

MAPEAMENTO DA REVISTA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS: UMA ANÁLISE DE REDES GERADAS A PARTIR DA CATALOGAÇÃO DAS PUBLICAÇÕES NO PERÍODO DE 2004 A 2015

Camila Cristina Gomes Ferreira de Oliveira, Tiêgo dos Santos Freitas, José Jefferson Aguiar dos Santos, Carlos Eduardo Rosas Toledo, Bruno Stefoni Bock, Alvaro Chrispino
CEFET/RJ Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca

RESUMO: Esta pesquisa analisou as publicações da revista *Enseñanza de las Ciencias* no período de 2004 a 2015. Através de um estudo bibliográfico, catalogamos um total de 417 artigos, excetuando-se os números especiais resultantes do *Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*. Foram mapeadas as palavras-chaves, os autores e os países das instituições de ensino com o intuito de analisar os termos mais relevantes baseados nas medidas de centralidade aplicadas. Notamos que o periódico possui uma diversidade de publicações quanto aos 22 países, 761 autores e as 1.352 palavras-chaves. Dos resultados obtidos destacam-se as expressões “educação secundária”, “educação científica” e “livro didático” como temáticas bastante discutidas, assim como uma grande concentração de publicações vinculadas a instituições espanholas.

PALAVRAS-CHAVES: Enseñanza de las Ciencias, mapeamento, redes, artigos.

OBJETIVOS: O periódico *Enseñanza de las Ciencias* é uma referência internacional na divulgação de pesquisas entre docentes e pesquisadores na área de Ensino de Ciências e Educação Matemática. Em vista disso, este trabalho tem como objetivo apresentar um panorama geral da revista, através da modelagem e estudo de redes, a fim de caracterizar o estado da arte estabelecido ao longo dos últimos 12 anos de publicação (2004 - 2015).

MARCO TEÓRICO

As pesquisas educacionais possuem grande influência no processo de ensino e aprendizagem, principalmente em discussões no processo de formação inicial de professores e nos diversos meios de divulgação científica (Teixeira e Megid Neto, 2006). Desenvolvidas nos diversos níveis educacionais, elas apontam caminhos e relatam experiências vivenciadas por diversos professores-pesquisadores e investigadores nos mais variados contextos educacionais, com o uso de diversos recursos que visam facilitar o trabalho didático e aprendizagem de professores e alunos.

Porém, o impacto dessas investigações, bem como das produções nos diferentes programas profissionais na área de Ensino e, também, no campo acadêmico de um modo geral, ainda são incipientes na educação básica, possuindo um impacto mínimo no processo de melhoria da escolarização inicial (Rezende e Ostermann, 2015).

Consoante a isso, Oliva (2005), ao tratar sobre o estado atual da revista *Enseñanza de las Ciencias* e de suas perspectivas futuras, destaca um distanciamento entre o conteúdo dos trabalhos sobre inovações e investigações em didáticas de ciências apresentados pela revista e a prática real das salas de aula. Além disso, o autor destaca que este distanciamento se amplia devido a constante evolução das didáticas de ciências em contraste com a estagnação da formação de professores, em particular no caso da educação secundária.

Desde 1983 o referido periódico vem se consolidando como um dos canais mais importantes de publicações da língua espanhola nas áreas de investigações em didáticas das ciências (Maz et al., 2009), sendo dirigida a professores e investigadores das áreas de Ensino de Ciências e Educação Matemática.

Nesse contexto, no presente trabalho mapearemos as publicações da referida revista entre os anos de 2004 e 2015, visando traçar um perfil das publicações, utilizando a modelagem em redes sociais.

Definimos uma rede como um conjunto de elementos que se relacionam através de conexões. Esta definição pode ser entendida como rede social quando os elementos envolvidos na rede são pessoas, grupo de pessoas ou até mesmo outros atributos que envolvem pessoas (como trabalhos científicos, dados demográficos, entre outros) que possuem algum tipo de relacionamento interpessoal (Kleinberg e Easley, 2010).

Nos estudos envolvendo redes encontramos algumas medidas de centralidade bastante discutidas que nos permitem inferir sobre os dados. Destacaremos entre elas as centralidades de grau, intermediação e proximidade. A primeira (grau) destaca como elementos mais centrais os que participam do maior número de ligações dentro da rede. Entretanto, a segunda (intermediação), elege os elementos a serem evidenciados de acordo com a sua posição “privilegiada” na rede. Um integrante é considerado central quando intermedia (ou seja, está no caminho), consideravelmente, o relacionamento entre outros integrantes da rede. Por sua vez, a terceira (proximidade) consiste no cálculo médio das menores distâncias entre um elemento e todos os demais elementos que podem ser atingidos passando por ele de algum modo na rede. Estas e outras medidas podem ser estudadas mais detalhadamente em Barbosa et al. (2011).

Metodologias similares a esta foram utilizadas por Chrispino et al. (2013a e 2013b), e em diversos outros trabalhos produzidos junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação (PPCTE) do CEFET-RJ e por outros pesquisadores em diferentes instituições como, por exemplo, Aguiar-Santos, Vilches e Brito (2016).

METODOLOGIA

Buscamos mapear e analisar as publicações provenientes *da revista* supracitada através de uma pesquisa exploratória e descritiva, caracterizando-se como um estudo do tipo bibliográfico (Gil, 2010). Além da publicação dos três números anuais (março, junho e novembro), organiza-se uma edição especial a cada 4 anos composta pelos trabalhos aprovados para o *Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*. Os artigos das edições regulares são classificados de quatro modos: “investigación didáctica”, “historia y epistemología de las ciencias”, “innovaciones didácticas” e “debates”¹.

1. Pesquisa realizada a partir de recursos do Edital Universal MCTI/CNPq N° 14/2013.

Catalogamos as informações de todos os artigos publicados durante os anos de 2004 a 2015, excluindo apenas os números especiais, armazenando numa base de dados as seguintes informações: ano de publicação, classificação na revista, volume, número, título, palavras-chaves, autores e países das instituições da origem de cada autor. A coleta contemplou um total de 417 artigos, onde foram considerados os 3 números da revista publicados por ano².

Após a catalogação, iniciamos a construção das redes utilizando dois softwares de análise de redes sociais, o *NodeXL* e o *Gephi*. Foram geradas 3 redes sociais, uma com as palavras-chaves, outra com os autores e coautores e a terceira com os países das instituições de vínculo de cada autor. Calculamos nestas redes três medidas de centralidade bastante discutidas na literatura de análises em redes: a centralidade de grau, de intermediação e de proximidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao explorar as palavras-chaves obtemos a rede da Figura 1, gerada pelo Gephi. Nesta rede, os elementos (pontos) representam as palavras-chaves e as relações entre eles indicam que duas palavras-chaves fazem parte de pelo menos um artigo publicado no periódico.

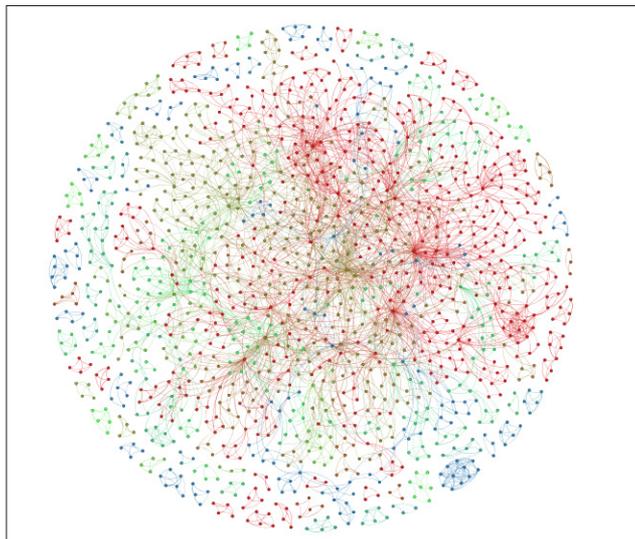


Fig. 1. Rede de palavras-chaves³.

Verificamos que a rede é formada por 1352 palavras-chaves distintas, com 3613 relacionamentos entre elas. Além disso, notamos que ela é composta por 81 grupos de componentes conexos isolados. Isso demonstra que alguns artigos não possuem termos em comum com os demais trabalhos ou se relacionam por meio das palavras com poucos outros artigos e, conseqüentemente, estes componentes conexos menores representam as relações entre as palavras-chaves de um único artigo ou de um pequeno grupo de artigos. Por conseguinte, observamos que, na parte central da rede, existe uma componente conexa que reúne maior número de relações entre as palavras de diferentes publicações.

2. Outras pesquisas foram realizadas a partir destes dados, refinando a seleção através das palavras-chaves que nos remetem aos artigos das áreas de Natureza e História e Filosofia da Ciência (NDC e HFC) e da área de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).
3. As imagens representativas das redes foram geradas através do Gephi.

Realizando uma análise sobre esta componente, buscando identificar as palavras-chaves que se destacam na mesma em relação às centralidades de grau, intermediação e proximidade, obtivemos pelo Gephi os valores descritos no Quadro 1. De acordo com os dados, podemos elucidar que temáticas como educação secundária, educação científica e livros didáticos são bastante discutidas neste periódico.

Quadro 1:
Valores das medidas de centralidade das palavras-chaves em destaque no orbital.

<i>Palavra-chave</i>	<i>Medidas de Centralidade</i>		
	<i>Grau</i>	<i>Intermediação (aproximado)</i>	<i>Proximidade (aproximado)</i>
SECONDARY EDUCATION	89	0.105	0.371
SCIENCE EDUCATION	83	0.128	0.375
TEXTBOOKS	70	0.102	0.365
PROBLEM SOLVING	47	0.089	0.341
TEACHER TRAINING	45	0.043	0.332
ENVIRONMENTAL EDUCATION	41	0.042	0.310
LEARNING	40	0.046	0.315
ENERGY	40	0.047	0.343
PRIMARY EDUCATION	40	0.054	0.360

A Figura 2 apresenta o que chamamos de “orbital” com as palavras-chaves destacadas que possuem maior frequência, concomitantemente, para estas três medidas de centralidade.

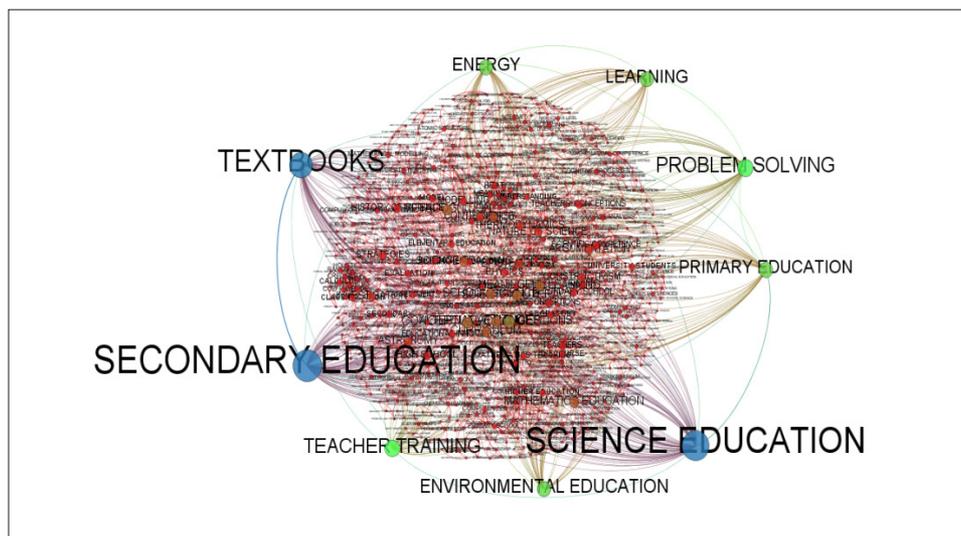


Fig. 2. Orbital evidenciando os nós com medidas de centralidade elevadas.

A segunda rede construída em nosso estudo foi a que relaciona os países das instituições de origem em que estão situados os autores das publicações. Nesta rede, uma relação entre dois países diferentes representa que em pelo menos um dos artigos, existem dois autores, publicando conjuntamente uma determinada pesquisa, que pertencem a instituições localizadas em países distintos. Identificamos 22 países e 30 relacionamentos nesta rede e, analisando estes dados, pode-se inferir a hegemonia da Espanha nas publicações da revista, seguida do México e Argentina e Brasil.



Figura 3: Rede dos países dos autores e coautores.

Percebemos que, praticamente, todos os demais países possuem relações com a Espanha, e em contrapartida, verificamos o “isolamento” apresentado pelo Reino Unido e pela França (pontos superiores sem ligação com os demais), que não possuem publicações conjuntas com pesquisadores de outras nacionalidades. Esta rede nos permite refletir que possivelmente há uma preocupação entre os pesquisadores da área de Ensino de Ciências em agregar a seus estudos peculiaridades de outras nacionalidades, como cultura, experiências e contextos.

Por conseguinte, geramos a rede de coautorias composta por 761 autores e 1053 relacionamentos. Esta rede possui 277 componentes conexas distintas que podem nos dar um panorama dos grupos de pesquisadores que compartilham estudos no cotidiano acadêmico. Devido ao fato desta rede ser demasiadamente esparsa, como estratégia de análise, investigamos a maior componente conexa, a fim de refinarmos a pesquisa sobre os autores que contribuíram consideravelmente para o periódico. Porém, a escolha da maior componente não nos remete, necessariamente, aos autores que possuem maiores índices de participação na revista com inferência quantitativa de publicações, mas sim de modo qualitativo no que tange ao relacionamento interpessoal. Isso significa dizer que, a maior componente conexa expressa o maior grupo de pesquisadores que se relacionam entre si por intermédio de suas coautorias de publicações.

No Quadro 2, evidenciamos os 10 autores que mais se destacaram de acordo com as medidas de centralidades que nos propomos a investigar. Notamos uma variação muito discrepante em relação aos elementos mais centrais de acordo com as três medidas estudadas e decidimos evidenciar os que são mais centrais baseados na medida intermediação.

Quadro 2.
Valores das medidas de centralidade dos principais países.

<i>Autores</i>	<i>Medidas de Centralidade</i>		
	<i>Grau</i>	<i>Intermediação (aproximado)</i>	<i>Proximidade (aproximado)</i>
FONT, V.	8	396	2.51
DEULOFEU, J.	8	342	2.76
ROJAS, F.	5	290	3.23
FIGUEIRAS, L.	7	206	2.58
WILHELMI, M.R.	15	196	2.76
GODINO, J.D.	15	190	2.76
CARRILO, J.	10	176	3.82
AZCARATE, C.	4	150	2.66
GUISASOLA, J.	13	99	1.29
RICO, L.	10	72	1.28

Ao longo da coleta de dados, um fato importante foi observado que influencia diretamente os resultados, principalmente, relacionados à centralidade de grau. Alguns artigos possuem coautoria de cerca de 17 pesquisadores. Deste modo, notamos que essa medida não infere qualitativamente para o estudo deste tipo de rede social, pois a centralidade de grau elege como mais centrais os elementos que se relacionam com o maior número de outros elementos e, neste caso, grande parte dos relacionamentos simbolizam relações entre os autores de um mesmo artigo, e não entre autores de diferentes publicações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante a análise das publicações, podemos inferir que a revista analisada possui uma grande diversidade de publicações acerca de diferentes temáticas relativas ao Ensino de Ciências e Matemática, conforme o número de palavras-chaves distintas.

Além disso, algumas expressões e autores se destacam nas medidas de centralidade. As primeiras por serem temáticas mais recorrentes nos trabalhos e os últimos por trabalharem de forma colaborativa com diversos outros pesquisadores, atuando como autor principal ou em coautoria. Há uma hegemonia nas publicações de pesquisadores espanhóis, que possuem parceria com diversos pesquisadores do mundo.

Dessa forma, destacamos o quanto este periódico internacional é heterogêneo, diversificado e multidisciplinar. As redes sociais geradas ainda podem ser aprofundadas em futuros trabalhos por meio da discussão específica das medidas de centralidades abordadas, assim como a comparação de seus resultados e aplicações. A catalogação das referências bibliográficas (citações) dos 417 trabalhos permitirá a expansão deste trabalho demonstrando as linhas teóricas dos pesquisadores e suas preferências intelectuais.

Evidenciamos que pesquisas como estas, cuja metodologia articula o mapeamento de redes à análises que nos permitem apresentar um panorama geral de como vêm sendo abordado o desenvolvimento de pesquisas científicas, nos auxiliam a compreender o contexto e os elementos (autores, temáticas) que se destacam nas ferramentas de comunicação presentes no meio educacional que são relevantes para o ensino de ciências. Assim é possível fazer gestão do conhecimento da área em que atuamos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR-SANTOS, D.; VILCHES, A.; BRITO, L. P. (2016). Evolução CTS a CTSA nos Seminários Ibero-Americanos. *Revista Indagatio Didáctica*, 8(1), 1962–1974.
- BARBOSA, D. A. B. L.; AVELINO, L. B.; SOUZA, R. F.; OLIVEIRA, C. C. G. F.; JUSTEL, C. (2011). Medidas de centralidade e detecção de comunidades em rede de co-autoria. *XLIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, 1, 1–10.
- CHRISPINO, A.; Lima, L. S.; Albuquerque, M. B.; Freitas, A. C. C.; Silva, M. A. F. B. (2013a). A área CTS no Brasil vista como rede social: onde aprendemos? *Revista Ciência e Educação*, Bauru, 19(2), 455–479.
- CHRISPINO, A.; LIMA, L. S.; ALBUQUERQUE, M. B. (2013b). Vendo CTS como rede: as publicações mais prestigiadas no Brasil. *IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. Revista Enseñanza de las ciencias*, Girona, extra(2), 919–923.
- GIL, A. C. (2010). Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas.
- KLEINBERG, J.; EASLEY, D. (2010). Networks, Crowds and Markets: Reasoning about a Highly Connected World. *Cambridge University Press*. C.1,2,3.
- MAZ, A.; TORRALBO, M.; VALLEJO, M., FERNÁNDEZ-CANO, A.; RICO, L. (2009). La educación matemática en la revista *Enseñanza de las ciencias*: 1983-2006. *Revista Enseñanza de las ciencias*, 27(2), 185–194.
- OLIVA, J. M. (2005). Sobre el estado actual de la revista *enseñanza de las ciencias* y algunas propuestas de futuro. *Revista Enseñanza de las ciencias*, 23(1), 123–132.
- REZENDE, F.; OSTERMANN, F. (2015). O protagonismo controverso dos mestrados profissionais em ensino de ciências. *Revista Ciência e Educação*, Bauru, v. 21, n. 3, 543–558.
- TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID NETO, J. (2006). Investigando a pesquisa educacional. Um estudo enfocando dissertações e teses sobre o ensino de Biologia no Brasil. *Revista Investigações em Ensino de Ciências*, 11(2), 261–282.

