

VENDO CTS COMO REDE: AS PUBLICAÇÕES MAIS PRESTIGIADAS NO BRASIL

Chripino Alvaro, Leonardo S. de Lima, Márcia B. de Albuquerque
CEFET/RJ Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca

RESUMO: O presente trabalho propõe um modelo de Redes Sociais utilizando os artigos que foram publicados no período de 1996 a 2010 na área de Ensino de Ciências no Brasil. O objetivo é construir uma rede de citações de artigos da área CTS-Ciência, Tecnologia e Sociedade no Brasil e identificar os cinco trabalhos mais relevantes de acordo com algumas medidas de importância definidas em Redes Sociais e calculadas com o uso da ferramenta PAJEK. Os resultados indicam cinco artigos principais, que seriam os mais indicados para a leitura de um estudante em estágio inicial de pesquisa no tema. Observou-se ainda que os autores nacionais são predominantemente utilizados como fonte de pesquisa.

PALAVRAS-CHAVE: ciência tecnologia e sociedade, redes sociais, medidas de centralidade

OBJETIVOS

O tema Ciência Tecnologia e Sociedade, pelo menos sob a utilização do acrônimo CTS, trata-se de um campo de estudos bastante heterogêneo, e de certa forma, recente. O objetivo deste trabalho é identificar os autores que serviram de base e influenciaram a produção acadêmica brasileira na área a partir de um modelo de rede desenvolvido com os conceitos da Teoria dos Grafos.

MARCO TEÓRICO

Entender as complexas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS envolve a percepção de que as afirmações simplistas do denominado relatório Bush, de 1945, ainda são verdadeiras para muitos, nos ambientes produtivos, acadêmicos e políticos. Winner (apud Bazzo, 2010) reforça a ideia de que muitos crêem com veemência nesta equação linear desenvolvimentista, sem muitos questionamentos e críticas, vivendo o que ele chamou de “sonambulismo tecnológico”. O que se pretende com os estudos CTS é trazer a discussão das implicações tecnocientíficas para o contexto social, buscando-se melhores meios para que a sociedade possa participar, democraticamente, na indicação dos seus rumos, e não apenas ficar a reboque das decisões tomadas na esfera dos tecnocratas ou daqueles que acreditam que a ciência e a tecnologia são neutras e destituídas de interesses e valores dos mais diversos.

O nosso desafio neste artigo é utilizar a modelagem de redes para entender o perfil dos estudos e pesquisas na área de CTS por meio da rede produzida na interação produção-difusão-citação. A modelagem incluiu a construção de uma rede de citações e os conceitos básicos sobre o tema são apresentados a seguir.

Uma rede social, que pode ser modelada por um grafo, é definida como um conjunto de vértices ou atores cujas inter-relações são representadas por arcos. Essa rede é conexa se existe no mínimo um caminho entre quaisquer pares de vértices. Caso não exista, dizemos que a rede é desconexa e cada subconjunto conexo é definido como um componente conexo. Interessante destacar que a componente conexa com maior número de vértices é frequentemente denominada na literatura como componente conexa gigante da rede. Usualmente, uma rede é dita direcionada quando um sentido de fluxo é estabelecido entre os vértices. Nesse tipo de rede direcionada há dois graus associados a um vértice: o grau de entrada e o de saída. O grau de entrada de um vértice é dado como o total de arcos incidentes a este; o grau de saída corresponde ao total de arcos que partem de um vértice. Uma importante aplicação da análise de redes sociais é a identificação das unidades “mais centrais” em uma rede. Destacam-se aqui duas medidas de centralidade e prestígio de atores em uma rede social: centralidade de grau e centralidade de proximidade. A Centralidade do grau de m ator ou vértice da rede é indicada se tiver grau de entrada elevado (neste caso, números de citações).. A Centralidade de Proximidade – segundo Sabidussi (1966), é o inverso da soma das distâncias de um ator aos demais atores da rede – significa que um ator possui grande prestígio, uma vez que está mais próximo de todos os outros nós que formam a a rede.

Chrispino *et al.* (2013), apresentam estudo baseado na centralidade de grau, enquanto aqui o foco é rediscutir a questão levando em consideração a centralidade de proximidade.

METODOLOGIA

O estudo pesquisou publicações brasileiras no período de 1996 a 2010, identificou artigos com que atendiam aos requisitos da pesquisa e, após isso, restaram selecionados os seguintes periódicos: Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Educar em Revista (UFPR), Revista Alexandria (UFSC), Revista Avaliação (UNICAMP), Revista Biodiversidade (UFMT), Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Sociedade (UFSCAR), Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia (UTFPR), Revista Brasileira de Ensino de Física (SBF), Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), Revista Ciência & Educação (UNESP), Revista Ciência e Cognição (UFRJ), Revista Ciência e Ensino (UNICAMP), Revista Ciência em Tela (UFRJ), Revista Científica (UFPA), Revista Educação e Realidade (UFRGS), Revista Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências (UFMG), Revista Experiências em Ensino de Ciências (UFRGS), Revista Investigações em Ensino de Ciências (UFRGS), Revista Pesquisa em Educação Ambiental (USP), Revista Química Nova (SBQ), Revista Química Nova Escola (SBQ) e Revista Tecnologia e Sociedade (UTFPR).

Deixou-se de considerar como fonte de pesquisa para este trabalho as dissertações, teses e trabalhos publicados em eventos científicos da área, apesar do expressivo número encontrado. Estas fontes podem indicar material de pesquisa para futuras publicações a partir da mesma ferramenta de análise de redes sociais.

A busca partiu das palavras-chave ciência, tecnologia e sociedade separadas ou juntas. Após a catalogação, foi realizada leitura de cada artigo a fim de garantir que o mesmo se referia ao tema que motivava a pesquisa. Após leitura individual destes artigos, fez-se uma segunda filtragem, deixando apenas aqueles que tratavam efetivamente da tríade CTS. Assim, resultaram 88 artigos com um total de 394 citações de outras fontes bibliográficas.

O início do trabalho é marcado pela construção da rede de citações a partir das 394 fontes bibliográficas. Nesta rede de citações, cada ator ou vértice corresponde a um artigo e os arcos representam as inter-relações entre as fontes bibliográficas citadas. Dessa forma, se um artigo f_1 cita a fonte bibliográfica f_2 então há um arco conectando os vértices f_1 e f_2 no sentido $f_1 \rightarrow f_2$ na rede. A partir dessa modelagem, foi possível obter uma rede direcionada com 394 vértices e 595 arcos.

A segunda etapa do trabalho contemplou a inclusão da rede de citações no PAJEK, que é um programa livre para Windows, voltado à análise e visualização de grandes redes com alguns milhares ou mesmo milhões de vértices. Para detalhes de funcionamento da ferramenta consulte (Nooy, Mrvar e Batagelj, 2005). O uso do PAJEK viabilizou o cálculo dos valores de centralidade de todos os atores da rede, que, na realidade, correspondem aos artigos. Os resultados computacionais estão descritos a seguir.

RESULTADOS

Nesta seção, são identificados os vértices com mais prestígio na rede, ou seja, aqueles que são mais produtivos no compartilhamento de informações no período de 1996 a 2010 a partir dos dados de centralidade de proximidade obtidos com o PAJEK.

Das 394 fontes bibliográficas que compõem a rede, obteve-se uma componente conexa com 378 artigos, ou seja, foram excluídas as fontes bibliográficas que não estavam conectadas à maior componente conexa.

Os resultados computacionais obtidos indicam em ordem decrescente, os principais textos como aquele que são citados por distintos grupos de pesquisa e ensino do tema CTS no Brasil:

1. BAZZO, W. A. *Ciência, tecnologia e sociedade E o contexto da educação tecnológica*. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998.
2. GONZÁLEZ GARCÍA, M.I.; LÓPEZ CERESO, J.A.; LUJÁN LÓPEZ, J. L. *Ciencia, tecnología e sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Editorial Tecnos, 1996.
3. 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. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, nº. 2, pp. 105-115, 2002.
4. ACEVEDO DÍAZ, J. A. *La Tecnología en las Relaciones CTS. Una Aproximación al Tema. Enseñanza de las Ciencias*. Barcelona, v.14, n.1, p. 35-44, 1996.
5. SOLOMON, J. *Teaching science, technology and society*. Buckingham: Open University Press, 1993.
6. WAKS, L. J. *Educación en ciencia, tecnología y sociedad: origenes, desarrollos internacionales y desafíos actuales*. In: MEDINA, M., SANMARTÍN, J. (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad: estudios interdisciplinarios en la univerridade, en la educación y en la gestión política y social*. Barcelona, Anthropos, Leioa: Universidad del País Vasco, 1990.
7. RUBBA, P. *Integration STS into school science and teacher education: beyond awareness*. *Theory into Practice*, 30(4), 303-315, 1991.
8. RUBBA, P. A.; WIESENMYER, R. L. *Goals and competencies for precollege STS education: recommendations based upon recent literature in environmental education*. *Journal of environmental Education*, v.19, n.4, p.38-44, 1988.
9. LÓPEZ, J. L. L.; CERESO, J. A. L. *Educación CTS en acción: enseñanza secundaria y universidad*. In: GARCIA, M. I. G.; CERESO, J. A. L.; LOPEZ, J. L. (Orgs.). *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Editorial Tecnos, 1996. p. 225-252.
10. AIKENHEAD, G. *What is STS Science Teaching?* In: SOLOMON J. & AIKENHEAD G. *STS Education: International Perspectives on Reform*, Teachers College Press, New York, 1994.

11. AULER, D. Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências. Florianópolis: CED/UFSC, 2002. Tese. (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica), Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.
12. MEMBIELA, P. Ciencia-tecnología-sociedad en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, n. 3, p. 7-11, 1995.
13. SANTOS, W. L. P. dos. Educação em química: compromisso com a cidadania. Ijuí: Ed. UNI-JUÍ, 1997.
14. AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 7, n. 1. p. 1-13, 2001.

CONCLUSÕES

Uma das conclusões do trabalho é que, a partir da modelagem de redes sociais proposta, os trabalhos de Bazzo (1998), Gonzalez García, Lopez Cerezo e Luján López (1996), Santos e Mortimer (2002), Acevedo Díaz (1996) e Solomon (1993), para identificar os 5 primeiros, desempenham uma considerável importância para o desenvolvimento das pesquisas no tema CTS no Brasil uma vez que estes autores conseguem ser citados por grupos distintos da grande rede.

Chripino *et al.* (2013) fizeram estudo similar e utilizaram a centralidade de grau como métrica. Os resultados obtidos indicaram que os cinco artigos que mais receberam citações foram: Santos e Mortimer (2002), González García, López Cerezo, Luján López (1996), Auler e Bazzo (2001), Auler (2002) e Bazzo (1998).

Como resultado geral, pode-se recomendar que iniciantes no tema estudem os trabalhos de Bazzo (1998), Gonzalez García, Lopez Cerezo e Luján López (1996) Santos e Mortimer (2002) e Solomon (1993), visto que estes cinco trabalhos aparecem bem posicionados tanto na centralidade de grau como na centralidade de proximidade.

A comparação entre os dois trabalhos permitiu também identificar uma interessante diferença entre os dois grupos: se, no anterior, havia predominância de artigos brasileiros entre os mais citados, 9 entre 13, aqui, entre os de centralidade de proximidade, há apenas 5 nacionais entre os 14.

Trabalhos futuros serão realizados para identificar quais as fontes de que se utilizam os autores dos principais trabalhos que servem de base para a produção CTS no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Auler, D. (2002) Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências. Florianópolis: CED/UFSC, 2002. Tese. (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica), Universidade Federal de Santa Catarina.
- Auler, D.; Bazzo, W. A. (2001). Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Revista Ciência & Educação*, 7, pp. 1-13.
- Bazzo, W. A. (1998). *Ciência, tecnologia e sociedade e o contexto da educação tecnológica*, Florianópolis: Editora. da UFSC.
- Bazzo, W.A. (2010) *Ciência, Tecnologia e Sociedade: e o contexto da educação tecnológica*. Florianópolis: Editora da UFSC.
- Chripino, A., Lima, L.S., Albuquerque, M., Freitas, A.C. C., Silva, M.A.B. (2013). A área CTS no Brasil vista como rede social: onde aprendemos?, Aceito para publicação: *Revista Ciência e Educação*.

-
- González García, M.I.; López Cerezo, J.A.; Luján López, J. L. (1996) *Ciencia, tecnología e sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Editorial Tecnos.
- Nooy, W., Mrvar, A., Batagelj, V. (2005). *Exploratory Social Network Analysis with Pajek*, Nova Iorque: Cambridge University Press.
- Sabidussi, G. (1966). The centrality index of a graph, *Psychometrika*, 31, pp. 581-603.
- Santos, W. L. P; Mortimer, E. F. (2002). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem. C-T-S no contexto da educação brasileira. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, 2 (2), pp. 105-115.
- Solomons, J. (1993). *Teaching science, technology and society*. Buckingham: Open University Press.