

Experimentação à Luz da História da Ciência: Uma Revisão Cientométrica de Artigos Publicados em Revistas Científicas entre 1979 e 2024

Experimentation in the Light of the History of Science: A Scientometric Review of Articles Published in Scientific Journals between 1979 and 2024

Victor Herbet Queiroz ^a, Sabrinna Aparecida Rezende Macedo ^b

^a Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, Ceres, Goiás, Brasil; ^b Secretaria da Educação do Estado do Tocantins (SEDUC), Gurupi, Tocantins, Brasil.

Resumo. Esta pesquisa tem como objetivo analisar a produção científica brasileira que articula experimentação e história da ciência no contexto do Ensino de Ciências, por meio de uma revisão bibliográfica de caráter cientométrico. O estudo se justifica pela necessidade de sistematizar e compreender como essa interlocução tem sido abordada em artigos publicados em periódicos nacionais, considerando suas contribuições para o ensino e para a pesquisa na área. O corpus foi constituído por 83 artigos publicados entre 1979 e 2024, selecionados a partir de critérios previamente definidos e analisados por meio de procedimentos de análise descritiva, bibliométrica e lexical, com apoio de ferramentas computacionais. Os resultados indicam um crescimento significativo das publicações a partir de 2010, com maior concentração em periódicos da área de Ensino de Física e predominância de estudos voltados ao Ensino Médio, especialmente na região Sudeste do país. A partir da leitura, sistematização e interpretação do conjunto dos artigos selecionados, foram identificados temas centrais relacionados à construção do conhecimento científico, à mediação pedagógica e ao ambiente escolar, o que evidência práticas experimentais desenvolvidas predominantemente no Ensino Médio. Observa-se, contudo, que as reflexões sobre a natureza da ciência tendem a aparecer de forma pouco integrada às práticas experimentais. Diante disso, o estudo aponta a necessidade de abordagens pedagógicas e investigativas mais articuladas entre experimentação, história da ciência e natureza da ciência, contribuindo para o avanço das pesquisas na área e oferecendo subsídios para práticas educativas mais contextualizadas e críticas.

Abstract. This research aims to analyze Brazilian scientific production that articulates experimentation and the history of science within the context of Science Education, through a bibliographic review of a scientometric nature. The study is justified by the need to systematize and understand how this dialogue has been addressed in articles published in national journals, considering their contributions to teaching and research in the field. The corpus consisted of 83 articles published between 1979 and 2024, selected based on previously defined criteria and analyzed through descriptive, bibliometric, and lexical analysis procedures, with the support of computational tools. The results indicate a significant growth in publications from 2010 onward, with a greater concentration in journals in the field of Physics Education and a predominance of studies focused on secondary education, especially in the Southeast region of the country. Based on the reading, systematization, and interpretation of the selected articles, central themes related to the construction of scientific knowledge, pedagogical mediation, and the school environment were identified, highlighting experimental practices developed predominantly at the secondary level. However, reflections on the nature of science tend to appear in a poorly integrated manner with experimental practices. In light of this, the study points to the need for more articulated pedagogical and investigative approaches between experimentation, the history of science, and the nature of science, contributing to the advancement of research in the field and providing support for more contextualized and critical educational practices.

Palavras-chave:

Experimentação, História da Ciência, Ensino de Ciências, Revisão de literatura, Análise de Rede.

Submetido em

17/07/2025

Aceito em

03/02/2026

Publicado em

20/03/2026

Keywords:

Experimentation, History of Science, Science Teaching, Literature review, Network Analysis.

Introdução

A prática experimental exerce uma tarefa essencial no Ensino de Ciências e, segundo Gaspar (2014b), ela é indispensável para a compreensão das definições científicas. Da mesma forma, a história da ciência, que, para Alfonso-Goldfarb (1994), transcende a mera narrativa histórica, representa, na verdade, a justificativa da ciência.

A articulação entre experimentação e história da ciência tem sido apontada como promissora no contexto educacional, uma vez que possibilita situar os experimentos em seus contextos de produção, discutir controvérsias e explorar aspectos epistemológicos do conhecimento científico (Matthews, 1995). Diante disso, Fazenda (2002, p. 41) explica que "o ato de contextualizar exige a virtude primeira da interdisciplinaridade, que é a coerência entre o falar, o pensar e o agir".

Apesar do reconhecimento teórico da relevância dessa interlocução, observa-se que os estudos sobre experimentação e história da ciência no Ensino de Ciências encontram-se dispersos em diferentes periódicos, áreas e enfoques, o que dificulta a visualização de tendências, lacunas e padrões da produção científica. Nesse cenário, revisões de literatura com enfoque quantitativo e relacional tornam-se importantes para sistematizar e interpretar o campo.

Um estudo de referência é o de Barbosa (2020), que analisou teses e dissertações brasileiras sobre a temática, observou, entre outros aspectos, a predominância de trabalhos voltados ao Ensino Médio, a centralidade da Física e a concentração regional no Sudeste. Contudo, ao se concentrar em produções acadêmicas *stricto sensu*, esse levantamento não contempla a dinâmica específica da circulação do conhecimento em periódicos científicos, nem explora relações entre autores, instituições, temas e referenciais teóricos a partir de métodos cientométricos e de análise em rede.

Ademais, a publicação de artigos em periódicos envolve processos editoriais, públicos-alvo e critérios de difusão distintos daqueles presentes em teses e dissertações, o que justifica a realização de um mapeamento específico desse tipo de produção. Nesse sentido, o presente estudo não se propõe a replicar os achados de Barbosa (2020), mas a complementá-los, ao deslocar o foco para artigos publicados em periódicos nacionais e ao adotar procedimentos analíticos que permitem identificar padrões relacionais e tendências emergentes no campo.

Optou-se pela delimitação ao contexto brasileiro por compreender que as políticas educacionais, a organização curricular e as tradições de pesquisa em Ensino de Ciências apresentam especificidades nacionais que influenciam a produção acadêmica. Tal escolha constitui um recorte analítico, reconhecido como limitação do estudo, mas necessário para garantir coerência e profundidade na análise.

Diante disso, este trabalho tem como objetivo analisar a produção científica brasileira que aborda a interseção entre experimentação e história da ciência, por meio de uma abordagem cientométrica. Especificamente, busca-se: (a) mapear artigos publicados em periódicos nacionais; (b) identificar padrões de autoria, instituições e regiões; (c) analisar tendências

temáticas e referenciais teóricos por meio de análise em rede; e (d) discutir implicações para o Ensino de Ciências.

A partir desses objetivos, a pesquisa orienta-se pelas seguintes questões: quais são as tendências temporais e regionais da produção científica sobre experimentação e história da ciência em periódicos nacionais? Quais instituições, revistas e referenciais teóricos se destacam nesse campo? Que temas emergem das análises de palavras-chave e resumos dos artigos?

Assim, o propósito deste estudo é preencher a lacuna identificada na literatura e fornecer uma visão abrangente e atualizada sobre a produção científica brasileira que trata da interseção entre experimentação e história da ciência. Ao realizar uma análise detalhada dessa interseção por meio de uma abordagem cientométrica, espera-se contribuir para o fortalecimento do Ensino de Ciências, oferecendo subsídios que possam orientar futuras pesquisas, políticas educacionais e práticas pedagógicas inovadoras, promovendo uma compreensão mais contextualizada e interdisciplinar da ciência.

Diante disso, a estrutura deste artigo está distribuída da seguinte maneira: nas próximas seções, são apresentados o referencial teórico e os procedimentos metodológicos adotados. Em seguida, realizamos a descrição e a análise dos principais resultados obtidos. Por fim, discutem-se as implicações educacionais e propõem-se direções para investigações futuras.

História da Ciência: Fundamentos, Perspectivas e Desafios no Ensino

A maioria das pessoas acredita instintivamente que entende o que é história e o que é ciência. No entanto, essa percepção muitas vezes é superficial e carente de aprofundamento, o que complica ainda mais quando abordamos aspectos da história da ciência (Alfonso-Goldfarb, 1994). Nesse contexto Alfonso-Goldfarb (1994) esclarece que, a história da ciência não se resume à combinação da história com a ciência. Cometer esse equívoco implica pensar erroneamente que a soma de duas variáveis resultará em uma terceira com características semelhantes. Portanto, a história da ciência possui suas próprias particularidades.

Em sua origem, a história da ciência esteve constantemente entrelaçada com as correntes epistemológicas e filosóficas (Alfonso-Goldfarb, 1994). Nessa conjuntura, Beltran e Trindade (2017) explicam que, embora muitos estudiosos tenham abordado a história da ciência sob uma perspectiva epistemológica, ela, história da ciência possui objeto de estudo próprio.

Com o tempo a história da ciência gradualmente incorporou métodos e procedimentos da história (Alfonso-Goldfarb, 1994). No entanto, conforme argumentam Beltran e Trindade (2017), assim como a epistemologia por si só não é capaz de elucidar completamente a história da ciência, a adoção de elementos e métodos históricos também se depara com essa limitação. Além disso, Alfonso-Goldfarb (1994) ressalta que, mais recentemente, a história da ciência passou a integrar contribuições de outras áreas, como sociologia e antropologia. Nesse sentido, Beltran e Trindade (2017) acrescentam que, embora o estudo das culturas seja fundamental, a sociologia, por si só, não oferece uma explicação completa para a história da ciência, sendo necessário um olhar mais amplo e interdisciplinar.

Portanto, a combinação desses elementos epistemológicos, históricos e sociológicos constitui o que compreendemos atualmente como história da ciência (Beltran & Trindade, 2017). A incorporação desses componentes permitiu à ciência e à filosofia uma nova dimensão, o que resultou na formação de uma nova área de estudo (Alfonso-Goldfarb, 1994). Diante disso, “Podemos dizer, de maneira bem ampla, que a História da Ciência é o estudo da(s) forma(s) de elaboração, transformação e transmissão de conhecimento sobre a natureza, as artes e as sociedades, em diferentes épocas e culturas” (Beltran & Trindade, 2017, p.31).

No contexto do Ensino de Ciências, a história da ciência foi historicamente considerada secundária. Contudo, houve uma reaproximação entre esses campos, tanto no âmbito teórico quanto na prática pedagógica, refletindo uma valorização crescente de suas interconexões epistemológicas e didáticas (Matthews, 1995). Essa valorização ocorre a partir do reconhecimento e da relevância da história da ciência para a qualificação do ensino e da aprendizagem, contribuindo para uma compreensão mais profunda dos processos epistemológicos e da construção do conhecimento científico (Forato, Pietrocola & Martins, 2011). Segundo Matthews (1995), o principal fator que impulsionou essa reaproximação foi a incorporação da história da ciência nos currículos nacionais.

Embora exista um consenso generalizado sobre a importância da história da ciência, sua aplicação em salas de aula e em livros didáticos ainda é bastante limitada. A justificativa para isso reside no fato de que incorporar a história da ciência, muitas vezes permeada por questões filosóficas, representa um desafio significativo (Martins, 2007). Essa resistência ocorre porque os livros didáticos priorizam os resultados, as teorias e os conceitos, negligenciando aspectos da história da ciência, como o processo de construção do conhecimento, o desenvolvimento das teorias e os paradigmas predominantes em diferentes períodos históricos, muitos dos quais foram posteriormente reformulados ou refutados (Forato, Pietrocola & Martins, 2011).

Tal cenário se configura em razão da forte orientação das instituições escolares para conteúdos voltados às exigências dos vestibulares, o que limita a atuação docente a práticas estritamente alinhadas ao currículo formal. Nesse contexto, mesmo a elaboração de materiais didáticos de alta qualidade revela-se insuficiente para transpor as barreiras estruturais impostas por essa lógica educacional (Martins, 2007).

Para Forato, Pietrocola e Martins (2011) a relevância da incorporação da história da ciência reside na compreensão dos processos que fundamentaram a construção do conhecimento científico ao longo do tempo. Segundo Martins (2006, p. 22), “A ciência não brota pronta, na cabeça de “grandes gênios”. Muitas vezes, as teorias que aceitamos hoje foram propostas de forma confusa, com muitas falhas, sem possuir uma base observacional e experimental”.

Experimentação no Ensino de Ciências

No Ensino de Ciências, distingue-se o experimento das atividades experimentais. O experimento, de caráter tradicional, visa à verificação de hipóteses com roteiros fechados, com ênfase na reprodutibilidade e no controle de variáveis (Giordan, 1999). Já as atividades experimentais adotam uma abordagem investigativa, valorizando a formulação de hipóteses,

a resolução de problemas e a construção de modelos mentais pelos estudantes (Giordan, 1999; Araújo & Abib, 2003). Quando assumem uma abordagem qualitativa e são realizadas em ambientes não estruturados, essas atividades promovem concepções alternativas, reflexão crítica e aprendizagem significativa, por meio da participação ativa e do diálogo com contextos reais (Araújo & Abib, 2003).

Assim, enquanto o experimento tende à validação de teorias, a atividade experimental prioriza a construção coletiva e contextualizada do conhecimento. Nessa perspectiva, as atividades experimentais deixam de assumir um caráter meramente confirmatório e passam a ser compreendidas como práticas do campo do saber que são centrais no ensino de Ciências, articuladas à Natureza da Ciência (NdC) ao favorecerem a problematização, a formulação e a revisão de hipóteses, bem como a compreensão do caráter provisório e contextual do conhecimento científico (Araújo & Abib, 2003; Gaspar, 2014a).

Do ponto de vista histórico, a experimentação não se reduz à realização de experimentos isolados ou à simples verificação empírica de hipóteses previamente formuladas. Caracteriza-se pela produção intencional de fenômenos, pelo uso sistemático de instrumentos, pela manipulação controlada de variáveis e pela interpretação teórica dos resultados obtidos. Nesse sentido, a experimentação constitui um processo ativo de construção do conhecimento científico, no qual observação, teoria e técnica se encontram indissociavelmente articuladas (Chalmers, 1993; Pozo & Crespo, 2009).

Historicamente, a consolidação da experimentação como fundamento da ciência ocorre a partir da ciência moderna, quando a investigação dos fenômenos naturais passa a envolver não apenas a observação sistemática, mas a intervenção planejada sobre a natureza, orientada por modelos teóricos e procedimentos matemáticos. Esse movimento foi decisivo para a transformação do experimento em um instrumento de produção de conhecimento, e não apenas de ilustração ou demonstração de leis naturais, rompendo com concepções empiristas ingênuas que atribuíam à experiência um papel neutro (Bachelard, 1996). É a partir dessa compreensão histórico-epistemológica da experimentação que se fundamentam as propostas contemporâneas de experimentação no ensino de Ciências, as quais buscam aproximar os estudantes das práticas epistêmicas próprias da ciência, superando abordagens meramente verificativas e instrumentalizadas (Pozo & Crespo, 2009).

No presente trabalho, adota-se uma concepção de NdC que compreende o conhecimento científico como uma construção histórica, provisória, teoricamente orientada e socialmente situada, distante de uma visão meramente verificadora (Chalmers, 1993). Nessa perspectiva, a ciência não é entendida como um conjunto de verdades absolutas obtidas por meio da simples observação dos fenômenos, mas como um processo dinâmico de elaboração de explicações, marcado por hipóteses, modelos, controvérsias, valores e contextos históricos (Chalmers, 1993; Bachelard, 1996). Tal concepção reconhece que as observações científicas são influenciadas por pressupostos teóricos prévios e que as teorias permanecem abertas à revisão e à superação diante de novas evidências e interpretações (Pozo & Crespo, 2009).

Diante disso, há um consenso entre os educadores de que as atividades experimentais são indispensáveis para a compreensão dos conceitos científicos, pois possibilitam a articulação entre teoria e prática, além de promoverem o desenvolvimento do pensamento crítico e

investigativo (Araújo & Abib, 2003; Gaspar, 2014a, 2014b; Gil-Pérez et al., 2001; Giordan, 1999). No entanto, esses educadores também apontam que essa prática é negligenciada, sendo realizada de forma esporádica e sem uma metodologia adequada (Gaspar, 2014b). Segundo Bassoli (2014), isso acontece devido a diversos fatores, que vão desde a carência de infraestrutura adequada até questões relacionadas à formação dos professores.

Essas dificuldades enfrentadas pelos educadores, segundo Bassoli (2014, p. 591) implicam que:

[...] promover atividades práticas é um ato de heroísmo em que conseguir realizar atividades práticas investigativas, aproximando a sala de aula do contexto de produção do conhecimento científico, é superar, definitivamente, os inúmeros entraves que impedem a melhoria da qualidade da educação no Brasil.

Embora o entendimento de que as atividades experimentais sejam indispensáveis nas aulas de ciências, sua utilização na educação básica ainda é limitada. Quando incorporadas, essas atividades muitas vezes seguem uma abordagem tradicional, o que pode comprometer sua eficiência no processo de aprendizagem (Gaspar, 2014a). De acordo com Araújo e Abib (2003), essa abordagem tradicional se apresenta muitas vezes sob uma interpretação equivocada do construtivismo, que muitas vezes reduz a prática experimental a atividades simplificadas e descontextualizadas. Isso dificulta a exploração de todo o potencial das atividades experimentais, limitando sua contribuição para a construção do conhecimento científico.

Ao abordar a natureza pedagógica, Gaspar (2014a) destaca que, no âmbito de um modelo educacional de orientação tradicionalista, não há diferenciação substancial entre o ensino teórico e o experimental, sendo ambos concebidos apenas como formas distintas de transmissão de conteúdo. Nessa lógica, o papel do professor restringe-se à condução de aulas expositivas, enquanto ao estudante é reservado um posicionamento passivo, como mero receptor das informações. Tal modelo aproxima-se da concepção de "educação bancária", conforme delineada por Freire (1987), na qual o docente é visto como o detentor exclusivo do saber e os discentes são considerados receptáculos vazios, destinados à acumulação de conhecimentos transmitidos de maneira unilateral.

Essa abordagem tradicional está vinculada ao livro didático, que funciona como um "livro de receitas", apresentando demonstrações fechadas e experimentos laboratoriais de caráter meramente verificativo (Araújo & Abib, 2003). Este cenário, segundo Gaspar (2014a), só começou a mudar no final do século XIX com o surgimento do movimento da Escola Nova, que passou a influenciar as práticas escolares no século XX ao propor novas alternativas para o ensino e a aprendizagem. No entanto, esse movimento visava o experimento como atividade pela atividade. Nessa linha, Oliveira, Libâneo e Toschi (2017) apontam que a pedagogia da escola nova tem suas bases fundamentadas na perspectiva construtivista.

À medida que as ideias piagetianas se popularizam, intensifica-se a crítica tanto ao ensino tradicional quanto à escola nova ao se afirmar que o conhecimento não é transmitido de forma direta ao aluno, mas construído a partir de sua interação com o meio. Nessa perspectiva, Piaget e Inhelder destacam que "a inteligência procede da ação em seu conjunto, na medida em que transforma os objetos e o real, e o conhecimento é essencialmente

assimilação ativa e operatória”, sendo a inteligência compreendida como “equilíbrio entre a assimilação e a acomodação” (Piaget & Inhelder, 1975, p. 31). Assim, o desenvolvimento cognitivo ocorre por meio de processos de equilíbrio, desencadeados quando o sujeito se depara com situações que entram em conflito com seus esquemas prévios.

A partir dessa base teórica, Gaspar (2014a) destaca que a prática experimental se configura como uma atividade pedagógica eficaz quando centrada na ação do aluno e na problematização dos fenômenos, mediada pedagogicamente, de modo a favorecer a atribuição de significado ao conhecimento científico antes de sua sistematização formal.

Nesse sentido, Gaspar (2014b) afirma que o desenvolvimento do pensamento ocorre à medida que o aluno se depara com situações conflitantes. Ao superar esses desafios, ele é capaz de avançar cognitivamente, construindo estruturas mentais mais complexas e estáveis. Sob essa ótica, “uma forma de apressar a construção de estruturas mentais por meio de experimentos é incluir nessas atividades situações desequilibradoras que gerem conflitos cognitivos na mente do aluno” (Gaspar, 2014a, p. 14).

De acordo com Gaspar (2014a), os experimentos científicos despertam questionamentos que levam à formulação de hipóteses com o objetivo de explicar os fenômenos observados. No entanto, essas hipóteses nem sempre se confirmam como verdadeiras, o que estimula a reflexão crítica e a elaboração de novas explicações, consequentemente, de novas hipóteses para compreender os resultados obtidos. Nesse sentido, Gaspar (2014a) destaca que é importante que o aluno vá além do senso comum, buscando uma compreensão mais profunda e contextualizada da lógica da ciência. Como ressalta Bachelard (1996, p. 23), “não se trata, portanto, de adquirir uma cultura experimental, mas sim de mudar de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana”.

Portanto, compreender a lógica da ciência, no âmbito da NdC, segundo Chalmers (1993), significa entender que a experimentação não é apenas um meio de confirmar teorias previamente formuladas. Ao contrário, as teorias científicas são provisórias e falseáveis, o que implica que podem ser rejeitadas diante de evidências contrárias. Além disso, o processo científico não é neutro, ele é conduzido por pesquisadores cujas observações e interpretações são influenciadas por pressupostos teóricos, valores e contextos históricos. Assim, ensinar Ciência é também formar cidadãos capazes de pensar criticamente sobre os processos de produção, validação e transformação do conhecimento científico.

Revisões Anteriores

Nas últimas décadas, o uso da História da Ciência e da experimentação como estratégias didáticas no Ensino de Ciências tem sido objeto de diversas investigações acadêmicas no Brasil, com destaque para dissertações e teses que buscaram integrar essas abordagens de maneira mais efetiva ao processo de ensino-aprendizagem. A literatura recente revela esforços sistemáticos para compreender as potencialidades e limitações dessa integração, bem como propor intervenções didáticas pautadas em fundamentos históricos, filosóficos e pedagógicos.

Uma das mais abrangentes revisões sobre o tema foi realizada por Barbosa (2020), cuja tese analisou 35 dissertações e teses brasileiras defendidas entre 1972 e 2018. O estudo identificou que a maioria das produções se concentra na região Sudeste, em nível de mestrado, com ênfase no ensino de Física no Ensino Médio. As propostas analisadas costumam utilizar experimentos históricos por replicação física ou por extensão e adotar referenciais construtivistas ou socioconstrutivistas. A revisão evidencia ainda que essas pesquisas contribuem para a formação crítica dos estudantes e para o entendimento da Natureza da Ciência.

Outro estudo relevante é o de Silva (2013), que defende a inserção da História da Ciência desde os anos iniciais do Ensino Fundamental. A autora argumenta que a experimentação histórica permite aos estudantes vivenciar o fazer científico de forma prática e significativa, promovendo um entendimento mais realista e humano da ciência. A abordagem é sustentada por uma perspectiva que vê a ciência como uma construção histórica não linear, influenciada por fatores sociais e culturais.

No mesmo sentido, Raicik e Peduzzi (2015) destacam a importância de considerar a dinâmica entre hipótese e experimentação na construção do conhecimento científico. O trabalho questiona a clássica dicotomia entre os contextos de descoberta e de justificação, propondo a experimentação exploratória como um modelo alternativo que integra elementos heurísticos e lógicos. Essa perspectiva amplia a compreensão do papel dos experimentos no Ensino de Ciências, atribuindo função formativa e investigativa.

O artigo de Ataíde e Silva (2011) também oferece uma contribuição valiosa ao resgatar a evolução histórica das metodologias de Ensino de Ciências. Os autores que defendem a utilização articulada da História, Filosofia da Ciência e da experimentação como ferramentas para o desenvolvimento de unidades didáticas e projetos de ensino, destacando que essas abordagens favorecem a compreensão crítica da ciência e sua relação com a sociedade.

Por fim, o trabalho de Borba e Lima (2024), que relata o desenvolvimento de um recurso multimídia educativo, que integra a História da Ciência e a experimentação à luz da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia. Embora não seja uma revisão sistemática, o artigo contribui ao apresentar uma proposta inovadora de ensino contextualizado, reforçando a importância da experimentação histórica no combate à visão estereotipada da ciência.

Esses estudos convergem ao apontar que a integração entre História da Ciência e experimentação é uma via promissora para o Ensino de Ciências, ao favorecer a construção de conhecimentos significativos e o desenvolvimento de uma visão crítica e contextualizada da ciência. No entanto, também apontam lacunas: a predominância de estudos em Física, a escassez de propostas voltadas ao Ensino Fundamental I e a necessidade de maior sistematização teórico-metodológica das intervenções.

A presente revisão busca avançar esse debate ao atualizar o mapeamento da produção acadêmica da área, explorar novas abordagens metodológicas e aprofundar a análise das práticas pedagógicas que integram História da Ciência e experimentação no Ensino de Ciências. Ao fazê-lo, pretende-se contribuir para o fortalecimento do campo e para a

formação de professores mais bem preparados para enfrentar os desafios contemporâneos da educação científica.

Softwares e Ferramentas de Apoio à Análise dos Dados

Tendo em vista as questões de pesquisa e a amplitude dos dados analisados, foram utilizados softwares de apoio ao tratamento, organização e análise dos dados: Microsoft Excel¹ (versão 2024), QGIS Desktop² (versão 3.34.13), Mendeley Desktop³, VOSviewer⁴ e IRaMuTeQ⁵ (versão 0.8 alpha), empregados em diferentes etapas da pesquisa.

Percurso Metodológico

Esta pesquisa adota uma abordagem mista que, conforme Creswell (2007), permite a integração de dados quantitativos e qualitativos, proporcionando uma análise mais completa do objeto de estudo. No âmbito dos dados quantitativos, utilizamos uma abordagem cienciométrica que, de acordo com Macias-Chapula (1998), faz uso de técnicas bibliométricas. Essa abordagem, segundo Razera (2016, p. 558), tem como propósito "avaliar a produção científica, mediante indicadores numéricos e uso de técnicas e análises estatísticas". Já no eixo qualitativo, realizamos uma revisão sistemática da literatura que, de acordo com Galvão e Pereira (2014, p. 183), "Trata-se de um tipo de investigação focada em questão bem definida, que visa identificar, selecionar, avaliar e sintetizar as evidências relevantes disponíveis".

Para a coleta da base de dados, a pesquisa se caracteriza como bibliográfica e exploratória, uma vez que se fundamenta na análise de artigos científicos publicados em periódicos da área de Ensino de Ciências. No que se refere aos procedimentos técnicos de organização e análise do corpus, adotaram-se os quatro momentos da pesquisa documental descritos por Rosa (2013), a saber: definição das palavras-chave, delimitação do escopo, seleção do corpus e análise. Nesse contexto, as palavras-chave adotadas foram "experimentação" e "história da ciência". Assim, alinhados ao objetivo da pesquisa, os descritores escolhidos buscaram identificar artigos que abordem experimentos fundamentados na história da ciência para o Ensino de Ciências.

Na etapa seguinte, definiu-se o escopo da pesquisa a partir da seleção de 18 revistas científicas da área de concentração Ensino/Educação, com escopo editorial voltado ao Ensino de Ciências. A escolha dos periódicos considerou sua trajetória e reconhecimento no campo,

1 O Microsoft Excel foi utilizado para organização e análise quantitativa da base de dados, aplicação de funções estatísticas e construção de gráficos (Pinto, 2011).

2 O QGIS é um software livre de Sistema de Informações Geográficas (SIG) empregado na manipulação e visualização de dados espaciais, possibilitando a elaboração de mapas temáticos de distribuição das publicações (Melo et al., 2024).

3 O Mendeley Desktop foi utilizado para a organização, padronização e gerenciamento das referências bibliográficas, incluindo inserção manual de dados quando necessário (Moraes, 2018).

4 O VOSviewer é um software de análise bibliométrica utilizado para a construção e visualização de redes de coautoria, coocorrência de termos e citações, permitindo a identificação de clusters temáticos (Van Eck & Waltman, 2023).

5 O IRaMuTeQ é um software livre para análise estatística de dados textuais, empregado na análise de similitude e na Classificação Hierárquica Descendente (CHD), baseada no método de Reinert (Camargo & Justo, 2021).

bem como a aderência temática às discussões sobre experimentação e História da Ciência, independentemente do número de artigos identificados no corpus final. A seleção não teve como objetivo hierarquizar a produção científica, razão pela qual o Qualis não foi adotado como critério de inclusão, sendo utilizado apenas como informação complementar para caracterização dos periódicos.

Os critérios de inclusão abrangeram publicações de pesquisadores brasileiros, com acesso aberto e disponibilidade em versão eletrônica, artigos completos disponíveis na íntegra, publicações com revisão por pares, artigos publicados entre 1979 e 2024, textos que apresentem os termos combinados “histórias da ciência” e “experimentação” e artigos publicados em revistas com escopo voltado ao Ensino de Ciências. Os critérios de exclusão envolveram resumos expandidos ou comunicações em anais, artigos duplicados ou repetidos em mais de uma base, textos sem relação direta com o Ensino de Ciências, publicações que não contenham simultaneamente os termos “história da ciência” e “experimentação”, revistas que não disponibilizam edições completas online, publicações em revistas com escopo fora da área de ensino ou sem autores vinculados a instituições brasileiras. A Tabela 1 apresenta detalhadamente os periódicos selecionados, acompanhados de suas respectivas informações: título, ISSN, área de concentração, estrato Qualis, periodicidade de publicação e a quantidade de artigos identificados em cada revista (n).

Tabela 1. Lista de revistas selecionadas para a busca de artigos.

Revista	Periodicidade	Qualis	ISSN	n
A Física na Escola	Contínua	A3	1983-6430	11
Alexandria	Contínua	A2	1982-5153	02
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	Quadrimestral	A1	2175-7941	14
Cadernos de Educação Tecnologia e Sociedade	Trimestral	A4	2316-9907	01
ENSAIO: Pesquisa em Educação em Ciências	Contínua	A1	1983-2117	05
Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista	Quadrimestral	A4	2237-4450	02
Estudos Avançados	Quadrimestral	A2	1806-9592	01
Experiências em Ensino de Ciências	Quadrimestral	B1	1982-2413	15
História da Ciência e Ensino	Semestral	A4	2178-2911	06
Holos	8 vezes por ano	A1	1807-1600	01
Investigações em Ensino de Ciências	Quadrimestral	A1	1518-8795	04
Química Nova na Escola	Trimestral	A2	2175-2699	03
Revista Brasileira de Ensino de Física	Contínua	A1	1806-9126	12
Revista Brasileira de História da Ciência	Semestral	A4	2176-3275	01
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	Contínua	A1	1984-2686	01
Revista Ciência & Educação	Contínua	A1	1980-850X	01
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	Quadrimestral	A2	1579-1513	02
Temporalidades	Quadrimestral	A4	1984-6150	01

Nota: A tabela apresenta 18 revistas científicas brasileiras com foco em ensino de ciências, selecionadas com base em critérios de acesso aberto, publicação de autores nacionais e histórico de publicações sobre experimentação e história da ciência. A partir dessa seleção, foram identificados ao todo 83 artigos relacionados aos descritores da pesquisa.

A seleção do corpus foi orientada pelas palavras-chave, definidas previamente como o escopo da pesquisa documental. O processo consistiu inicialmente na leitura dos títulos, palavras-chave e resumos dos artigos. A busca foi realizada manualmente em 18 revistas científicas da área de Ensino de Ciências, selecionadas por sua relevância no campo. A pesquisa não teve

delimitação temporal, abrangendo artigos desde o ano de 1979, com a publicação do volume 1 da Revista Brasileira de Ensino de Física, até o ano de 2024.

A análise ocorreu a partir das leituras e da interpretação dos resultados produzidos pelos softwares. Para análise do número de publicações e análise da produção temporal utilizou-se do Microsoft Excel 2024 versão 2408. Já para a realização do mapa com as IES utilizou-se do software QGIS Desktop na versão 3.34.13. Para análise de coocorrências de palavras-chave utilizou o Mendeley Desktop como gerenciador de referências, os artigos então foram depositados no software afim de exportar os artigos em um único arquivo no formato RIS para fazer análise no software de análise bibliométrica VosViewer. Para análise de similitude e o método de Reinert, utilizou-se os resumos que foram tratados para base de dados no bloco de nota, e utilizou como software de análise o IRaMuteQ versão 0.8 alpha.

Análise e Resultados

Conforme ilustrado na Tabela 1, a etapa inicial do estudo resultou na coleta de 83 artigos⁶ que atenderam aos critérios previamente definidos, compondo assim o corpus da pesquisa. A revista que apresentou o maior número de publicações foi Experiências em Ensino de Ciências, com um total de 15 artigos, seguida pelo Caderno Brasileiro de Ensino de Física, com 14 artigos, e pela Revista Brasileira de Ensino de Física, que contabilizou 12 artigos. Para uma visualização mais detalhada, o Gráfico 1 (produzido no Microsoft Excel) exibe a distribuição do número de publicações ao longo dos anos por nível de ensino.

Nossa análise teve início em 1979, mas o primeiro artigo que utiliza experimentos embasados na história da ciência só aparece 19 anos depois, em 1998, de maneira bastante discreta. A partir de 2010, observa-se um aumento na produção, alcançando 5 publicações nesse ano e atingindo seu ápice em 2018, com 11 artigos publicados. Esses dados são consistentes com os resultados de Barbosa (2020), identificou que, no caso de teses e dissertações sobre experimentação e história da ciência, o período de maior produção ocorreu entre 2011 e 2018, representando 54,3% dos trabalhos desse tema.

Ao todo, esta pesquisa identificou 83 artigos, sendo 56 (67,47%) voltados para o ensino médio, 21 (25,3%) direcionados ao ensino superior, sendo muitos deles desenvolvidos em cursos de licenciatura para a formação de professores da educação básica, e 6 (7,23%) dedicados ao ensino fundamental. De maneira semelhante, Barbosa (2020) também observou uma predominância de estudos voltados para o ensino médio, o que, segundo ele, se deve ao maior volume de trabalhos na área de física. Nesse contexto, para trazer maior clareza ao objeto de estudo, a seguir, a Figura 1 (produzido no QGIS Desktop), evidencia as regiões com o maior número de publicações e as principais instituições de ensino superior (IES) que exploram essa articulação.

⁶ A relação detalhada dos artigos selecionados pode ser consultada em: [Relação dos Artigos](#)

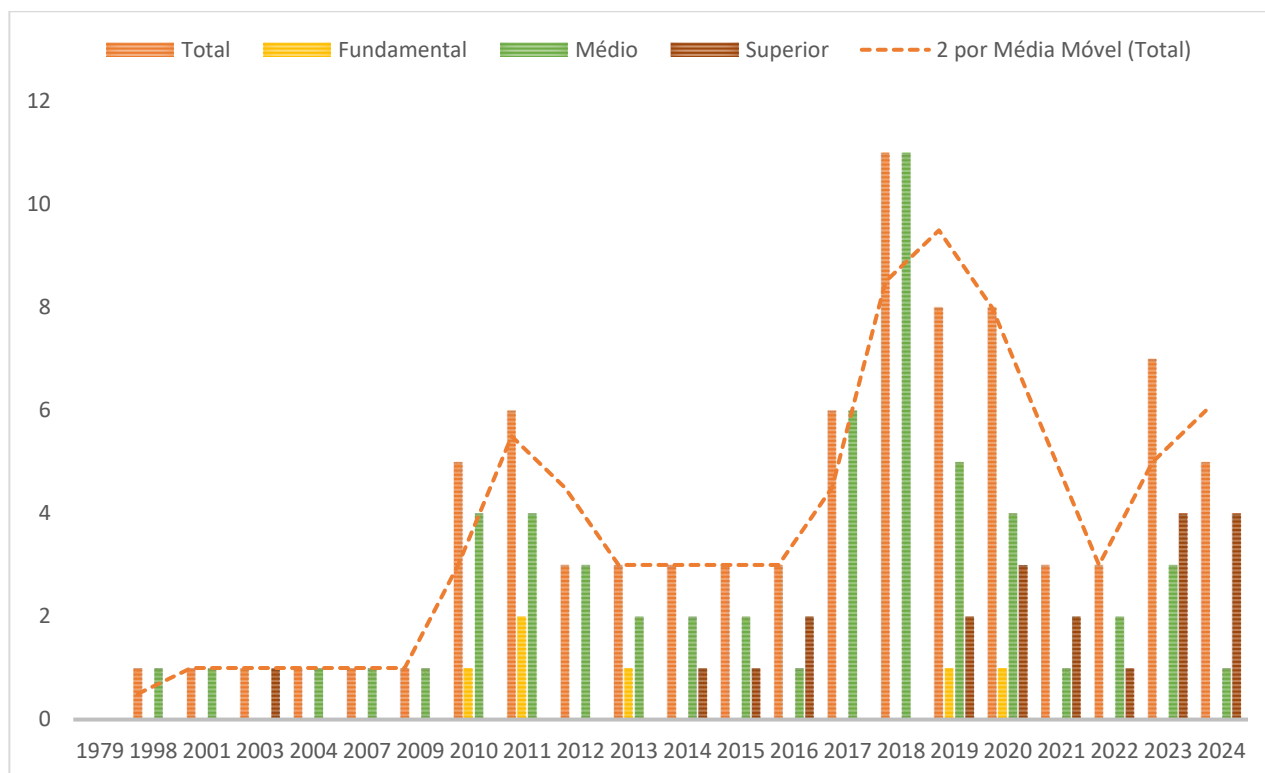


Gráfico 1. Número de publicações sobre experimentação e história da ciência até o ano de 2024 produzido no Microsoft Excel.

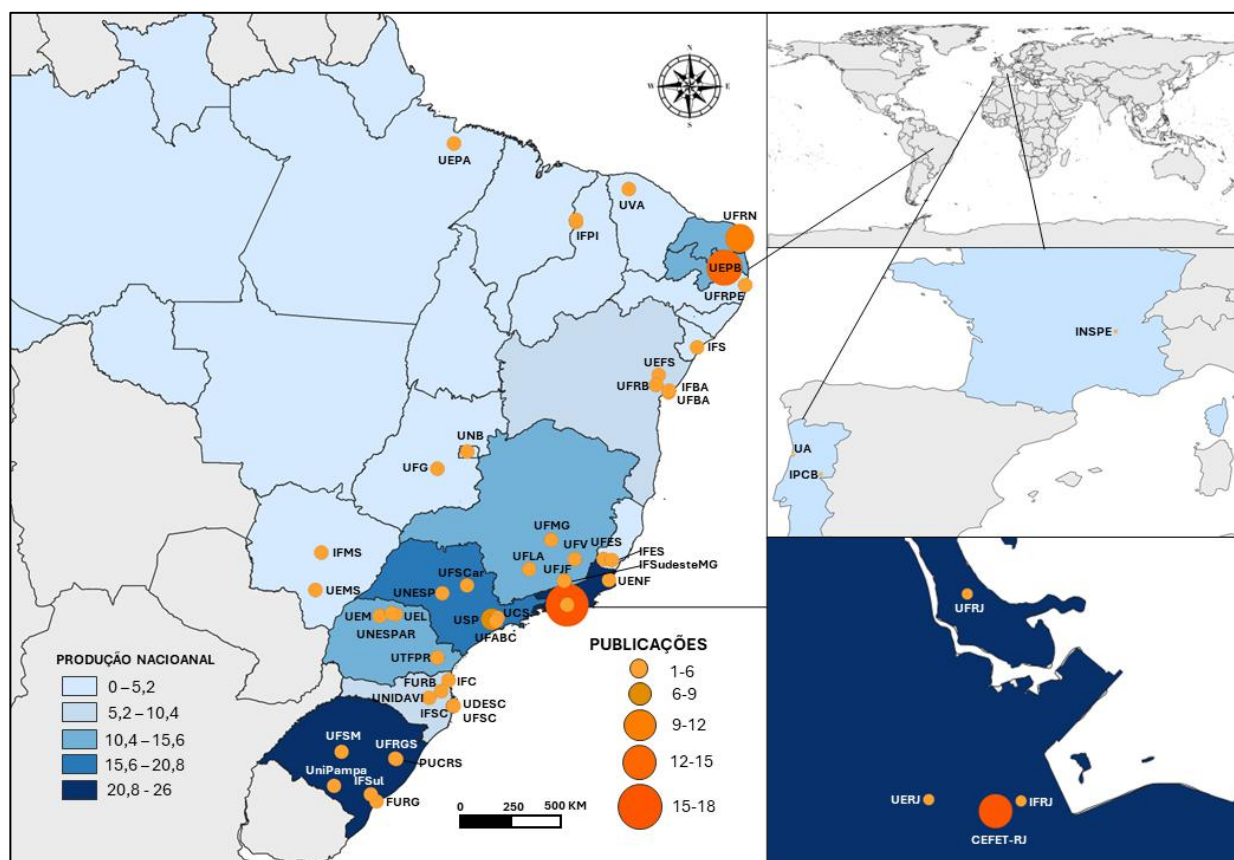


Figura 1. Quantidade de publicações por instituição de ensino superior (IES) e por região, produzida no QGIS Desktop.

Para identificar as IES com maior produção sobre experimentação fundamentada na história da ciência, foram analisadas as afiliações do primeiro e, quando presente, do segundo autor de cada artigo. Os resultados apontam que a instituição com o maior número de publicações é o Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ), com 18 registros em que os autores estão vinculados a essa instituição. Em seguida, destaca-se a Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), com 13 publicações, e, em terceiro lugar, a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), com 11 ocorrências. A concentração dessas publicações nessas instituições pode ser melhor compreendida ao longo deste artigo, especialmente por meio da Figura 4, que apresenta os autores e coautores mais produtivos, a maioria deles vinculados a essas IES.

Ainda na Figura 1, analisamos as regiões com maior produção acadêmica. Nesse contexto, um artigo pode estar vinculado a até duas IES, uma vez que foram analisados autores e coautores. A região Sudeste se destacou como a mais produtiva, com 60 artigos (38,96%), concentrados principalmente no estado do Rio de Janeiro, que registrou 26 publicações, impulsionado pelo CEFET-RJ. Em seguida, São Paulo contabilizou 16 artigos, e Minas Gerais, 14. Resultados semelhantes foram observados por Barbosa (2020), que sugere que essa concentração pode estar relacionada ao grande número de programas de pós-graduação na região, contrastando com a menor oferta em outras localidades.

A segunda região com maior produção foi a Região Sul, com 42 trabalhos (27,27%): o Rio Grande do Sul, apresentou 21 artigos, seguido pelo Paraná, com 11, e Santa Catarina, com 10. O Nordeste aparece em terceiro lugar, com 41 artigos (26,62%), sendo a Paraíba o estado de maior destaque, com 13 publicações, seguida pelo Rio Grande do Norte, com 11. O Centro-Oeste registrou 9 artigos (5,84%), enquanto a região Norte teve a menor produção, com apenas 2 trabalhos (1,31%). Para compreender melhor os temas abordados nesses estudos, a Figura 2 apresenta as palavras-chave selecionadas pelos autores em seus artigos.

Diante disso, a Figura 2 apresenta 32 clusters⁷, compostos por um total de 161 termos interligados. No cluster azul, o termo "história da ciência" se destaca com a maior centralidade⁸, uma vez que, aparece 39 vezes e possui uma força total de ligação⁹ de 112, conectando-se com quase todos os outros clusters. Esse cluster contém 10 itens, incluindo "ensino de ciências" e "projetos de aprendizagem, o que demonstra a conexão expressiva entre a história da ciência e a área da educação. De acordo com Beltran, Saito e Trindade (2014), professores e educadores de diferentes níveis de ensino estão cada vez mais valorizando os aspectos históricos da ciência, reconhecendo sua importância, inclusive, para a formação docente.

O cluster rosa por sua vez se destaca pelo termo principal "ensino de física", sendo a segunda palavra-chave mais frequente nos artigos analisados, com 16 ocorrências e uma força total de ligação de 51. Esse cluster agrupa sete termos, incluindo "atividades educacionais", "história da física" e "atribuições de sentido". Nesse sentido, para Matthews (1995, p. 165), "tanto a

⁷ Agrupamentos de nós com alta similaridade.

⁸ Aponta a relevância de um nó na rede.

⁹ Quantificam a intensidade das conexões entre os nós.

teoria como, particularmente, a prática do Ensino de Ciências está sendo enriquecida pelas informações colhidas da história e da filosofia da ciência”. Um outro ponto da análise indica que os artigos voltados ao ensino de física apresentam um volume superior em comparação com outras disciplinas, resultado que corrobora os achados de Barbosa (2020), segundo os quais, a área curricular da Física representou 80% dos trabalhos analisados. Além da presença da história da física, participante desse cluster, observamos ainda a conexão com o cluster azul (história da ciência), demonstrando que o ensino de física vem expandindo horizontes rumo à interdisciplinaridade.

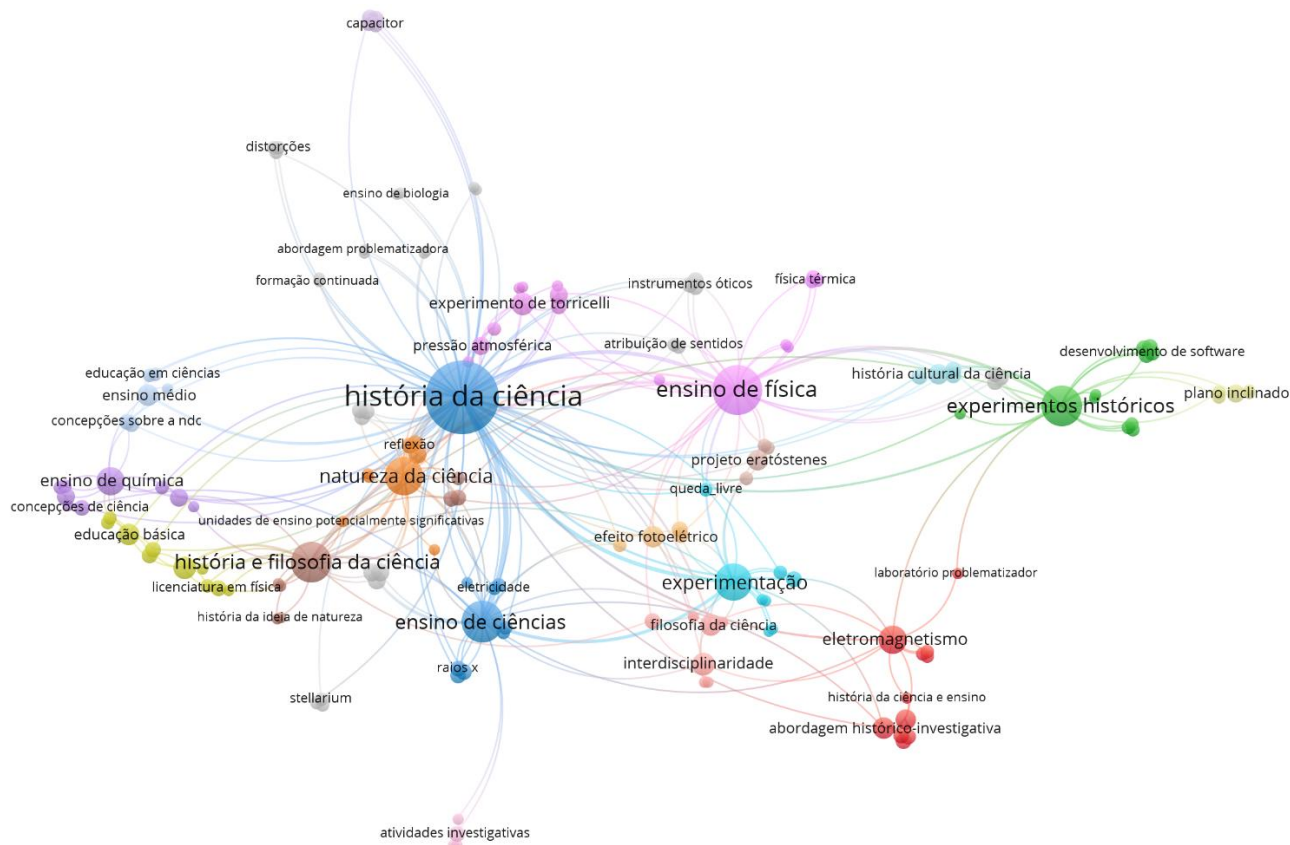


Figura 2. Coocorrências de palavras-chave utilizando o software VosViewer.

O último cluster que compõe a tríade central é o azul-claro, representando um dos descritores da pesquisa, “experimentação”, que apresenta 12 ocorrências e uma força total de ligação de 30. “Experimentação” apresenta forte ligação com “história da ciência” e “ensino de ciências”, o que nos leva a compreender que a história da ciência tem ganhado espaço no Ensino de Ciências por meio de experimentos ou de atividades experimentais. O cluster verde, associado a “experimentos históricos”, está localizado na extremidade direita e estabelece conexão com “história da ciência”, embora tenha uma ligação fraca com história e filosofia da ciência. Esse distanciamento sugere que as referências utilizadas para experimentos históricos diferem das demais abordagens.

Já no cluster laranja, encontra-se o descritor natureza da ciência, que mantém um vínculo forte entre história da ciência e Ensino de Ciências, mas não apresenta conexões com experimentação ou experimentos históricos. Esse padrão pode sugerir que a natureza da ciência é mais associada a discussões teóricas e epistemológicas dentro do Ensino de Ciências,

sem necessariamente se apoiar em práticas experimentais ou na reconstrução de experimentos históricos. Isso pode refletir uma fragmentação nas abordagens pedagógicas, onde a experimentação e os experimentos históricos são tratados como elementos distintos das reflexões sobre a natureza da ciência. Como forma de complementarmos a compreensão acerca das coocorrências entre palavras-chaves, produzimos na Figura 3 uma Análise de Similitude por meio do Software IRaMuTeQ.

Para a análise de similitude, foram utilizados os resumos dos 83 artigos que compõem o corpus textual. De acordo com Camargo e Justo (2021), o gráfico de similitude resulta em um grafo que representa as conexões entre os termos selecionados do corpus, permitindo a identificação de estruturas textuais e relações semânticas. Na Figura 3, observa-se a formação de seis comunidades, cada uma destacada por uma cor diferente e centrada em um termo chave. Esses termos estão interligados por arestas cuja espessura indica a força da coocorrência entre as palavras dentro de cada comunidade, evidenciando os vínculos mais significativos no corpus analisado.

A comunidade de maior destaque é a amarela, caracterizada por sua conexão com todas as demais comunidades. Seu termo central é "alunos", que aparece 81 vezes, sendo a palavra mais recorrente nos resumos analisados. Além disso, essa comunidade inclui outros termos, como "aprendizagem", "processo" e "sala de aula". A predominância dessas palavras indica que os artigos estão majoritariamente voltados para temas relacionados ao ensino e à aprendizagem. O destaque de "alunos" como termo central reforça a ideia de que os estudos analisados colocam o estudante no centro das discussões e abordagens metodológicas. Nesse contexto, Cicuto, Miranda e Chagas (2019) apontam que as estratégias que incorporam ferramentas didáticas são amplamente valorizadas pelos alunos.

A comunidade verde, por sua vez, destaca termos como "história da ciência", diretamente associados aos professores. Isso sugere que tais trabalhos evidenciam que o contexto histórico tem sido amplamente utilizado no Ensino de Ciências. Além disso, existem fortes conexões com os termos "formação" e "ensino de ciências" que indica uma relação robusta entre a formação docente e essa temática. A comunidade roxa se relaciona ao ensino de física, destacando a presença da história da ciência na educação científica. Já a comunidade azul apresenta um foco no ensino médio, com ênfase em experimentação e desenvolvimento educacional. Nesse contexto, Barros e Carvalho (1998) argumentam que o professor pode se apropriar da história da ciência como um recurso didático para o ensino de física, favorecendo uma aprendizagem mais significativa para os alunos.

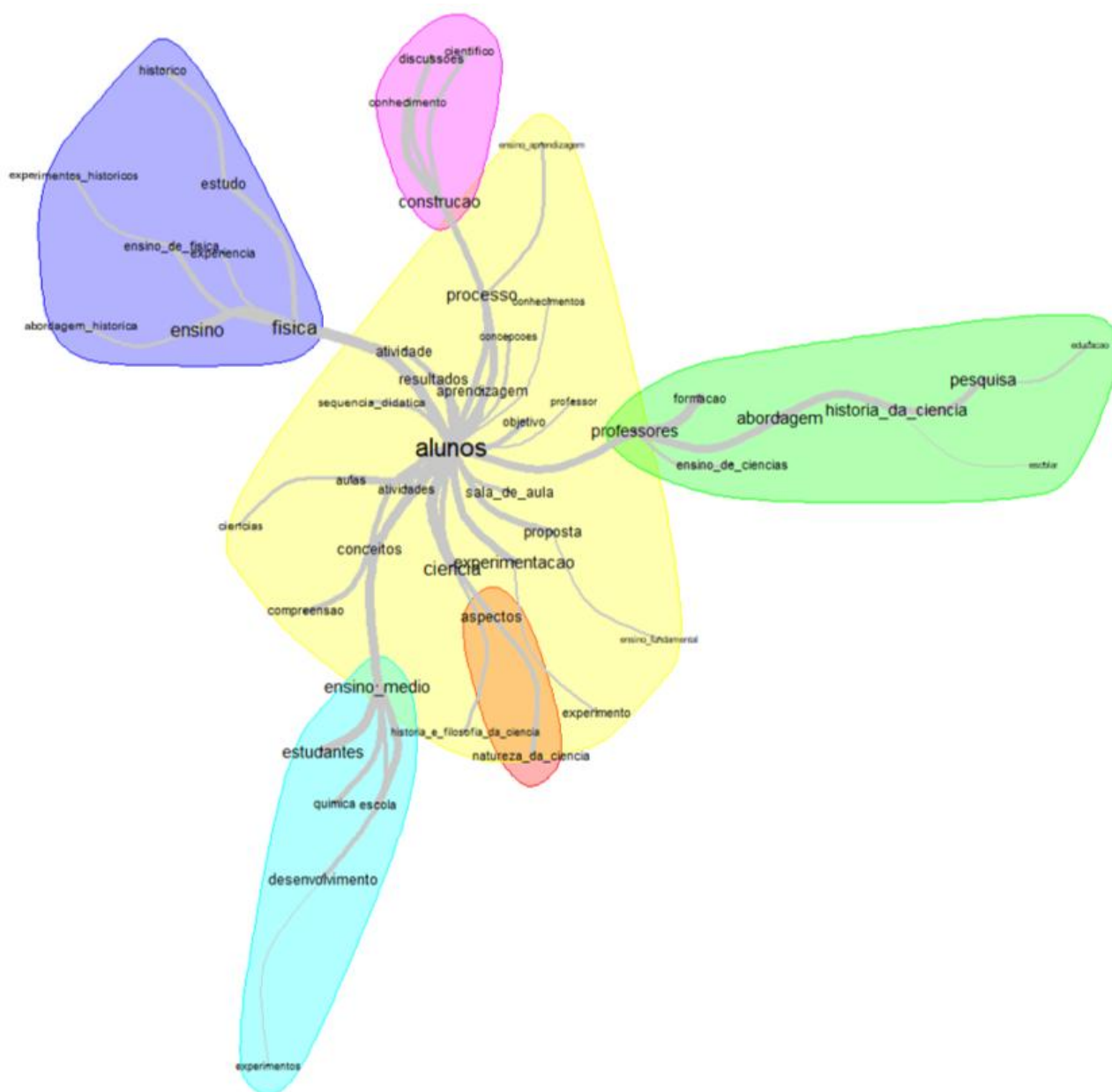


Figura 3. Análise de similitude utilizando o Software IRaMuTeQ.

A Figura 4 apresenta o mapa de autoria e coautoria, que permite visualizar os autores mais produtivos e suas conexões na rede de publicações. A análise desse mapa revela que a pesquisadora com o maior número de publicações é Andreia Guerra, com participação em 11 artigos. Guerra é professora do Centro Federal de Educação Tecnológica de Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), o que justifica o alto volume de publicações dessa instituição sobre a temática, dado que sua principal produtora está vinculada a ela. A segunda autora com mais publicações é Ana Paula Bispo da Silva, com sete artigos. Assim como Guerra, Silva também está afiliada a uma das instituições que mais contribuem para essa área de pesquisa, a Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Em terceiro lugar, destaca-se Juliana Mesquita Hidalgo, professora da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), com cinco publicações.

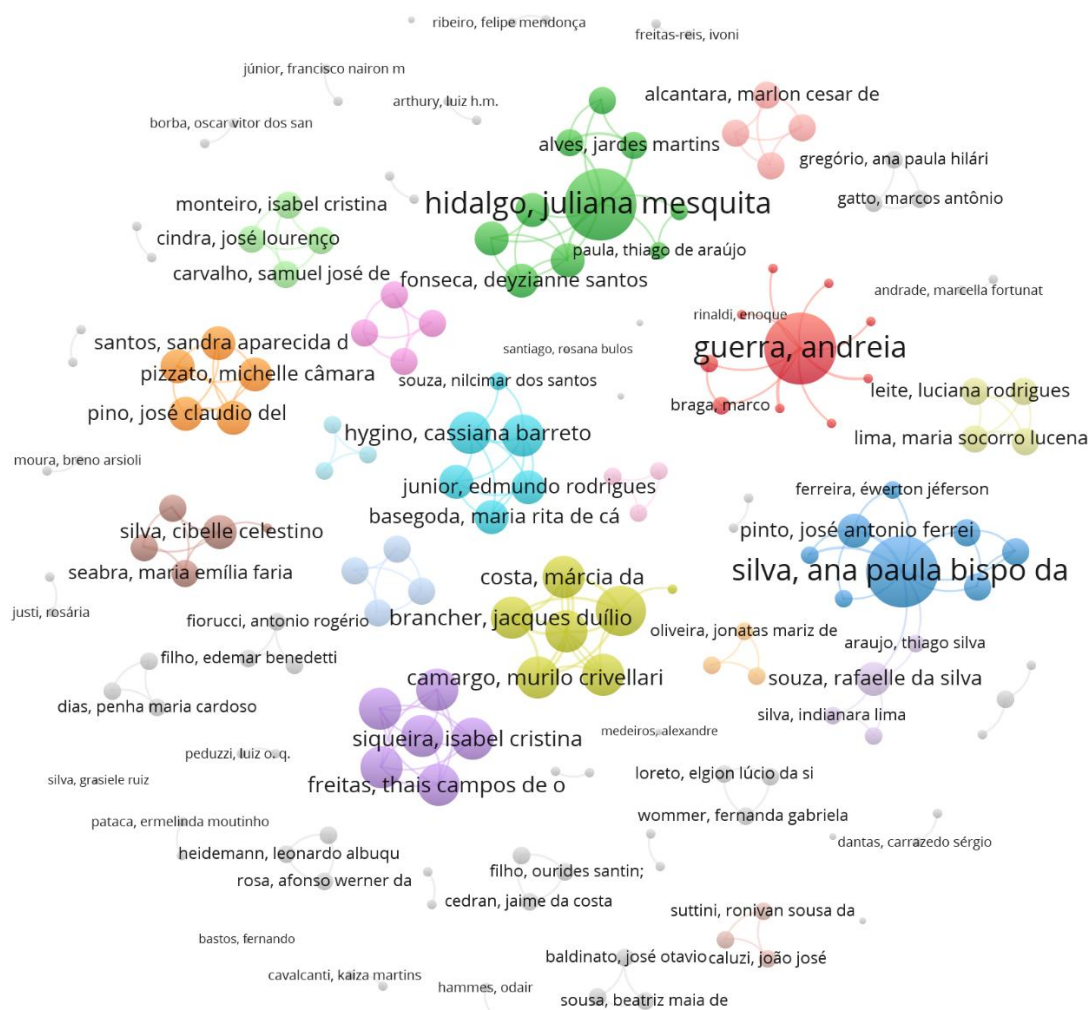


Figura 4. Mapa de autores e coautores utilizando o software VosViewer.

Os dados da Figura 4 estão em consonância com os apresentados na Figura 1, reforçando a relação entre os pesquisadores mais produtivos e as instituições com maior volume de publicações na área. Além da produtividade acadêmica, esses três autores possuem a mesma força total de ligação na rede, com um índice de 12, evidenciando um alto grau de colaboração e influência no campo de estudo. Essa análise destaca a relevância dessas pesquisadoras na produção científica sobre a temática investigada.

Além das autoras com maior volume de publicações, outros pesquisadores também se destacam na área, como Irinéa de Lourdes Batista, Márcia da Costa, Wagner Tadeu Jardim, Jacques Duílio Brancher, Murilo Crivellari, Yago Henrique Pereira e José Antônio Ferreira Pinto. No entanto, a análise da Figura 4 revela uma baixa conexão entre os pesquisadores das diferentes instituições.

O padrão observado indica que as publicações tendem a ocorrer dentro de núcleos institucionais fechados, com os autores colaborando predominantemente com colegas de suas próprias instituições. Esse cenário sugere uma limitação na troca de conhecimento e cooperação entre diferentes universidades e centros de pesquisa. O mapa de autoria e coautoria não evidencia interações significativas entre diferentes instituições, o que reforça a

necessidade de estimular colaborações entre os autores para fortalecer a produção científica e ampliar a disseminação do conhecimento na área. A fim de refinar mais essa análise, o Gráfico 2, a seguir, apresenta a tendência temporal dos autores com maior produção.

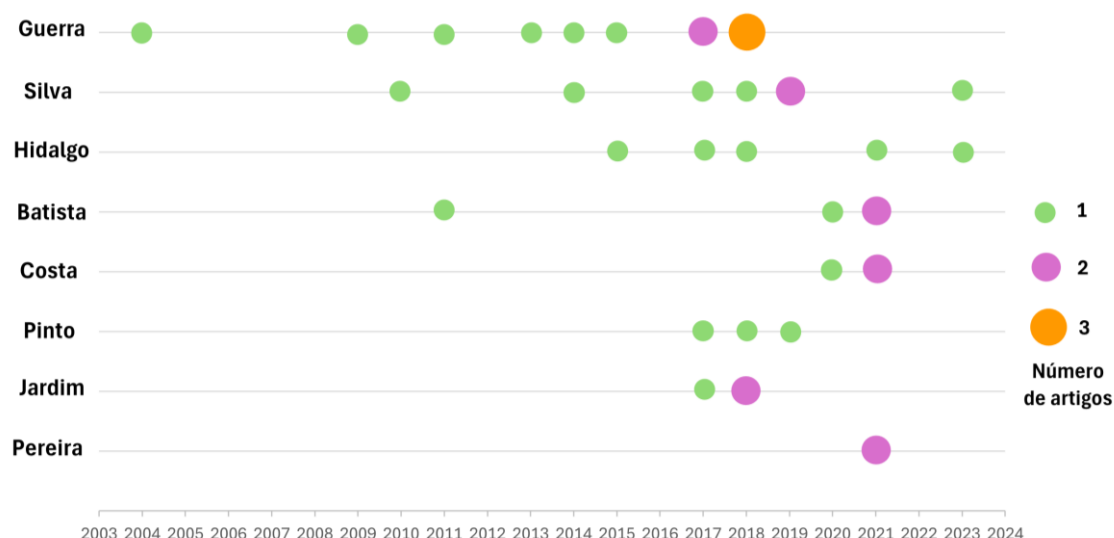


Gráfico 2. Tendência temporal dos 8 autores mais produtivos feito através do Microsoft Excel.

O Gráfico 2 apresenta a distribuição temporal das publicações dos oito principais autores mais produtivos sobre a temática, evidenciando a evolução da produção acadêmica ao longo dos anos. A seleção dos oito autores mais produtivos baseou-se no critério de terem realizado, no mínimo, duas publicações sobre a temática. Embora outros autores também atingissem esse mínimo, optou-se por destacar apenas os oito principais para garantir a clareza visual do gráfico e evitar sobrecarga de informações, o que poderia dificultar a interpretação dos dados.

Diante disso, nota-se um aumento significativo na publicação de artigos a partir de 2017, acompanhado por uma maior diversidade de autores e um crescimento no volume de trabalhos. Entre eles, Guerra e Silva se destacam pela consistência de suas publicações ao longo do tempo, refletindo uma trajetória contínua de contribuição científica. Em especial, Guerra apresenta um pico de três artigos em 2018, indicando um período de alta produtividade ou possível colaboração em diversas frentes de pesquisa.

Além disso, autores como Hidalgo, Costa e Batista iniciam suas publicações mais recentemente (últimos 10 anos), o que pode indicar uma renovação no grupo de pesquisadores ou o ingresso de novos colaboradores na área. A presença de artigos em anos espaçados para alguns autores sugere que a produção pode estar atrelada a projetos específicos ou ciclos de pesquisa, em vez de uma publicação constante. Também é relevante notar que, apesar do aumento geral na quantidade de publicações, há períodos de menor atividade, como os anos (2003-2010), onde poucos artigos foram publicados.

Na Figura 5, trazemos o resultado do Método de Reinert – expresso pelo dendograma – para o conjunto dos resumos dos 83 trabalhos selecionados. Com o dendograma, são identificadas

classes (agrupamentos) de palavras que compartilham um contexto e, portanto, um significado.

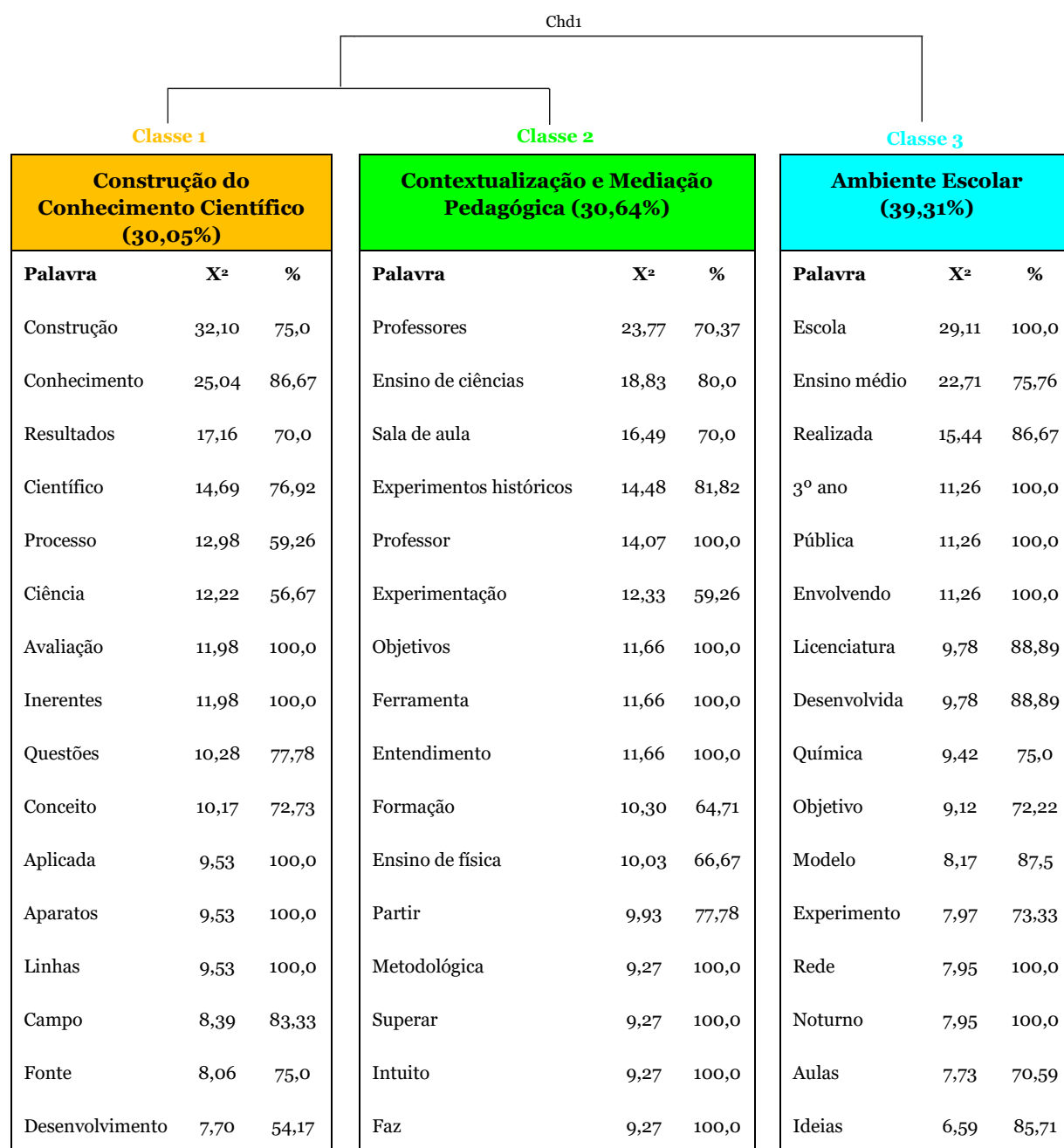


Figura 5. Dendrograma dos resultados da classificação pelo método de Reinert utilizando o Software IRaMuTeQ.

O reconhecimento dos sentidos trazidos por cada classe servirá para direcionar ainda mais nossas percepções acerca das contribuições para o Ensino de Ciências advindas da interlocução entre a história da ciência e a experimentação (experimentos e atividades experimentais). Na construção desse dendrograma, o IRaMuTeQ aproveitou 75,88% do corpus textual, de modo que apresentamos as classes que foram criadas e os termos mais recorrentes cujos χ^2 foram maiores que 3,84 e estão ordenadas por ordem decrescente.

O dendrograma apresenta três classes principais, cada uma representada por uma cor distinta e por um conjunto de palavras com significados semelhantes, organizados de acordo com o segmento do texto. A leitura ocorre de cima para baixo. A classe 1 (30,05%), identificada pela cor laranja, abrange termos como "construção", "conhecimento" e "resultados", evidenciando sua relação com o processo de *Construção do Conhecimento Científico*. Essa classe destaca aspectos do método avaliativo, uma vez que a presença de termos como "questões" e "avaliação" sugere a abordagem de critérios para avaliar o conhecimento científico.

Nesse sentido, para Kuhn (1998) a avaliação do conhecimento científico ocorre no interior de paradigmas historicamente constituídos, os quais orientam práticas, métodos e critérios de validação, podendo ser transformados com o surgimento de novos paradigmas. Assim, a Classe 1 expressa uma compreensão do conhecimento científico como historicamente situado e sujeito a mudanças paradigmáticas. Termos como "linhas", "campo" e "fonte" reforçam a diversidade de abordagens metodológicas presentes nesse processo de construção do conhecimento.

A Classe 2 (30,64%), representada pela cor verde, enfatiza o papel dos professores na educação científica, abordando sua formação, o uso de ferramentas metodológicas e os desafios enfrentados no ensino fundamental e, portanto, foi nomeada *Contextualização e Mediação Pedagógica*. Há um interesse na experimentação como recurso didático, embora também sejam destacadas dificuldades na aplicação dessas metodologias. O termo "professores" é central, indicando a relação dessa classe com o papel dos educadores no Ensino de Ciências, enquanto "formação" sugere um foco na capacitação docente. A presença da palavra "ferramenta" aponta para o uso de recursos pedagógicos específicos, e "entendimento" revela uma preocupação com a aprendizagem dos alunos. O termo experimentação aparece como um elemento fundamental no Ensino de Ciências, especialmente nas aulas de física. Além disso, palavras como "superar" indica uma discussão sobre os desafios da experimentação no ensino, incluindo a falta de infraestrutura, a formação docente e o engajamento dos alunos.

A maior classe, correspondendo a (39,31%) do total, está relacionada ao Ambiente Escolar e, mais especificamente, ao ensino médio. A presença do termo "pública" indica um recorte voltado para escolas da rede pública. O termo "química" pode estar associado tanto às aulas quanto à formação docente, especialmente pela proximidade com "licenciatura". Além disso, aspectos metodológicos são evidenciados pelos termos "ideias", "experimento" e "modelo", sugerindo um foco em abordagens pedagógicas e práticas de ensino.

Sendo assim, o dendrograma reforça a ideia de que a história da ciência cumpre a função de evitar concepções inadequadas da ciência (Gil-Pérez et al. 2001) ao reconhecer que o conhecimento é (re)construído ao longo do tempo, e que a experimentação se configura enquanto prática fundamental tanto para o desenvolvimento da ciência e da tecnologia quanto para o ensino.

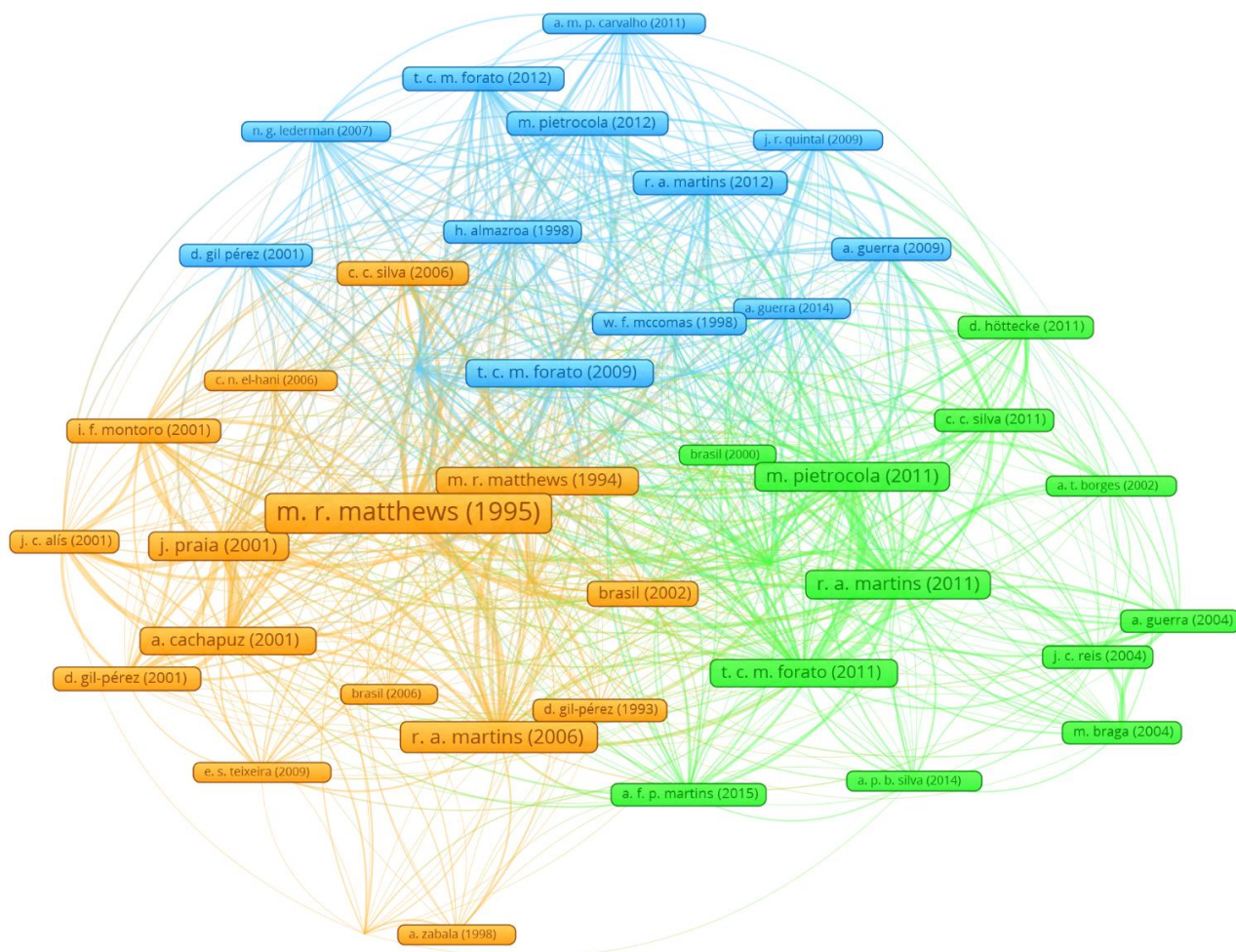


Figura 6. Correlações de referências bibliográficas feitas através do *software* VosViewer.

A Figura 6 apresenta a rede de correlações das referências bibliográficas, ou seja, as obras citadas nos 83 artigos que compõem o escopo desta pesquisa, de modo que, embora haja trabalhos coletivos, aqui tratamos cada autor de forma individualizada (separamos autores e coautores). Para evitar a sobrecarga visual, a rede foi configurada para exibir apenas os autores citados pelo menos seis vezes. Como resultado, foram identificados 43 autores distribuídos em três clusters: o grupo em laranja, com 17 autores; o grupo em verde, com 13 autores; e o grupo em azul, também com 13 autores. A presença de três clusters indica a existência de três tendências de pesquisa abordadas na literatura analisada. A proximidade entre os autores dentro de cada cluster reflete a inter-relação entre suas obras ou colaborações em trabalhos, enquanto a conexão entre os clusters evidencia o diálogo entre os diferentes temas.

O cluster laranja apresenta a maior influência, concentrando os autores mais centrais da rede. Matthews (1995) se destaca como o nó de maior força de ligação, com um total de 236 conexões, indicando sua relevância dentro do campo. Esse cluster está principalmente associado a **aspectos epistemológicos e didáticos do ensino de ciências**, contando com a contribuição de autores como Cachapuz (2001), El-Hani (2006) e Martins (2006). Além disso, a presença de documentos normativos, como Brasil (2002, 2006), sugere uma

forte relação desse grupo com as **políticas educacionais brasileiras e a implementação de práticas experimentais no ensino de ciências**.

O cluster verde destaca por incluir Pietrocola, o segundo autor com maior força de ligação na rede, totalizando 181 conexões. Junto com Martins e Forato, esse grupo discute questões relacionadas à história da ciência e à natureza da ciência no ensino. Já o cluster azul reúne autores como Forato (2009, 2012), Martins (2012), Lederman (2007) e McComas (1998), todos amplamente reconhecidos por suas contribuições aos estudos sobre a natureza da ciência e o uso da história da ciência como ferramenta didática. A presença de Guerra (2009, 2014) reforça a ideia de que esse cluster se concentra em investigações sobre como a história e a filosofia da ciência podem contribuir para o ensino.

Analisando conjuntamente as Figuras 5 e 6, podemos compreender que as tendências de pesquisa aqui identificadas (Figura 6) mantem correlação com as classes do dendograma (Figura 5), pois o foco epistemológico fundamenta a construção do conhecimento; história e a natureza da ciência sustentam aspectos da formação e mediação do professor de ciências; a preocupação com as políticas educacionais brasileiras e as práticas pedagógicas baseadas em experimentação impactam diretamente a realidade escolar, principalmente, da esfera pública.

Por fim, buscamos identificar quais foram os autores mais influentes por serem mais citados nos artigos aqui analisados. Desta feita, a Tabela 2 complementa a Figura 6 destacando os principais autores e suas respectivas obras utilizadas na construção dos artigos.

Conforme mencionado anteriormente, Matthews (1995) foi o autor mais referenciado, sendo sua obra de 1994 citada em 16 artigos. Martins (2006) também se destaca, com 20 citações, enquanto o artigo de Forato, Pietrocola e Martins (2011) aparece em 18 trabalhos. Da mesma forma, a obra de Gil-Pérez, Montoro, Alís, Cachapuz e Praia (2001) registra 18 citações. Observou-se que os artigos analisados recorrem majoritariamente a referenciais consolidados da área de Ensino de Ciências e da Natureza da Ciência, com destaque para autores clássicos amplamente citados no campo, bem como para documentos oficiais da área educacional.

Temos, então, autores consagrados (Tabela 2), cujas preocupações giravam em torno das discussões epistemológicas, da história e da natureza da ciência, bem como de suas implicações para o ensino (didática e práticas). Isso nos leva a defender que a história da ciência não se resume a práticas tradicionais, mas envolve reflexões profundas sobre como o conhecimento é produzido e validado.

Nesse cenário, observa-se uma renovação tanto no grupo de pesquisadores quanto nas discussões sobre o Ensino de Ciências, como indica o Gráfico 2, o qual também demonstra um interesse crescente, a partir de 2017, por práticas mais interdisciplinares, históricas e experimentais no ensino. Contudo, ainda constatamos que as reflexões sobre a natureza da ciência tendem a se desenvolver de forma isolada das práticas experimentais, sugerindo a necessidade de abordagens pedagógicas mais integradoras.

Tabela 2. Lista das referências mais citadas

Autores	Referência	Ocorrência
Matthews (1995)	Matthews, M. S. (1995). História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. <i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i> , 12(3), 164-214.	34
Martins (2006)	Martins, R. D. A. (2006). Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. <i>Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino</i> . São Paulo: Editora Livraria da Física, 17-30.	20
Forato; Pietrocola e Martins (2011)	Forato, T. C., Pietrocola, M., & Martins, R. A. (2011). Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. <i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i> , 28(1), 27-59.	18
Gil-Pérez; Montoro; Alís; Cachapuz, e Praia (2001)	Pérez, D. G., Montoro, I. F., Alís, J. C., Cachapuz, A., & Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. <i>Ciência & Educação (Bauru)</i> , 7, 125-153.	18
Matthews (1994)	MATTHEWS, M. R. Science teaching: the role of History and Philosophy of Science. New York, London: Routledge, 1994.	16

Nota: A Tabela 2 apresenta as cinco referências mais citadas nos 83 artigos analisados, destacando autores e obras centrais no campo da pesquisa em ensino de ciências com enfoque em história, filosofia e natureza da ciência. A inclusão das ocorrências permite ao leitor visualizar a centralidade e recorrência dessas referências no corpus analisado.

Considerações Finais

Esta pesquisa contribuiu para o mapeamento do cenário nacional de publicações sobre experimentação e história da ciência no Ensino de Ciências, oferecendo subsídios relevantes para pesquisadores, formadores de professores e demais interessados no fortalecimento da área. Para além da identificação de tendências e lacunas, os resultados permitem indicar direcionamentos concretos para futuras investigações, especialmente a partir dos três eixos analíticos identificados: construção do conhecimento científico, contextualização e mediação pedagógica e ambiente escolar.

Nesse sentido, os achados apontam para a necessidade de estudos que aprofundem, no Ensino Médio, a articulação entre experimentação e história da ciência como estratégia para promover a compreensão da natureza da ciência em disciplinas como Física, Química e Biologia. No campo da formação inicial e continuada de professores, destacam-se investigações voltadas à análise e à proposição de sequências didáticas historicamente fundamentadas, que superem abordagens meramente ilustrativas da experimentação. Já no âmbito do ambiente escolar, especialmente em escolas públicas, os resultados sugerem explorar como condições institucionais, curriculares e formativas influenciam a implementação dessas propostas, por meio de estudos qualitativos e intervenções pedagógicas. Dessa forma, os caminhos indicados pelo presente estudo orientam pesquisas futuras mais integradas, críticas e contextualizadas, capazes de fortalecer a interlocução entre experimentação, história da ciência e natureza da ciência no Ensino de Ciências.

Assim, com base nas análises realizadas, identificou-se a revista *Experiências em Ensino de Ciências* como o periódico com maior número de publicações relacionadas à experimentação

e à história da ciência, com 15 artigos, seguida pelo Caderno Brasileiro de Ensino de Física e a Revista Brasileira de Ensino de Física. O ano de 2018 destacou-se como o período com maior volume de publicações, com 11 artigos, sendo a maioria voltada ao Ensino Médio. No total, foram identificados 83 artigos publicados entre 1979 e 2024, com um crescimento expressivo a partir de 2010.

Em termos de distribuição geográfica, a região Sudeste revelou-se a mais produtiva, concentrando 38,96% das publicações, com destaque para o Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais. O Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ) foi a IES com maior número de trabalhos publicados (18), seguido pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). No que se refere à autoria, a pesquisadora Andreia Guerra destacou-se como a autora com maior número de publicações, vinculada ao CEFET-RJ.

A análise de coocorrência de palavras-chave indicou que o termo “história da ciência” foi o mais recorrente, enquanto a análise de similitude dos resumos evidenciou o termo “aluno” como o mais central, apontando para práticas pedagógicas centradas no estudante. A análise de palavras-chave e resumos também permitiu identificar três grandes temas centrais: “construção do conhecimento científico”, “contextualização e mediação pedagógica”, e “ambiente escolar”, com foco especial na prática experimental em escolas públicas de Ensino Médio.

Quanto aos referenciais teóricos, Matthews (1995) foi o autor mais citado, evidenciando sua relevância no campo, seguido por outros autores como Martins, Forato, Pietrocola, Gil-Pérez, Cachapuz e Lederman. Esses referenciais refletem a importância de discussões epistemológicas e históricas no fortalecimento da área. Observou-se ainda que os autores mais produtivos mantêm uma constância em suas publicações ao longo do tempo, enquanto novos pesquisadores vêm se consolidando na área, indicando uma renovação da comunidade acadêmica.

Do ponto de vista educacional, os resultados do estudo indicam implicações relevantes para o Ensino de Ciências. A centralidade do aluno nas análises de similitude e a recorrência da experimentação como estratégia pedagógica evidenciam a importância de práticas de ensino que promovam a problematização, a mediação docente e a contextualização histórica dos conceitos científicos. Nesse sentido, a integração entre experimentação e história da ciência pode contribuir para o desenvolvimento de uma compreensão mais crítica da natureza da ciência, favorecendo a superação de abordagens meramente verificativas e transmissivas. Além disso, os resultados apontam para a necessidade de fortalecer a formação inicial e continuada de professores, especialmente no que se refere ao planejamento de atividades experimentais historicamente fundamentadas e articuladas aos contextos escolares, em particular no Ensino Médio e nas escolas públicas. Esses resultados reforçam a centralidade da experimentação e da história da ciência nas práticas pedagógicas analisadas.

Entretanto, apesar das contribuições significativas, esta pesquisa apresenta algumas limitações que precisam ser consideradas. Trata-se de um estudo de caráter descritivo, cujo objetivo central foi mapear e sistematizar a produção científica nacional sobre experimentação e história da ciência no Ensino de Ciências, não se propondo a realizar uma

análise interpretativa aprofundada dos textos à luz de um referencial teórico-analítico específico. Nesse sentido, o uso de softwares como IRaMuTeQ e VOSviewer deve ser compreendido como instrumentos de apoio à organização, sistematização e visualização de grandes volumes de dados, e não como ferramentas de interpretação automática dos resultados. Assim, a leitura e a interpretação dos padrões identificados dependeram das escolhas teóricas e metodológicas do pesquisador, estando delimitadas pelos objetivos do estudo. Além disso, a opção por incluir apenas periódicos nacionais e o recorte temporal adotado (1979–2024) restringem a ampliação do panorama internacional da temática, indicando possibilidades de aprofundamento em investigações futuras.

Por fim, embora a análise tenha evidenciado avanços na articulação entre experimentação e história da ciência, identificou-se uma fragmentação ainda persistente nas abordagens, com desafios para a integração mais profunda com a discussão sobre a natureza da ciência. Diante disso, sugerem-se novas investigações que contemplem análises qualitativas dos textos completos dos artigos, inclusão de periódicos internacionais e ampliação dos referenciais teóricos. Espera-se que este estudo inspire pesquisas futuras mais integradoras e críticas, promovendo uma compreensão mais contextualizada, interdisciplinar e historicamente fundamentada do Ensino de Ciências.

Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, a Deus, por constantemente me lembrar que a educação é um caminho de transformação humana e social. Agradeço ao Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, pela oportunidade de cursar uma especialização em formação de professores marcada pela qualidade acadêmica e por um corpo docente altamente qualificado. Aos colegas que conheci ao longo dessa trajetória. Agradeço, de modo especial, à professora Sabrinna, colega do Grande Grupo de Pesquisa GGP, pela orientação atenta, pelas valiosas contribuições e pelo rigor acadêmico que enriqueceram a construção deste artigo. Agradeço também à equipe editorial da revista *Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)* pelas correções e sugestões pontuais, que contribuíram para o aprimoramento do trabalho. Por fim, expresso meu agradecimento mais especial à minha esposa, que esteve ao meu lado durante toda essa especialização, oferecendo apoio, incentivo e motivação constantes.

Referências

- Alfonso-Goldfarb, A. M. (1994). *O que é história da ciência*. São Paulo: Brasiliense.
- Araújo, M. S. T. D., & Abib, M. L. V. D. S. (2003). Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25, 176–194. <https://www.scielo.br/j/rbef/a/PLkjm3N5KjnXKgDsXw5Dy4R/abstract/?lang=pt>
- Ataide, M. C. E. S., & da Cruz Silva, B. V. (2011). As metodologias de ensino de ciências: contribuições da experimentação e da história e filosofia da ciência. *HOLOS*, 4, 171-181. <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/620/472>
- Bachelard, G. (1996). *A formação do espírito científico* (Obra original publicada em 1938). Rio de Janeiro: Contraponto.

- Barbosa, T. A. P. (2020). *História e filosofia das ciências associadas à experimentação no ensino de ciências: perspectivas e tendências de pesquisas no Brasil de 1972 a 2018* (Tese de doutorado). Universidade Estadual de Campinas. <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/1149471>
- Barros, M. A., & Carvalho, A. M. P. D. (1998). A história da ciência iluminando o ensino de visão. *Ciência & Educação (Bauru)*, 5, 83–94. <https://doi.org/10.1590/S1516-73131998000100008>
- Bassoli, F. (2014). Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. *Ciência & Educação (Bauru)*, 20(3), 579–593. <https://doi.org/10.1590/1516-73132014000300005>
- Beltran, M. H. R., Saito, F., & Trindade, L. D. S. P. (2014). *História da ciência para formação de professores*. São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Beltran, M. H. R., & Trindade, L. S. (2017). *História da ciência e ensino: abordagens interdisciplinares*. São Paulo: Livraria da Física.
- Borba, O. V. S., & Lima, E. F. (2024). Desenvolvimento de um recurso multimídia integrador da História da Ciência e da Experimentação à luz da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia. *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, 29, 188–209. <http://dx.doi.org/10.23925/2178-2911.2024v29p188-209>
- Camargo, B. V., & Justo, A. M. (2021). *Tutorial para uso do software de análise textual IRaMuTeQ*. Laboratório de Psicologia Social da Comunicação e Cognição – LACCOS, Universidade Federal de Santa Catarina. http://www.iramuteq.org/documentation/fichiers/Tutorial%20IRaMuTeQ%20em%20portugues_22.11.2021.pdf
- Chalmers, A. F. (1993). *O que é ciência, afinal?* (R. Filker, Trad.). Editora Brasiliense.
- Creswell, J. W. (2007). *Projeto de pesquisa: método qualitativo, quantitativo e misto* (2ª ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Cicuto, C. A. T., Miranda, A. C. G., & Chagas, S. D. S. (2019). Uma abordagem centrada no aluno para ensinar Química: estimulando a participação ativa e autônoma dos alunos. *Ciência & Educação (Bauru)*, 25(4), 1035–1045. <https://doi.org/10.1590/1516-731320190040012>
- Fazenda, I. C. A. (2002). *Dicionário em construção: interdisciplinaridade* (2ª ed.). São Paulo: Cortez.
- Forato, T. C. de M., Pietrocola, M., & Martins, R. de A. (2011). Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 28(1), 27–59. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2011v28n1p27>
- Freire, P. (1987). *Pedagogia do oprimido* (17ª ed.). Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Gaspar, A. (2014a). *Atividades experimentais no ensino de física: uma nova visão baseada na teoria de Vigotski*. São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Gaspar, A. (2014b). *Experiências de ciências* (2ª ed.). São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Galvão, T. F., & Pereira, M. G. (2014). Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 23(1), 183–184. <https://www.scielo.br/j/ress/a/yPKRNymgtzwzWR8cpDmRWQr/>
- Gil-Pérez, D., Montoro, I. F., Alís, J. C., Cachapuz, A., & Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação (Bauru)*, 7, 125–153. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000200001>
- Giordan, M. (1999). O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola*, 10(10), 43–49. <http://qnesc.sbq.org.br/edicao.php?idEdicao=40>
- Kuhn, T. S. (2020). *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Editora Perspectiva.
- Macias-Chapula, C. A. (1998). O papel da informetria e da cienciometria e sua perspectiva nacional e internacional. *Ciência da Informação*, 27(2), 134–140. <https://doi.org/10.1590/S0100-19651998000200005>
- Martins, A. F. P. (2007). História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 24(1), 112–131. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6056>

- Martins, R. A. (2006). Introdução: A história das ciências e seus usos na educação. In C. M. F. da Costa & R. A. Martins (Orgs.), *Estudos de história e filosofia das ciências: Subsídios para aplicação no ensino* (pp. 17–30). Editora Livraria da Física. <https://www.ghtc.usp.br/server/pdf/RAM-livro-Cibelle-Introd.pdf>
- Matthews, M. S. (1995). História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 12(3), 164–214. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7084>
- Melo, D. H. C. T. B., Silva, L. C. A., Sacramento dos Santos, L. V., & Macêdo Filho, H. F. (2024). *QGIS: Guia prático – Edição vetorial*. Universidade Federal da Bahia; Universidade Federal do Amazonas. <https://qgisbrasil.org/wp-content/uploads/2024/08/Ebook-QGIS.pdf>
- Moraes, T. C. C. (2018). *Mendeley: manual do usuário*. ESALQ. <https://www.esalq.usp.br/biblioteca/pdf/Mendeley-manual-do-usuario-2018-v.1.pdf>
- Oliveira, J. F., Libâneo, J. C., & Toschi, M. S. (2017). *Educação escolar: políticas, estrutura e organização*. São Paulo: Cortez Editora.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1975). *A psicologia da criança*. Rio de Janeiro, RJ: Bertrand Brasil.
- Pinto, M. P. (2011). *Microsoft Excel 2010* (1ª ed.). Edições Centro Atlântico. <https://www.centroatl.pt/titulos/so/capas-pdfs/excerto-livro-ca-excel2010.pdf>
- Pozo, J. I.; Crespo, M. A. G. *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- Raick, A. C., & Peduzzi, L. O. (2015). Uma discussão acerca dos contextos da descoberta e da justificativa: a dinâmica entre hipótese e experimentação na ciência. *Revista Brasileira de História da Ciência*, 8(1), 132-146. <https://rbhciencia.emnuvens.com.br/revista/article/view/173/135>
- Razera, J. C. C. (2016). Contribuições da cienciometria para a área brasileira de Educação em Ciências. *Ciência & Educação (Bauru)*, 22(3), 557–560. <https://doi.org/10.1590/1516-731320160030001>
- Rosa, P. D. S. (2013). *Uma introdução à pesquisa qualitativa em ensino de ciências*. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. <https://pergamum.ufpel.edu.br/pergamumweb/vinculos/000odo/000odo58.pdf>
- Silva, G. R. (2013). História da Ciência e experimentação: perspectivas de uma abordagem para os anos iniciais do Ensino Fundamental. *Revista Brasileira de História da Ciência*, 6(1), 121-132. <https://rbhciencia.emnuvens.com.br/revista/article/view/242/194>
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2023). *VOSviewer manual: Version 1.6.19*. Centre for Science and Technology Studies, Leiden University. https://www.vosviewer.com/documentation/Manual_VOSviewer_1.6.19.pdf