



Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44^º EDEQ - 4^º Profquisul
NOVA PRATA/RS

Redes de Colaboração e a Construção do Conhecimento Científico na Educação em Ciências

Roger Bruno de Mendonça (PG)*, Alessandro Cury Soares (PQ), Bruno dos Santos Pastoriza.

rogerbruno2009@gmail.com

Palavras-Chave: Fleck; Cientometria; Redes de colaboração Científica

Área Temática: Materiais Didáticos e TICs

Resumo: O presente trabalho, caracterizado como um Ensaio Teórico, apresentado a partir de sua natureza reflexiva e interpretativa, tem como objetivo destacar pontos centrais sobre a produção do conhecimento científico a partir da Epistemologia de Fleck, as relações entre avaliação e análises científicas que surgem da cientometria e abordar especificamente um dos métodos cientométricos, as redes de colaboração científica. Com isso, busca discutir alguns conceitos centrais que consideramos importante entre a relação com os pontos destacados anteriormente e a área da Educação em Ciências, como forma de aproximar tais discussões. Além disso, pontuamos a necessidade de utilizar da Sociologia da Ciência e da Epistemologia como elementos potencializadores das análises cientométricas, deixando de ser meramente quantitativa. Ainda, destacamos alguns *softwares* utilizados no mapeamento das redes de colaboração científica e no levantamento de dados bibliométricos, promovendo uma maior aproximação entre as discussões teóricas e a tecnologia. Tais reflexões são bases para o desenvolvimento de uma ferramenta tecnológica, sendo uma das etapas constituintes da presente pesquisa.

Por um ensaio teórico

O trabalho está estruturado em três tópicos: inicialmente, aborda a natureza da ciência e sua construção, fundamentada na epistemologia de Fleck; em seguida, apresenta conceitos teórico-metodológicos da bibliometria e da cientometria, destacando sua relação com a Educação em Ciências; por fim, foca nas redes de colaboração científica, especialmente por coautoria, ressaltando a importância de softwares para potencializar essas análises.

Com o intuito de relacionar as ideias anteriormente citadas e fazer aproximações com a Educação em Ciências, realizamos um ensaio teórico, uma abordagem metodológica que privilegia a reflexão crítica e a interpretação aprofundada dos conceitos e teorias pertinentes ao tema. Por meio desse método, buscamos estabelecer diálogos entre diferentes autores e perspectivas (Meneghetti, 2011).

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

Produção colaborativa do Conhecimento Científico

Fleck (2010) oferece contribuições relevantes para a compreensão da natureza da ciência, apresentando-a como uma das principais características de sua epistemologia a oposição à ciência empírico-indutivista, uma vez que a considera a partir da construção social: “todo trabalho científico é um trabalho coletivo” (Fleck, 2010, p.86) e não resultado de “descobertas” individuais realizadas por gênios. Assim, considerando o caráter cooperativo da ciência, é essencial analisar a estrutura sociológica dos pesquisadores. Ziman (1979) corroborara essa ideia no sentido de que as relações sociais são o tecido conjuntivo da ciência. As ideias científicas se conectam e evoluem através dessas interações, e para entender a natureza da ciência, é preciso observar como os cientistas se comportam, colaboram e comunicam.

Nesse sentido, Fleck (2010) atribui conceitos referentes à construção do conhecimento científico, o estilo de pensamento e o coletivo de pensamento. “O primeiro está associado à unidade social da comunidade de cientistas de uma disciplina; o segundo, os pressupostos de pensamento sobre os quais o coletivo constrói seu edifício do saber” (p. 16). Portanto, tendo em vista o caráter cooperativo da ciência, deve-se considerar a estrutura sociológicas dos pesquisadores para além das convicções empíricas individuais.

Diante do exposto, para Fleck (2010), o conhecimento científico é uma construção social, resultante da interação entre indivíduos em um determinado contexto histórico, social e cultural. A estrutura da ciência, com seus sistemas e formas de organização é marcada pelo coletivo de cientistas. Complementando essa perspectiva, Chalmers (1993) contribui para a compreensão da construção do conhecimento científico perpassar historicamente por (re)elaborações, ou seja, tanto a observação quanto o experimento são orientados por “teorias” pré-existentes, de que não há “descobertas”, mas “produção de conhecimentos”.

Portanto, Viegas (2007, p. 33) destaca que a ciência é um processo social, intersubjetivo, histórico e inacabado: “Social e intersubjetivo porque a percepção de vários sujeitos garante a validade da percepção do cientista individual; histórico e inacabado porque a falibilidade da experiência sensível obriga o cientista a buscar sempre novas evidências a fim de corroborar suas percepções”.

Portanto, destacamos que o conhecimento científico é moldado a partir de uma comunidade de pesquisadores que se beneficiaram de conhecimentos advindos de uma rede de pesquisadores ao longo do tempo em uma rede de colaboração. Essa rede é moldada a partir de um contexto histórico-social e envolve complexas relações e influências, que não pode ser reduzida ao trabalho individual de um único cientista.

Bibliometria ou Cientometria?

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

É recorrente a utilização de procedimentos teóricos-metodológicos que auxiliam no mapeamento e na visualização das atividades científicas de um país, mais especificamente, sobre a produtividade científica, a partir de grupos de pesquisas e Campos Científicos. Tais procedimentos irão articular diretamente nas políticas de financiamento para ciência e tecnologia – a exemplo, CAPES e CNPq no Brasil – os quais utilizam de métricas para “medir” a produção científica e consequentemente dos pesquisadores.

Segundo Spinak (1996), o conceito de cientometria tem passado por uma evolução significativa ao longo do tempo. Inicialmente, as definições do campo eram restritas à mensuração da informação, enfatizando aspectos quantitativos e focando em métricas simples para avaliar a produção científica. Atualmente, a cientometria está associada ao estudo das leis, propriedades e características que fundamentam os processos de *comunicação científica*, reconhecendo a natureza interdisciplinar e multifacetada desse fenômeno. Essa abordagem contemporânea transcende a simples quantificação, explorando as dinâmicas subjacentes à produção, comunicação e impacto do conhecimento científico em diferentes contextos, sendo estabelecido como um campo de investigações interdisciplinares.

Os estudos cientométricos são úteis para avaliar a produção científica a partir de técnicas e análises estatísticas. Tais técnicas são advindas dos dados bibliométricos, que têm como objetivo os seguintes pontos, segundo Hayashi (2013): i) Levantamento e análise sistemática da literatura em um campo específico do conhecimento; ii) Desenvolvimento de modelos matemáticos para representar dinâmicas associadas à produção científica; iii) Identificação de áreas de destaque, conexões temáticas, grau de interdisciplinaridade, redes de colaboração científica, tópicos emergentes e lacunas no conhecimento; iv) Elaboração de indicadores bibliométricos para avaliação e monitoramento da produção científica.

Além dessa perspectiva, os dados cientométricos podem ser utilizados para traçar um perfil dos campos científicos, os principais autores dentro de um ramo do conhecimento além de ser possível identificar panoramas e tendências do comportamento de um grupo de cientistas a partir de sua produção publicada (Vanti, 2002; Maz *et al.*, 2009).

Dessa forma, destacamos que assumimos uma perspectiva referente a cientometria como um meio e não um fim, isso é, a partir dos dados quantitativos advindos da estatística, podemos ampliar o escopo das análises cientométricas para questões epistemológicas e sociológicas da produção científica (Gomboá, 2008).

As análises sociológicas ampliam a cientometria ao superar sua abordagem quantitativa, permitindo mapear a estrutura social e intelectual da

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

ciência (Hayashi, 2013). Compreender a estruturação das áreas do conhecimento envolve analisar sua organização, evolução e interação interdisciplinar, além de investigar como redes de colaboração entre cientistas, influenciadas por fatores como localização, interesses comuns e recursos, impulsionam a inovação e ampliam o impacto científico. Portanto, a cientometria está preocupada “[...] com a dinâmica da ciência, como atividade social, tendo como objeto de análise a produção, a circulação e o consumo da produção científica.” (Santos; Kobashi, 2009, p. 159).

Nesse sentido, a constituição das áreas do conhecimento e a articulação colaborativa entre os cientistas dialogam diretamente com as ideias propostas por Fleck (2010). Para ele, o desenvolvimento do conhecimento científico é coletivo e moldado por interações sociais e culturais. As redes de colaboração refletem os coletivos de pensamento, responsáveis por estruturar e transformar estilos de pensamento conforme contextos históricos e culturais. Assim, a ciência evolui de forma social, histórica e interdisciplinar, consolidando áreas e gerando novas perspectivas.

Quando se trata da cientometria no Brasil, é possível observar um avanço significativo nos últimos anos (Urbizafastegui, 2014). Porém, é destacado por Razera (2016) a necessidade de pesquisadores da área de Educação em Ciências acompanhar e se apropriar dessa tendência de crescimento. Assim, o autor surge com questionamentos pertinentes, como: por que não publicamos estudos cientométricos? Por que não utilizamos cientometria para avaliar nossa área, para conhecer nosso campo? São questões que devem ser consideradas, visto que a área também está em expansão e há necessidade de avaliar esse crescimento.

Da Colaboração à Visualização: Mapeando Redes Científicas

Quando se trata de análise cientométrica, existem diversos indicadores bibliométricos que servem de subsídio para a análise. Neste texto (e tópico), iremos sinalizar o indicador de coautoria, utilizado para identificar e estudar a colaboração científica acadêmica. Além disso, é importante destacar que não consideramos os conceitos de colaboração e coautoria como sinônimos, pois a coautoria representa apenas um aspecto da colaboração científica, não estabelecendo sua totalidade e complexidade (Vanz, 2009).

As redes podem assumir diversas formas, como redes de conhecimento, sociais e políticas (Haythornthwaite, 2015), sendo constituídas por conexões que moldam padrões de interação e dinâmicas de troca (Miranda, 2009). No âmbito acadêmico, as redes de autores se desenvolvem por meio da colaboração em pesquisas, permitindo a troca de conhecimento e a construção de novas ideias. Seu mapeamento possibilita identificar membros, conexões e interesses comuns, que evoluem ao longo do tempo. Assim, compreender as redes de



Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44^ª EDEQ - 4^º Profquisul
NOVA PRATA/RS

colaboração é essencial para entender a construção do conhecimento científico, que, tal como a linguagem, só adquire significado quando compartilhado por um grupo.

As redes de colaboração científica também podem ser definidas a partir da coautoria de artigos publicados. Dois cientistas são considerados conectados se publicaram um artigo em conjunto. Essa colaboração pode ser mais ou menos intensa, podendo ser calculada por meio da Fórmula de similaridade, baseada na força de associação. Leydesdorff (2008) e Zitt et al. (2000) chamam essa fórmula (método) de índice probabilístico de afinidade.

Além dos números, os colaboradores são indivíduos que atuam em conjunto ao longo do projeto ou durante uma parte significativa dele. São aqueles que realizam contribuições frequentes e substanciais, pesquisadores cujos nomes ou posições estão presentes no projeto de pesquisa original, e aqueles responsáveis por um ou mais elementos específicos da investigação. Porém, as delimitações das fronteiras de colaboração não são bem definidas, algo que não vemos como limitação e sim como algo natural quando se trata de relações humanas que vão além dos números de coautoria, como destacado por Katz e Martin (1997, p. 8): “percepções com respeito às fronteiras da colaboração variam consideravelmente entre instituições, campos de pesquisa, setores e países, tanto quanto ao longo do tempo”.

Na Cientometria, a Análise de Redes Sociais (ARS) é utilizada para estudar as redes de colaboração científica, destacando sua capacidade de fornecer visualizações sobre produtividade, impacto e tendências. A ARS foca nas relações entre os atores, enquanto seus atributos individuais têm papel secundário, formando a composição da rede (Wasserman; Faust, 1997). No entanto, uma análise completa deve considerar tanto os atributos individuais quanto os relacionamentos, pois ambos são essenciais para entender a dinâmica da rede (Otte; Rousseau, 2002).

A ARS analisa padrões de colaboração científica, identificando atores-chave, conexões interdisciplinares e lacunas na rede. O mapeamento de coautorias revela polos de articulação e tendências, orientando novas pesquisas e fortalecendo a integração científica, ao oferecer uma visão estruturada das interações e do desenvolvimento do conhecimento (Sampaio et al., 2015).

Com o avanço da tecnologia, surgem diversos meios de representações visuais das redes de colaboração, como destacado por Moreira, Guimarães e Tsunoda (2020) em um trabalho de revisão que destaca os principais softwares utilizados em pesquisas bibliográficas. A partir da análise dos autores, existem quatro que apresentam maiores “qualidades” a partir de alguns quesitos (Moreira et al., 2020).

De modo geral, o principal software destacado para levantamento de

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44^º EDEQ - 4^º Profquisul
NOVA PRATA/RS

dados bibliográficos foi o Biblioshiny, apresentando diversas potencialidades para esse tipo de análise (Moreira et al., 2020), porém, uma das limitações é a necessidade de utilização de comandos a partir de linguagem de programação, algo que vemos como limitante para nossa área devido ao grande “distanciamento” com áreas referentes à tecnologia.

Outro amplamente utilizado é o VOSviewer, orientado à criação, visualização e exploração de mapas baseados em dados de redes (Van Eck; Waltman, 2018). Diferente do anterior, esse software é focado na visualização de diversas redes utilizando o método VOS (Visualization of Similarities), portanto, não destaca o levantamento quantitativo dos dados bibliométricos, sendo trabalhados a partir das visualizações em duas dimensões.

Destacamos que as ferramentas bibliométricas são peças fundamentais nas análises bibliométricas, entendidas aqui como o contexto maior dos Estudos Métricos da Informação. Ao utilizar essas ferramentas, não apenas se auxilia os pesquisadores a processar dados, mas também se visualiza a estrutura conceitual, intelectual e social de disciplinas específicas e campos de pesquisa.

Sendo assim, destacamos a importância dos softwares como ferramentas para análises bibliométricas e cientométricas, porém, ressaltamos a dificuldade de encontrar essas tecnologias que unam fácil acesso, facilidade de manuseio (sem necessidade de conhecimento em programação) e que apresentem, juntas, dados bibliométricos da produção científica e os indicadores bibliométricos, como o caso das redes de colaboração, em uma mesma plataforma de acesso. Portanto, julgamos necessário que as novas tecnologias passem sempre por processos de renovação e, a partir disso, proponham novas soluções, criando assim possibilidades e mecanismos de análises para os pesquisadores.

Algumas considerações

A partir das discussões traçadas neste ensaio teórico, buscamos fazer aproximações entre considerações epistemológicas de uma ciência contemporânea e as ferramentas teórico-metodológicas utilizadas para a avaliação e análise dela, considerando a técnica cientométrica das redes de colaboração científica e suas implicações para a análise do funcionamento colaborativo da ciência e como maneira de mapear os estilos de pensamento propostos por Fleck.

A afirmação de que a ciência é um fenômeno complexo e multifacetado, moldado por fatores sociais, históricos e culturais, ganha ainda mais força quando consideramos a análise cientométrica. Essa perspectiva teórico-metodológica, ao quantificar e mapear a produção científica, revela não apenas números e estatísticas, mas também as relações sociais que permeiam a pesquisa. A cientometria, ao identificar padrões de colaboração, tendências temáticas e a evolução de disciplinas, nos permite visualizar a ciência como um

APOIO

**Sociedade Brasileira de
Ensino de Química**





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

tecido vivo, em constante transformação e interação com a sociedade.

Ainda, destacamos a necessidade de combiná-la com outras abordagens, como a relação com a sociologia do conhecimento e a epistemologia, para obtermos uma visão mais completa do processo científico.

Por fim, mas ainda pensando em movimentos futuros para essa pesquisa, relatamos a importância dos softwares dedicados à integração de dados bibliométricos e ao mapeamento das redes de colaboração na busca por integrar elementos tecnológicos com o fim de potencializar as análises. Dessa forma, esse trabalho é apresentado como um dos passos iniciais para o desenvolvimento de um novo software capaz de mapear as redes de colaboração de forma fácil e intuitiva.

Agradecimento

À CAPES pela concessão da bolsa para o desenvolvimento dessa pesquisa.

Referências

FLECK, Ludwik. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.

HAYASHI, C. R. M. Apontamentos sobre a coleta de dados em estudos bibliométricos e cientométricos. **Filosofia e Educação**, Campinas/SP, v. 5, n. 2, p. 89-102, out. 2013.

HAYTHORNTHWAIT, Caroline. Redes de aprendizagem, grupos e comunidades. *In*: TOMAEL, Maria Inês; MARTELETO, Regina Maria (org.). **Informação e redes sociais: interfaces de teorias, métodos e objetos**. Londrina: Eduel, 2015. p. 41-58.

KATZ, S.; MARTIN, B. What is research collaboration? **Research Policy**, Amsterdam, n. 26, p. 1-18, 1997.

LEYDESDORFF, L. On the normalization and visualization of author co-citation data: Salton's cosine versus the Jaccard index. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 59, n. 1, p. 77-85, 2008.

LIMA, Ricardo Arcanjo de; VELHO, Lea Maria Leme Strini; FARIA, Leandro Innocentini Lopes de. Indicadores bibliométricos de cooperação científica internacional em bioprospecção. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 12, n. 1, p. 50-64, jan./abr. 2007.

MENEGHETTI, F. K. O que é um ensaio-teórico? **Revista de Administração Contemporânea**, v. 15, n. 2, p. 320-332, abr. 2011.

MAZ, A.; TORRALBO, M.; RUIZ, M. V.; CANO, A. F. La educación matemática en la revista Enseñanza de las Ciencias: 1983-2006. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 27, n. 2, p. 185-194, 2009.

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44^º EDEQ - 4^º Profquisul
NOVA PRATA/RS

MEIS, Leopoldo de. **Ciência, educação e o conflito humano-tecnológico**. 2 ed. Ver. Amp. São Paulo: SENAC, 2002.

MIRANDA, Marcos Luiz Cavalcanti. Fundamentação básica para a análise de redes sociais. In: POBLACIÓN, Dinah Aguiar; MUGNAINI, Rogério; RAMOS, Lucia Maria S. V. Costa (org.). **Redes sociais e colaborativas em informação científica**. São Paulo: Angellara, 2009. p. 93-139.

MOREIRA, P. S. da C.; GUIMARÃES, A. J. R.; TSUNODA, D. F. QUAL FERRAMENTA BIBLIOMÉTRICA ESCOLHER? um estudo comparativo entre softwares. **P2P e Inovação**, v. 6, p. 140-158, 31 mar. 2020.

OTTE, E.; ROUSSEAU, R. Social Network analysis. A powerful strategy, also for the information sciences. **Journal of Information Science**. Cambridge, v. 28, n.6, p. 441-453, 2002.

RAZERA, J. C. C. Contribuições da cienciometria para a área brasileira de Educação em Ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 22, n. 3, p. 557-560, set. 2016.

SAMPAIO, R. B.; SACERDOTE, H. C. de Souza; FONSECA, Bruna de Paula Fonseca; FERNANDES, Jorge Henrique Cabral. A colaboração científica na pesquisa sobre coautoria: um método baseado na análise de redes. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 20, n. 4, p. 79-92, out./dez. 2015.

SANTOS, R. N. M. dos; KOBASHI, N. Y. Bibliometria, Cientometria, Infometria: conceitos e aplicações. **Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação**, Brasília, v.2, n.1, p.155-172, jan./dez. 2009.

SPINAK, Ernesto. **Dicionário enciclopédico de bibliometria, cienciometria e informetria**. Caracas: UNESCO, 1996.

URBIZAGASTEGUI, Ruben Alvarado. A bibliometria, informetria, cienciometria e outras "metrias" no Brasil. In: 4^º ENCONTRO BRASILEIRO DE BIBLIOMETRIA E CIENTOMETRIA, 2014. Recife. **Anais...** Recife: EBBC/BRAPCI, 2014. p. A45.

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. **VOSviewer Manual**, 2018.

VANTI, N. A. P. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 152-162, 2002.

VANZ, Samile Andréa de Souza. **As redes de colaboração científica no Brasil: (2004-2006)**. 2009. Tese (Doutorado em Comunicação e Informação) – Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2009.

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

VIEGAS, Waldyr. **Fundamentos lógicos da metodologia científica**. 3 ed. Brasília: Editora UnB, 2007.

WASSERMAN, Stanley; FAUST, Katherine. **Social Network Analysis**: methods and applications. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.

ZIMAN, John Michael. **Conhecimento Público**. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia; São Paulo: Ed. Da USP, 1979.

ZITT, M.; BASSECOULARD, E.; OKUBO, Y. Shadows of the past in international cooperation: Collaboration profiles of the top five producers of science. **Scientometrics**, v. 47, n. 3, p. 627-657, 2000.

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química

