educação em ciências*, 3(2), 1-13.
- Auler, D., & Delizoicov, D. (2006). Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 5(2), 337-355.
- Barábasi, A. L. (2009). *Linked: a nova ciência dos networks*. São Paulo: Leopardo Editora.
- Bazzo, W. A. (1998). *Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica*. Florianópolis: Editora da UFSC.
- Bazzo, W. A., Linsingen, I. V., & Pereira, L. T. V. (Coords.). (2003) *Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)*. Madrid: OEI.
- Bernal, J. D. (1939) *The social function of science*. London: Routledge.
- Borgatti, S. P. (2005). Centrality and network flow. *Social networks*, 27(1), 55-71.
- Brasil (2000). *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. Brasília: Ministério da Educação.
- Brin, S., & Page, L. (1998). The anatomy of a large-scale hypertextual Web search engine. *Computer*



*Networks and ISDN Systems*, 30(1-7), 107-117.

Bybee, R. W. (1987). Science education and the science-technology-society (S-T-S) theme. *Science education*, 71(5), 667-683.

Cachapuz, A., Gil-Perez, D., Carvalho, A. D., Praia, J., & Vilches, A. (2005). *A necessária renovação do ensino das ciências*. São Paulo: Cortez.

Callon, M. (2008). La dinámica de las redes tecno-económicas. In Thomas, H., & Buch, A (Coords.), *Actos, actores y artefactos: sociología de la tecnología* (pp. 147-184). Bernal: UNQ.

Campos, J. T. (2007). Paulo Freire e as novas tendências da Educação. *Revista Científica e-curriculum*, 3(1), 1-15.

Chripino, A., Lima, L. S., Albuquerque, M. B., Freitas, A. C. C., & 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.

Cruz, S. M. S. C., & Zylbersztajn, A. (2001). O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos. In M. Pietrocola (Org.), *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora* (pp. 171-196). Florianópolis: Editora da UFSC.

Dagnino, R., Thomas, H., & Davyt, A. (1996). El pensamiento en ciencia, tecnología y sociedad en Latinoamérica: una interpretación política de su trayectoria. *Redes*, 3(7), 13-51.

Freeman, L. C. (1979). Centrality in social networks: Conceptual clarification. *Social Networks*, 1(3), 215-239.

Freire, P. (1987). *Pedagogia do oprimido* (17.ª Ed.). Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Freire, P. (1996). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática docente*. São Paulo: Paz e Terra.

Freitas, L. M., & Ghedin, E. (2015). Pesquisas sobre estado da arte em CTS: análise comparativa com a produção em periódicos nacionais. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 8(3), 3-25.

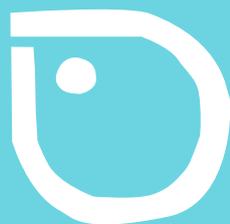
Gaskell, P. J. (1982). Science Education for Citizens: Perspectives and Issues. I. Science, Technology and Society: Issues for Science Teachers. *Studies in Science Education*, 9, 33-46.

Gil, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas.

Goldbarg, M., & Goldbarg, E. (2012). *Grafos: Conceitos, algoritmos e aplicações*. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil.

González García, M. I., López Cerezo, J. A., & Luján López, J. L. (1996) *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos.

Google Acadêmico (2015). Google. Consultado em setembro 18, 2015, em <http://scholar.google.com>



- Knorr-Cetina, K. (2005). *La fabricación del conocimiento. Un ensayo sobre el carácter constructivista y contextual de la ciencia*. Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes.
- Kumar, D. D., & Chubin, D. E. (2000). *Science, technology, and society: a sourcebook on research and practice*. Nova Iorque: Springer.
- Latour, B., & Woolgar, S. (1997). *A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos*. Rio de Janeiro: Relume Dumará.
- Lemieux, V., & Ouimet, M. (2008). *Análise estrutural das redes sociais*. Lisboa: Instituto Piaget.
- López Cerezo, J. A. (1998). Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. *Revista iberoamericana de educación*, 18, 41-68.
- Marteletto, R. M. (2001). Análise de redes sociais: aplicação nos estudos de transferência da informação. *Ciência da informação*, 30(1), 71-81.
- Matheus, R. F., & Silva, A. B. D. O. (2006). Análise de redes sociais como método para a Ciência da Informação. *DataGramaZero - Revista de Ciência da Informação*, 7(2), 1-15.
- Merton, R. K. (2013) *Ensaio de sociologia da ciência*. Rio de Janeiro: Editora 34.
- Otte, E., & Rousseau, R. (2002). Social network analysis: a powerful strategy, also for the information sciences. *Journal of information Science*, 28(6), 441-453.
- Pinheiro, N. A. M., Silveira, R. M. C. F., & Bazzo, W. A. (2007). Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. *Ciência & Educação*, 13(1), 71-84.
- Ramsey, J. (1993). The science education reform movement: Implications for social responsibility. *Science Education*, 77(2), 235-258.
- Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F. (2002). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(2), 1-23.
- Santos, W. D., & Schnetzler, R. P. (1997). *Educação em química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Unijuí.
- Silva, P. B. C. (2015). *Ciência, Tecnologia e Sociedade na América Latina nas décadas de 60 e 70: Análise de obras do período*. Dissertação de Mestrado em Ciência, Tecnologia e Educação. Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca.
- Solomon, J. (1993) *Teaching science, technology and society*. Buckingham: Open University Press.
- Strieder, R., & Kawamura, M. R. (2009). Panorama das pesquisas pautadas por abordagens CTS. In *VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (p. 1-13). Florianópolis, SC, Brasil: ABRAPEC.
- Teixeira, P. M. M. (2003). A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento CTS no ensino de ciências. *Ciência & educação*, 9(2), 177-190.
- Vaccarezza, L. S. (1998). Ciencia, tecnología y sociedad: el estado de la cuestión en América Latina. *Revista Iberoamericana de educación*, 18, 13-40.



Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social network analysis: Methods and applications*. Cambridge: Cambridge University Press.

Ziman, J. M. (1980). *Teaching and learning about science and society*. Cambridge: Cambridge University Press.